НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ

Ассоциация разработчиков, производителей и потребителей оборудования и приложений на основе глобальных навигационных спутниковых систем "ГЛОНАСС / ГНСС - Форум"

125319, г. Москва, ул. Восьмого марта 4-я, д. 3, тел.+7 (499) 152-31-70, факс+7 (499) 152-96-35

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОТЧЁТ

по итогам исследования состояния и перспектив развития рынка автономных автомобилей, платформ для электротранспорта и топливных элементов, а также оценки влияния на развитие российского и международного рынка «Автонет»

Москва 2019

Исследование состояния и перспектив рынка автономных автомобилей, платформ для электротранспорта и топливных элементов, оценка влияния на развитие российского и международного рынка «Автонет» (аналитический отчёт, 2019). Рассмотрены общие сведения о беспилотных автомобилях, автомобилях высокой степени автоматизации и электрических автомобилях; описаны технологические аспекты автономных и электрических транспортных средств; осуществлён анализ международного и российского рынка AVs и EVs; представлен обзор деятельности ключевых компаний (традиционных автопроизводителей и IT-компаний); осуществлена оценка влияния на развитие российского и международного рынка «Автонет»[1] / Некоммерческая организация Ассоциация разработчиков, производителей и потребителей оборудования и приложений на основе глобальных навигационных спутниковых систем «ГЛОНАСС/ГНСС-Форум» (Ассоциация «ГЛОНАСС/ГНСС-Форум»). Москва, 2019. – 245 с.

[1] При оформлении иллюстраций были использованы графические объекты из следующих источников: Iconfinder, Iconscout, Icons Library, Freeicons, Unsplash.

Оглавление

Введение 15

Основные выводы 17

Методология исследования 25

Глава 1. Общие сведения о беспилотных автомобилях, автомобилях высокой степени автоматизации и электрических автомобилях 27

1.1 Классификация уровней автономности автомобиля 31

1.2 Полигоны для тестирования подключённых автомобилей и автомобилей высокой степенью автоматизации управления 36

1.3 Классификация автомобилей с электрическим приводом 41

Глава 2. Технологические аспекты автономных и электрических автомобилей 45

2.1 Технологии автоматизации управления транспортным средством 45

2.2 Технологии для подключённых транспортных средств 51

2.3 Обзор современных технологических решений для автономного и электрического транспорта 54

Глава 3. Международный рынок автономных и электрических автомобилей . 56

3.1 Международный рынок автономных автомобилей 57

3.2 Международный рынок электрических автомобилей 86

3.3 Обзор деятельности ключевых компаний 100

Глава 4. Рынок автономных и электрических автомобилей Европы 116

4.1 Великобритания 124

4.2 Германия 128

4.3 Нидерланды 131

4.4 Норвегия 134

4.5 Финляндия 137

4.6 Франция 140

4.7 Швеция 143

Глава 5. Рынок автономных и электрических автомобилей С. Америки 146

5.1 Канада 147

5.2 США 150

Глава 6. Рынок автономных и электрических автомобилей АТР 154

6.1 Австралия 155

6.2 Индия 158

6.3 КНР 161

6.4 Сингапур 165

6.5 Южная Корея 168

6.6 Япония 171

Глава 7. Рынок автономных и электрических автомобилей стран из разных регионов мира 174

7.1 Бразилия 175

7.2 Южная Африка 178

Глава 8. Рынок автономных и электрических автомобилей России 180

8.1 Обзор деятельности ключевых компаний 198

8.2 Сравнительный анализ рынка автономных и электрических автомобилей РФ и зарубежных стран, рекомендации по его развитию 202

Список использованных источников 207

Приложение 1. Методика расчёта индекса AVRI 233

Приложение 2. Рейтинг стран мира по индексу AVRI 236

Приложение 3. Карта сделок на мировом рынке M&A по направлению AVs 237

Приложение 4. Карта технологических стартапов Европы в сфере мобильности ... 238

Приложение 5. Карта технологических стартапов Германии в сфере AVs 239

Приложение 6. Основные партнёрства Volkswagen AG (Германия) на рынке AVs 240

Приложение 7. Основные партнёрства BMW AG (Германия) на рынке AVs 241

Приложение 8. Основные партнёрства Daimler AG (Германия) на рынке AVs 242

Приложение 9. Карта технологических стартапов Канады в сфере AVs 243

Приложение 10. Экосистема рынка AVs АТР 244

Приложение 11. Основные партнёрства Toyota (Япония) на рынке AVs 245

Список таблиц

Табл. 1. Достижения и планы крупнейших автопроизводителей мира.....28
Табл. 2. Технологии для улучшения качества и безопасности автомобиля, а также для повышения комфорта водителя 55
Табл. 3. Глобальный рынок AVs: долгосрочный прогноз объёма ($ млрд.) и CAGR (%) 58
Табл. 4. TOP 11 инвесторов в технологические проекты AVs (2010-2019 гг.).....64
Табл. 5. Парк автомобилей готовых к автономности, 2018-2023 гг. (ед.).....77
Табл. 6. Интерес потребителей к услугам подключённого автомобиля (2019 г.), %.....84
Табл. 7. Глобальный рынок EVs: долгосрочный прогноз объёма ($ млрд.) и CAGR (%).....86
Табл. 8. Структура продаж электромобилей в мире (октябрь 2019 г.).....92
Табл. 9. Структура парка электромобилей в РФ (2019 г.) 195
Табл. 10. Сравнительный анализ рынков AVs и EVs в России и мире 204
Табл. 11. Рейтинг стран мира по AVRI (2018-2019 гг.) 236

Список иллюстраций

Рис. 1. Датчики и системы, обеспечивающие работу автономного автомобиля 29
Рис. 2. Уровни автономности автомобиля согласно SAE.....33
Рис. 3. Принципы работы автомобилей с электрическим приводом по сравнению с традиционным автомобилем.....43
Рис. 4. Перспективные технологии согласно Gartner Hype Cycle (2018 год) 48
Рис. 5. Технологии Connected Cars: уровень зрелости и распространения на рынке (2017 г.).....51
Рис. 6. Технологии подключённых т/с согласно Gartner Hype Cycle (2018 год).....52
Рис. 7. Испытания компаниями AVs на публичных дорогах Калифорнии, мили (2018 г.) 58
Рис. 8. Прогноз готовности AVs по уровню автономности у основных компаний рынка (2021 г.) .59
Рис. 9. Доля внутрикорпоративных инвестиций на проекты AVs по регионам мира (2018 г.).....60
Рис. 10. Внешние инвестиции в проекты развития AVs по типу компаний рынка (2018 г.).....61
Рис. 11. Рейтинг лидеров мирового рынка AVs по технологическим решениям (2018 г.) 62
Рис. 12. Динамика количества патентов и их обладателей в сфере AVs (2014-2019 гг.), ед. 62
Рис. 13. TOP 10 компаний по количеству патентов, полученных в сфере AVs (2019 г.), ед. 63
Рис. 14. Динамика венчурных инвестиций и количества сделок в сфере AVs (2010-2019 гг.), $ 64
Рис. 15. Структура сделок по раундам привлечения инвестиций в проекты AVs (2014-2019 гг.)....65
Рис. 16. Среднее и медианное значение стоимости сделок в сфере AVs (2014-2019 гг.), млн. $.....66
Рис. 17. TOP 10 компаний сферы AVs с наибольшим кол-вом привлечённых инвестиций, млн. $ .66
Рис. 18. Карта наиболее перспективных высокотехнологичных стартапов в сфере AVs.....67
Рис. 19. Экосистема международного рынка автономных автомобилей (2018 г.) 72
Рис. 20. Сформировавшиеся кластеры рынка AVs по регионам мира (2019 г.).....73
Рис. 21. Стратегии компаний на м/н рынке автономных автомобилей (2017-2018 гг.) 74
Рис. 22. Инвестиции, партнёрства и совместные компании на м/н рынке AVs (2019 г.).....75
Рис. 23. % респондентов согласных, что использование AVs небезопасно (2017-2019 гг.) 79
Рис. 24. Планируемые виды деятельности потребителей во время движения AVs (2019 г.) 80
Рис. 25. Необходимый уровень госконтроля за AVs согласно ответам респондентов (2019 г.), %..81
Рис. 26. Уровень потребительского доверия к автопроизводителям в вопросе вывода AVs на рынок (2017-2019 гг.), %.....82
Рис. 27. % респондентов, признающий выгоды от повышения уровня подключённости автомобиля (2019 г.) 83
Рис. 28. Распределение голосов респондентов на вопрос о принадлежности данных, генерируемых подключённым автомобилем (2019 г.), %.....83

Рис. 29. Готовность потребителей оплачивать услуги за счёт работы подключённого автомобиля (2019 г.), %.....85
Рис. 30. Сравнение цен на отдельные (традиционные) модели автомобилей и EVs (2018 г.).....86
Рис. 31. Производство батарей для электротранспорта по регионам мира (2018-2028 гг.), %.....87
Рис. 32. Оценка и прогноз роста международного рынка зарядных станций для EVs.....88
Рис. 33. Количество зарядных станций для EVs на 100 км асфальтированных дорог (2016 г.).....88
Рис. 34. Продажа новых EVs и их рыночная доля в странах мира (2013-2018 гг.), тыс. ед., % 89
Рис. 35. ТОР 25 рынков по продажам EVs в мире (2017-2018 гг.) 90
Рис. 36. Долгосрочный прогноз продаж EVs в мире (2020-2025 гг.) 90
Рис. 37. Долгосрочный прогноз продаж ICEs, BEVs и PHEVs в мире (2015-2040 гг.), млн. ед. 91
Рис. 38. Продажи EVs в мире, автопроизводители / поставщики батарей (2011-2018 гг.), ед. 92
Рис. 39. Прогноз продаж EVs по ключевым игрокам рынка в мире (2025 г.). 93
Рис. 40. Динамика венчурных инвестиций в сфере EVs по регионам мира (2001-2018 гг.), млрд.$ 93
Рис. 41. Структура сделок по раундам привлечения инвестиций в проекты EVs (2012-2016 гг.) 94
Рис. 42. ТОР 25 компаний сферы EVs с наибольшим кол-вом привлечённых инвестиций, $ 95
Рис. 43. Карта наиболее перспективных высокотехнологичных стартапов в сфере EVs 96
Рис. 44. Потребительские предпочтения в ходе покупки следующего автомобиля (2019 г.), % 98
Рис. 45. Характерные особенности европейской модели мобильности к 2050 г. 116
Рис. 46. Инновационные решения в автомобильной отрасли Европы к 2050 г. 118
Рис. 47. Основные игроки рынка AVs и EVs в Европе.....120
Рис. 48. Доступные модели EVs и прогноз по основным игрокам Европы (2012-2025 гг.), ед.....121
Рис. 49. Заводы по производству батарей для EVs в Европе: существующие и планируемые 122
Рис. 50. Оценка состояния и развития рынка AVs и EVs Великобритании (2018-2019 гг.) 124
Рис. 51. Динамика парка EVs (BEV & PHEV) Великобритании (2014-2018 гг.), тыс. ед. 126
Рис. 52. Оценка состояния и развития рынка AVs и EVs Германии (2018-2019 гг.).....128
Рис. 53. Динамика парка EVs (BEV & PHEV) Германии (2014-2018 гг.), тыс. ед. 130
Рис. 54. Оценка состояния и развития рынка AVs и EVs Нидерландов (2018-2019 гг.) 131
Рис. 55. Динамика парка EVs (BEV & PHEV) Нидерландов (2014-2018 гг.), тыс. ед. 132
Рис. 56. Оценка состояния и развития рынка AVs и EVs Норвегии (2018-2019 гг.) 134
Рис. 57. Динамика парка EVs (BEV & PHEV) Норвегии (2014-2018 гг.), тыс. ед.....135
Рис. 58. Оценка состояния и развития рынка AVs и EVs Финляндии (2018-2019 гг.) 137
Рис. 59. Динамика парка EVs (BEV & PHEV) Финляндии (2014-2018 гг.), тыс. ед. 138
Рис. 60. Оценка состояния и развития рынка AVs и EVs Франции (2018-2019 гг.) 140
Рис. 61. Динамика парка EVs (BEV & PHEV) Франции (2014-2018 гг.), тыс. ед.....141
Рис. 62. Оценка состояния и развития рынка AVs и EVs Швеции (2018-2019 гг.).....143

Рис. 63. Динамика парка EVs (BEV & PHEV) Швеции (2014-2018 гг.), тыс. ед. 144
Рис. 64. Оценка состояния и развития рынка AVs и EVs Канады (2018-2019 гг.).....147
Рис. 65. Динамика парка EVs (BEV & PHEV) Канады (2014-2018 гг.), тыс. ед. 149
Рис. 66. Оценка состояния и развития рынка AVs и EVs США (2018-2019 гг.) 150
Рис. 67. Динамика парка EVs (BEV & PHEV) США (2014-2018 гг.), тыс. ед. 152
Рис. 68. Оценка состояния и развития рынка AVs и EVs Австралии (2018-2019 гг.) 155
Рис. 69. Динамика парка EVs (BEV & PHEV) Австралии (2014-2018 гг.), тыс. ед. 156
Рис. 70. Оценка состояния и развития рынка AVs и EVs Индии (2018-2019 гг.).....158
Рис. 71. Динамика парка EVs (BEV & PHEV) Индии (2014-2018 гг.), тыс. ед. 159
Рис. 72. Оценка состояния и развития рынка AVs и EVs КНР (2018-2019 гг.) 161
Рис. 73. Динамика парка EVs (BEV & PHEV) КНР (2014-2018 гг.), тыс. ед. 163
Рис. 74. Оценка состояния и развития рынка AVs и EVs Сингапура (2018-2019 гг.).....165
Рис. 75. Динамика парка EVs (BEV & PHEV) Сингапура (2014-2018 гг.), ед. 166
Рис. 76. Оценка состояния и развития рынка AVs и EVs Южной Кореи (2018-2019 гг.) 168
Рис. 77. Динамика парка EVs (BEV & PHEV) Южной Кореи (2014-2018 гг.), тыс. ед. 169
Рис. 78. Оценка состояния и развития рынка AVs и EVs Японии (2018-2019 гг.).....171
Рис. 79. Динамика парка EVs (BEV & PHEV) Японии (2014-2018 гг.), тыс. ед. 172
Рис. 80. Оценка состояния и развития рынка AVs и EVs Бразилии (2018-2019 гг.).....175
Рис. 81. Динамика парка EVs (BEV & PHEV) Бразилии (2014-2018 гг.), тыс. ед. 176
Рис. 82. Оценка состояния и развития рынка AVs и EVs ЮАР (2018-2019 гг.).....178
Рис. 83. Динамика парка EVs (BEV & PHEV) ЮАР (2014-2018 гг.), тыс. ед. 179
Рис. 84. Оценка состояния и развития рынка AVs и EVs РФ (2018-2019 гг.) 180
Рис. 85. % потребителей в РФ, готовых рассмотреть возможность приобретения AV (2018 г.) 186
Рис. 86. Мнение потребителей в РФ о безопасности автономных автомобилей (2018 г.) 187
Рис. 87. % потребителей в РФ, готовых платить за технологии в автомобилях (2018 г.) 189
Рис. 88. Наиболее востребованные опции подключённого автомобиля в России (2018 г.).....189
Рис. 89. Динамика парка EVs (BEV & PHEV) РФ (2014-2018 гг.), тыс. ед. 192
Рис. 90. Динамика продаж электромобилей в РФ (2013-2018 гг.), ед. 193
Рис. 91. География продаж электромобилей с пробегом в РФ (2018), % 194
Рис. 92. География продаж новых электромобилей в РФ (2018), %.....194
Рис. 93. Сценарии развития рынка электромобилей РФ до 2025 года, тыс. ед. 195
Рис. 94. Факторы, влияющие на приобретение EVs российскими потребителями (2018 г.) 196
Рис. 95. Ключевые сделки M&A на м/н рынке AVs (2019 г.) 237
Рис. 96. Карта технологических стартапов Европы в сфере мобильности (2019 г.).....238
Рис. 97. Карта технологических стартапов Германии в сфере беспилотного транспорта (2019 г.) 239

Рис. 98. Основные партнёрства Volkswagen AG (Германия) на рынке AVs (2019 г.) 240
Рис. 99. Основные партнёрства BMW AG (Германия) на рынке AVs (2019 г.) 241
Рис. 100. Основные партнёрства Daimler AG (Германия) на рынке AVs (2019 г.) 242
Рис. 101. Карта технологических стартапов Канады в сфере беспилотного транспорта (2019 г.)..243
Рис. 102. Экосистема рынка AVs ATP (2018-2019 гг.) 244
Рис. 103. Основные партнёрства Toyota (Япония) на рынке AVs (2019 г.) 245

Аббревиатуры

ACES	Autonomous driving, Connectivity, Electrification, Shared mobility
ADAS	Advanced Driver Assistance Systems
AI	Artificial Intelligence
APAC	Asia Pacific Countries
ATG	Advanced Technologies Group
AV	Autonomous Vehicle
AVCC	Autonomous Vehicle Computing Consortium
AVRI	Autonomous Vehicles Readiness Index
B2B	Business to Business
B2C	Business to Customer
BEV	Battery Electric Vehicle
Bn	Billion
C-V2X	Cellular V2X
C2B	Customer to Business
CAGR	Compound Annual Growth Rate
CAV	Connected and Autonomous Vehicle
CEO	Chief Executive Officer
CNG	Compressed Natural Gas
CO_2	Carbon Dioxide
DARPA	Defense Advanced Research Projects Agency
DDT	Dynamic Driving Task
DMV	Department of Motor Vehicles (California, USA)
EV	Electric Vehicle
EVI	Electric Vehicles Initiative
IEA	International Energy Agency
FSD	Full Self Driving
ICE	Internal Combustion Engine

IoT	Internet of Things
IPO	Initial Public Offering
IT	Information Technology
GM	General Motors
GPS	Global Positioning System
HD	High Definition
HEV	Hybrid Electric Vehicle
LCV	Light-Commercial Vehicle
LNG	Liquefied Natural Gas
LTA	Land Transport Authority (Singapore)
M&A	Mergers and Acquisitions
MaaS	Mobility as a Service
NAV	Network for Autonomous Vehicles
NHTSA	National Highway Traffic Safety Administration (USA)
OEM	Original Equipment Manufacturer
PHEV	Plug-In Hybrid Vehicle
PLDV	Passenger Light-Duty Vehicle
PPP	Public Private Partnership
R&D	Research and Development
SAE	Society of Automotive Engineers
TOPS	Trillion Operations per Second
UK	United Kingdom
V	Volt
V2V	Vehicle-to-Vehicle
V2X	Vehicle-to-Everything
VLSI	Very Large-Scale Integration
VW	Volkswagen
ZEV	Zero-Emissions Vehicle
АСИ	Агентство стратегических инициатив

АТР	Азиатско-Тихоокеанский регион
ВАТС	Высокоавтоматизированные транспортные средства
ВБ	Всемирный банк
ВЭФ	Всемирный экономический форум
ДВС	Двигатель внутреннего сгорания
ДТП	Дорожно-транспортное происшествие
ЕАЭС	Евразийский экономический союз
ЕК	Европейская комиссия
ЕЭК	Евразийская экономическая комиссия
ИИ	Искусственный интеллект
ИТС	Интеллектуальная транспортная система
МСЭ	Международный союз электросвязи
МЭА	Международное энергетическое агентство
НПА	Нормативный правовой акт
НТИ	Национальная технологическая инициатива
ОСАГО	Обязательное страхование гражданской ответственности владельцев транспортных средств
ПО	Программное обеспечение
П/п	Процентный пункт
РВК	Российская венчурная компания
Тб	Терабайт
ТО	Техническое обслуживание
Т/с	Транспортное средство

Глоссарий

Автономный автомобиль Autonomous Vehicle	Автомобиль, осуществляющий движение как без необходимости контроля со стороны человека за процессом управления, так и в рамках контроля (в большей / меньшей степени в зависимости от уровня автономности) за движением с возможностью, в случае необходимости, взять управление в свои руки
Акселератор Accelerator	Одна из составляющих инновационной инфраструктуры, посредством работы которой осуществляется реализация различных программ обучения / менторства / экспертной поддержки и пр. (обычно со сроками, не превышающими 6-12 месяцев) по развитию команд из технологических компаний
Каршеринг Car Sharing	Услуги по краткосрочной аренде автомобиля (как правило, с поминутной оплатой), доступ к которым осуществляется посредством мобильного приложения
Райдшеринг Ride Sharing	Услуги по осуществлению совместных поездок, нацеленные на сокращение общей стоимости поездки (поиск попутчиков осуществляется через мобильное приложение)
Подключённый автомобиль Connected Car	Автомобиль, который может осуществлять обмен данными с другими участниками дорожного движения в частности транспортными средствами и объектами инфраструктуры
Подключаемый гибридный автомобиль Plug-in Hybrid	Автомобиль с комбинированной силовой установкой, состоящей из ДВС и электрического двигателя с аккумуляторной батареей, зарядка которой возможна от внешних источников электроэнергии
Последняя миля Last-mile	Завершающий этап доставки груза / товара непосредственно конечному заказчику
Слепая зона Blind Spot	Это область вокруг автомобиля, которую водитель не может в необходимой степени видеть / контролировать
Чистый электромобиль Battery Electric Vehicle	Автомобиль с электроприводом, у которого единственным источником энергии является аккумуляторная батарея, её зарядка осуществляется от сети

Введение

Мировая автомобильная отрасль сегодня характеризуется структурными изменениями, выражающимися во внедрении новых технологий, в разработке автономных и подключённых автомобилей, переходе многих компаний на стратегии по производству электромобилей, а также созданию новых форм мобильности – каршеринга и райдшеринга.

По состоянию на конец 2019 года беспилотный транспорт высоких уровней автоматизации находится на стадии испытаний по всему миру (в том числе на дорогах общего пользования). При этом, несмотря на значительные достижения в развитии технологий за последние годы, автономное движение автомобилей, по-прежнему, требует контроля данного процесса со стороны человека, а рынок AVs находится в зарождающемся состоянии.

Электрический транспорт является уже настоящим для отдельных стран мира и его развитие будет только интенсифицироваться в ближайшие годы. Благодаря (1) новым стратегиям основных автопроизводителей и (2) правительственным решениям государств по ужесточению выбросов вредных веществ автомобилями и поддержке транспорта на альтернативных видах топлива (в рамках различных стимулирующих мер), рынок EVs и топливных элементов динамично развивается и имеет потенциал дальнейшего роста.

Многие автомобильные компании (Tesla, Volkswagen, Toyota и др.) и лидеры IT-индустрии (Google, Baidu, Yandex и пр.) считают транспорт нового поколения (автономный, подключённый, электрический) одним из наиболее перспективных направлений в развитии бизнеса и рассматривают усиление технологических компетенций основой будущей конкурентоспособности на рынке.

Настоящая работа, посвящённая вопросу исследования состояния и перспектив развития рынка автономных автомобилей, электротранспорта и топливных элементов, осуществляется в целях экспертно-аналитической

поддержки Национальной технологической инициативы «Автонет» и реализации соответствующего Плана мероприятий («Дорожной карты») [6].

Проводимая исследовательская работа ставит своими задачами:

- рассмотреть общие сведения об автономных, подключённых и электрических автомобилях,
- выделить их ключевые технологические характеристики,
- проанализировать международный и российский рынок автономных автомобилей, электрических автомобилей и топливных элементов,
- оценить состояние и векторы дальнейшего развития российского и международного рынка «Автонет» в сегментах, связанных с AVs и EVs.

Исследовательская работа включает в себя:

- 8 основных глав,
- 10 таблиц,
- 103 иллюстрации,
- 11 справочных приложений.

Основные выводы

1. Мировая автомобильная отрасль развивается сегодня согласно концепции ACES (автономное вождение, подключаемость, электромобильность и совместное использование). Как ожидается, создание и использование новых бизнес-моделей / технологий / сервисов на основе данной концепции обеспечит около 80% всех отраслевых доходов в будущем.

2. Современные технологии, используемые в целях автоматизации управления транспортными средствами, решают следующие ключевые задачи: получение данных о состоянии окружающей среды, состоянии и положении автомобиля при помощи датчиков; построение модели окружающей среды путём объединения данных, полученных из различных источников; локализация автомобиля в пространстве путём сравнения построенной пространственной модели с известной картой окружения; планирование пути движения транспортного средства; управление транспортным средством.

3. Если рассматривать перспективные технологии согласно Gartner Hype Cycle за 2019 год, то можно выделить следующие три группы технологий, имеющих непосредственное отношение к технологиям AVs и EVs: (1) Беспилотные летательные транспортные средства, фаза «инновационный триггер» с достижением фазы «плато продуктивности» более чем через 10 лет; (2) 5 уровень автономности вождения, фаза «пик завышенных ожиданий» с прогнозируемым периодом достижения фазы «плато производительности» более чем через 10 лет; (3) 4 уровень автономности вождения, фаза «Избавление от иллюзий» с достижением фазы «плато производительности» более чем через 10 лет. Важно заметить, что, основываясь на Gartner Hype Cycle для технологий подключённых транспортных средств за 2018 год, в наше время на фазу «плато производительности» вышли технологии, связанные с интеграцией мобильных устройств в автомобили. Автономные и электрические

транспортные средства расположены в фазе «избавление от иллюзий», достижение ими фазы «плато производительности» ожидается в период от 5 до 10 лет для EVs и более чем через 10 лет для AVs.

4. Объём международного автомобильного рынка по данным за 2017 год составлял около €3 трлн., к 2030 году он может практически удвоиться и достигнуть уровня в €5,5 трлн. Это произойдёт за счёт создания новых бизнес-моделей, основанных в том числе на концепции ACES и сервисах на базе автономного и электрического транспорта (наиболее перспективных сегментов рынка).

5. Рынок автономных автомобилей находится на стадии формирования и характеризуется тем, что на сегодняшний день не существует автомобилей серийного производства, которые можно отнести к наиболее высоким уровням автономности для использования на дорогах общего пользования. Однако при этом, согласно Gartner, уже существует производство и реализация так называемых «автомобилей готовых к автономности» (автомобили с установленным оборудованием и компьютерными системами, потенциально способные обеспечивать полностью автономное движение без контроля человека; для повышения уровня автономности им может потребоваться только новое программное обеспечение). Их общее количество на конец 2019 года составляет 332 932 единицы. Рост количества используемых автомобилей готовых к автономности в основном будет приходиться на Западную Европу, Северную Америку и Большой Китай.

6. Объём глобального рынка беспилотных автомобилей (по состоянию на 2019 год), включающего транспортные средства 3, 4, 5 уровня автономности, а также соответствующее аппаратное и программное обеспечение для AVs в коммерческой и потребительской сфере оценивается порядком $54,23 млрд. Несмотря на существенную разницу в прогнозах объёма рынка автономных автомобилей, его совокупные среднегодовые темпы роста прогнозируются на уровне, превышающем 40%, согласно всем доступным источникам информации.

7. В 2018 году в технологические проекты, связанные с автономным транспортом по всему миру, был привлечён рекордный объём венчурных инвестиций, оценивающийся в $7-10 млрд. (более чем в два раза больше значения 2017 года), общее количество заключённых сделок превысило 140. Более 60% от всех сделок являлись сделками на ранних стадиях финансирования (посевные / ангельские, раунд A). Лидером по объёму привлечённых инвестиций является американская Cruise Automation (более $2,8 млрд. инвестиций), далее следуют китайские NIO ($2,2 млрд.) и SenseTime ($1,6 млрд.), американские Lucid Motors ($1,1 млрд.), Nuro и Uber ATG (по $1 млрд.). Всего в мире на конец 2019 года было зарегистрировано около 1 000 высокотехнологичных / инновационных компаний, в том числе стартапов, которые вели свою деятельность в сфере автономного транспорта. Их наибольшее количество приходилось на Северную Америку (460 компаний, 46%), Европу (247 компаний, 25%) и Азию (192 компании, 19%).

8. Экосистема международного рынка AVs включает в себя: традиционных автопроизводителей (Audi, GM, Hyundai, Tesla, Toyota и др.); технологические компании / инновационные компании / стартапы, в том числе производителей аппаратного и программного обеспечения (Apple, Waymo, Nvidia, Intel, Bosch и др.). В основном многие компании рынка AVs к 2021 году планируют создание и коммерциализацию автомобилей 3 и 4 уровня автономности, некоторые из компаний (GM, Ford, Waymo) заявляют, что к этому периоду времени ими возможен выпуск автомобилей 5 уровня автономности. Практически все основные автомобильные и технологические компании мира (участники рынка AVs) либо напрямую ведут разработки своих беспилотных транспортных средств, инвестируя в соответствующие стартапы, либо активно формируют партнёрские связи, интенсифицирующие развитие технологий автономного вождения.

9. Одними из факторов, ограничивающих развитие рынка автономных автомобилей, выступают проблемы принятия беспилотных технологий

обществом и вопросы безопасности (в том числе кибербезопасности) во время движения. Во многих странах мира сохраняются опасения относительно использования беспилотных автомобилей: 50% от числа опрошенных людей / будущих потребителей выражают свои опасения. Исключение составляет КНР, где за последние несколько лет было зафиксировано изменение общественного мнения в вопросе безопасности использования AVs. Всего по миру за последние три года зафиксирована положительная динамика. Если в 2017 г. 72% респондентов считали беспилотные автомобили небезопасными, то в 2019 г. этот показатель составил 47%. Большинство опрошенных в мире хотело бы, чтобы государство оказывало существенное влияние на развитие и использование AVs.

10. В 2018 году международный рынок электрических транспортных средств оценивался в $17,23 млрд. В течение ближайших 10 лет объём рынка EVs может увеличиться в 20-50 раз. На сегодняшний день электротранспорт проигрывает по продажам автомобилям на ДВС; на его стоимость существенно влияет цена аккумуляторной батареи, которая может составлять до половины издержек выпуска электрического автомобиля. Однако важно отметить, что согласно актуальным прогнозам, к 2025 году стоимость аккумуляторной батареи опустится ниже $100 за 1 кВт/ч, в результате чего электромобиль станет существенно доступнее, а его стоимость может сравняться со стоимостью традиционного автомобиля. К этому же времени объём глобального рынка батарей для электротранспорта может достигнуть уровня в $425 млрд., ключевым драйвером его роста будет являться государственная политика по поддержке рынка электрических автомобилей. Абсолютным лидером на мировом рынке производства батарей для электротранспорта является (и будет оставаться в долгосрочной перспективе) Китай, занимающий более половины всего рынка.

11. В 2018 году рынок EVs (также, как и рынок AVs) характеризовался рекордным уровнем привлечённых венчурных инвестиций, которые достигли $9,2 млрд. С 2016 года, когда их объём был всего на уровне $2,5 млрд., рост

составил более 200%. Наиболее активными регионами в части венчурного финансирования сделок сегмента EVs являются Азия и Северная Америка. Общее число публичных сделок за последнее время оценивается на уровне около 100 ежегодно. Лидирует в части привлечённых инвестиций азиатская Youxia Motors (более $1,2 млрд.), далее следует североамериканская Lucid Motors (около $1 млрд.). Остальные компании, значительная часть которых представляет АТР, привлекли менее $1 млрд. Всего в мире на конец 2019 года было зарегистрировано около 900 высокотехнологичных / инновационных компаний, в т.ч. стартапов, которые вели свою деятельность в сфере электрического транспорта. Их наибольшее количество приходилось на Северную Америку (332 компании, 37%), сопоставимое количество расположено в Европе (330 компаний, 37%) и меньшее количество – в Азии (149 компании, 17%).

12. В 2018 году общий парк EVs в мире превысил 5 млн. при продаже около 2 млн. электрических автомобилей в течение года. Наибольшими по своему объёму рынками являются: КНР, Европа, США. В будущем ожидается, что компании направят более $200 млрд. инвестиций для создания новых моделей EVs и в мире будет производиться около 15 млн. электромобилей ежегодно. К 2040 году производство EVs может достигнуть такого значения, когда оно обгонит производство традиционных автомобилей с ДВС.

13. Основными игроками на рынке EVs, формирующими его экосистему, являются: традиционные автопроизводители (Tesla, BMW, Renault-Nissan и др.); компании, предлагающие решения в сфере производства и поставок батарей (Panasonic, Samsung, BYD и др.); высокотехнологичные компании, созданные относительно недавно, и ведущие инновационную деятельность как в ранее озвученных направлениях (производство автомобилей / батарей), так и в новых, связанных, например, с микромобильностью, каршерингом и др. Текущим лидером на рынке EVs является американская Tesla, а ведущей моделью электрокара – Tesla Model 3. Через 5 лет экспертами прогнозируется утрата лидерских позиций компанией

Tesla и выход на первое место по продажам электрических автомобилей немецкого концерна Volkswagen (1,4 млн. электромобилей в год).

14. Барьерами в части развития рынка электрических автомобилей сегодня выступают: высокая стоимость производства, низкий уровень экономии топлива и слабое развитие сопутствующей инфраструктуры (зарядные станции). Ключевым драйвером роста рынка EVs в мире является государственная поддержка, выражающаяся в предоставлении субсидий на покупку электромобилей, налоговых льготах и создании различных мотивационных стимулов (бесплатная парковка, движение по выделенной полосе и др.). Кроме этого, важно отметить, что факторами развития электрического транспорта стало: ужесточение требований со стороны государств мира для традиционных автомобилей (в частности в вопросе предельного объёма выбросов вредных веществ); инвестиционная активность автопроизводителей в сегменте EVs.

15. Наиболее заметными игроками международного рынка AVs и EVs в разрезе ключевых регионов являются: в Европе – Audi, BMW, Bosch, Continental (Германия), NAVYA (Франция), Volvo (Швеция), Yandex (Россия); в Северной Америке – Apple, Ford, GM, Nuro, Tesla, Uber, Waymo (США), Magna (Канада); в АТР – Alibaba, Baidu, Didi Chuxing (КНР), Honda, Toyota (Япония), Hyundai, Samsung (Южная Корея).

16. Объём рынка автономного транспорта России к 2030 году прогнозируется на уровне $4 млрд, а при условии запуска коммерческих беспилотных грузоперевозок – $9,5 млрд. Ключевыми игроками рынка являются «Яндекс», «КАМАЗ», «Электротранспортные технологии».

17. Россия занимает 22 место в мире по индексу готовности стран к использованию автономного транспорта, опережая Мексику, Индию и Бразилию, но уступаю всем развитым и динамично развивающимся стран из Европы, Северной Америки и АТР.

18. Важными факторами развития рынка AVs России являются: (1) правовой эксперимент по опытной эксплуатации ВАТС на автомобильных

дорогах общего пользования Российской Федерации; (2) создание инфраструктуры эксплуатации ВАТС и реализация проекта по созданию Платформы «Автодата»; (3) проведение технологического конкурса Up Great «Зимний город».

19. Основными барьерами для развития AVs в России выступают: отсутствие возможности полноценной интеграция автономного транспорта с дорожной инфраструктурой; недостаточное количество электронных карт (по оценкам ФГБУ «Центр геодезии и картографии» сегодня только 40% карт территории РФ переведено в электронную форму, при этом их разрешение ниже тех требований, которые необходимы для развития сферы AVs); сложность внедрения технологий связи нового поколения (5G).

20. В Российской Федерации по состоянию на середину 2019 года был зарегистрирован парк EVs в размере 4 600 единиц. Объём продаж на рынке электрических автомобилей в 2018 году составил 2 381 электромобиль (144 новых и 2 237 подержанных). Наиболее популярной моделью является Nissan Leaf (более 80% от общего парка EVs). Несмотря на существенный рост количества электрических автомобилей с 2013 г., их доля в общем объёме производства легковых автомобилей России пока ещё остаётся незначительной, немногим более 0,1% по итогам 2018 года. В зависимости от сценария развития рынка его совокупные среднегодовые темпы роста прогнозируются в границах от 6 до 30%.

21. Как показал мировой опыт развития рынка электрических автомобилей, основополагающую роль в стимулировании развития сферы EVs играют различные меры государственной поддержки. В этой части Россия отстаёт от многих стран мира, однако определённые шаги по состоянию на конец 2019 года были сделаны, в их числе: (1) определение электрификации транспортных средств в качестве одного из приоритетных направлений инновационного развития автомобилестроения (согласно «Стратегии развития автомобильной промышленности Российской Федерации на период до 2025 года»); (2) утверждение плана стимулирования и развития

электромобилей на 2018-2020 годы ЕАЭС; (3) реализация отдельных проектов и программ по созданию зарядной инфраструктуры и др.

22. По результатам рассмотрения состояния национального рынка автономного и электрического транспорта могут быть предложены следующие рекомендации по его дальнейшему развитию: совершенствование нормативно-правовой базы; повышение инвестиционной активности со стороны государства и бизнеса в производство отечественных AVs и EVs, заводов по производству батарей / аккумуляторов, а также созданию соответствующей зарядной инфраструктуры; существенное снижение или снятие каких-либо ограничений (пошлин) на ввоз электрического транспорта; стимулирование инновационной деятельности на базе технологических конкурсов, создание широкого пула проектов в сферах AVs и EVs, в том числе в ходе реализации НТИ «Автонет».

Методология исследования

В ходе исследовательской работы на тему: «Состояние и перспективы рынка автономных автомобилей, платформ для электротранспорта и топливных элементов, оценка влияния на развитие российского и международного рынка «Автонет»:

1. Были проанализированы актуальные источники информации за период 2015-2019 гг., включающие:

- отчёты международных институтов и организаций (Международное энергетическое агентство, Всемирный экономический форум и др.),
- материалы исследований крупнейших и наиболее авторитетных консалтинговых компаний мира (McKinsey & Company, Boston Consulting Group, PricewaterhouseCoopers, KPMG, Deloitte),
- аналитические и деловые статьи / рыночные обзоры, опубликованные в ведущих зарубежных и отечественных изданиях (CB Insights, Gartner, Medium, Forbes, CNN Business, Ведомости, Коммерсантъ и др.),
- базы данных о технологических компаниях, работающих в сфере автономного и электрического транспорта (CrunchBase),
- презентационные материалы отраслевых форумов / конференций / семинаров,
- статистические данные, предоставляемые профильными ведомствами / институтами / агентствами,
- официальные сайты компаний, осуществляющих свою деятельность на рынке AVs и EVs,
- другие источники.

2. Встречаемые основные наименования автомобилей, в которых используются технологии автономного вождения: «автономный автомобиль», «беспилотный автомобиль», «самоуправляемый автомобиль» признаются взаимозаменяемыми; наивысшими уровнями автономности автомобиля принимаются уровни, начинающиеся с SAE 3 и выше.

3. В главе 3, посвящённой международной характеристике сферы AVs и EVs, рынок топливных элементов рассматривается в части аккумуляторных батарей для электротранспорта (как наиболее сформировавшийся сегмент) и не выделяется в отдельный предмет исследования на страновом уровне ввиду существенной концентрации объёма производства в одном регионе мира (АТР) с ярко выраженным лидером, занимающим единолично более 60% от общего показателя производства по миру (КНР).

4. В качестве опорного материала для описания национальных рынков AVs и EVs и их сравнительного анализа (глава 4) были выбраны отчётные материалы KPMG и IEA за 2018-2019 гг. в части следующих показателей:

• Индекс готовности стран к использованию автономного транспорта AVRI (Autonomous Vehicles Readiness Index),

• Парк EVs (общее количество, продажа новых электромобилей, доля рынка, количество зарядных станций).

При этом, ввиду исключительной важности рассмотрения индекса готовности стран к использованию автономного транспорта в рамках проводимого анализа рынка AVs, справочная информация о методологии его расчёта и результатах международного рейтинга отдельно представлены в приложении 1 и приложении 2 соответственно; парк EVs анализируется в части чистых электромобилей (BEV) и подключаемых гибридных (PHEV).

5. Были использованы следующие методы исследования:

- прогнозирования,
- сравнительный анализа,
- экономические анализа.

Глава 1. Общие сведения о беспилотных автомобилях, автомобилях высокой степени автоматизации и электрических автомобилях

Идея автоматизации управления не является новой для транспортной отрасли. Системы автоматизации управления транспортным средством сегодня широко распространены в авиации, на железнодорожном транспорте, в складской логистике. Во многих городских метро и аэропортах применяются беспилотные поезда. Созданы беспилотные транспортные средства для использования в условиях опасных и тяжёлых производств, например, при добыче ископаемых в шахтах и карьерах или в условиях сельскохозяйственной отрасли, где у транспортных средств не возникает тех сложностей, которые свойственны дорогам общего пользования.

Сама идея создания беспилотного транспорта имеют давнюю историю. Ещё в конце 40-х годов XX в. в компании General Motors обсуждались вопросы автоматизированного движения. В качестве инструмента управления рассматривались провода переменного тока, встроенные в дорожное полотно. Осуществляя движение над ними, автомобиль мог получать сигнал через катушку индуктивности [79].

В конце 1970-х годов появились цифровые камеры и начала развиваться компьютерная обработка видеоизображений, в 1980-1990 гг. скорость и качество обработки резко повысились (во многом этому способствовало динамичное развитие и рост популярности видеоигр). Этот период времени определил вектор развития автономного транспорта. К концу 1980-х годов стали появляться прототипы беспилотных автомобилей, основанных на цифровой электронике [79].

В 2000-х годах прогресс в развитии микроэлектроники и видеопроцессоров способствовал прорыву в сфере автономного транспорта. В это время ведущие университеты мира начали соперничать в разработках прототипов беспилотных автомобилей, чему во многом способствовали крупные государственные гранты США. В 2004 году Агентством перспективных проектов Пентагона (DARPA) было объявлено о первом

соревновании полностью автономных автомобилей, для которых устанавливалось задание: преодолеть 230 км трассу без вмешательства человека. В этом конкурсе победитель не был установлен (никто не добрался до финиша), а в 2005 году победитель гонки DARPA стала команда, представлявшая Стэнфордский университет [79].

Характеризуя современное состояние и планы развития автономного транспорта важно заметить, что большинство крупных автопроизводителей по состоянию на 2019 год объявило о намерении в течение всего нескольких лет выпустить свою модель беспилотного автомобиля. Существующие сегодня автомобили разных уровней автономности находятся в стадиях исследований / испытаний на дорогах общего пользования. Появление этой вехи в беспилотном вождении стало возможно за счёт постепенного создания и внедрения компаниями инноваций в выпускаемые ими транспортные средства. Так, уже более десяти лет существуют различные системы / функции помощи водителю (ADAS), которые встраиваются компаниями в серийных выпуск автомобилей. В таблице 1 отражены ключевые достижения и планы крупнейших автопроизводителей мира в сфере автоматизации вождения.

Табл. 1. Достижения и планы крупнейших автопроизводителей мира

Функция	Год	Компания: Факты / Планы
Адаптивный круиз-контроль	2006	Mercedes S-class, Volvo S80, BMW 7
Функция параллельной парковки	2006	Toyota (сначала только с камерами, но затем интегрирована с ультразвуковыми датчиками парковки)
Экстренное торможение	2008	Mercedes S-class
Система удержания полосы движения	2014	Mercedes S-class & E-class, Lincoln MKS & MKZ, Ford Fusion, Explorer, Taurus, Infinity Q50, Toyota Prius
Однополосный шоссейный автопилот	2016	Mercedes, Tesla Model S (управление автомобилем без использования рук при движении по трассе), Cadillac Super Cruise
Автопилот в пробках	2017	Nissan, Audi, Volvo
Автономная парковка	2017	Nissan
Шоссейный автопилот со сменой полосы движения	2018	Nissan
Городской автопилот	2022	BMW, Nissan
Полностью автономный автомобиль	2025	Mercedes, Jaguar

Источник: BCG

В главе 3, во время обзора деятельности ключевых компаний международного рынка автономного и электрического транспорта, будет проведён более подробный анализ их текущих результатов и планов в части автоматизации движения транспортных средств.

В данной главе отметим, что **беспилотными автомобилями и автомобилями высокой степени автоматизации являются транспортные средства, которые позволяют осуществлять движение как без необходимости осуществления контроля со стороны человека за процессом управления, так и в рамках контроля (в большей / меньшей степени) за движением с возможностью, в случае необходимости, взять управление в свои руки.**

Эффективное функционирование транспортных средств с различной степенью автоматизации движения возможно за счёт работы специального компьютерного ПО, а также различных систем и датчиков, некоторые из которых отображены на рис. 1.

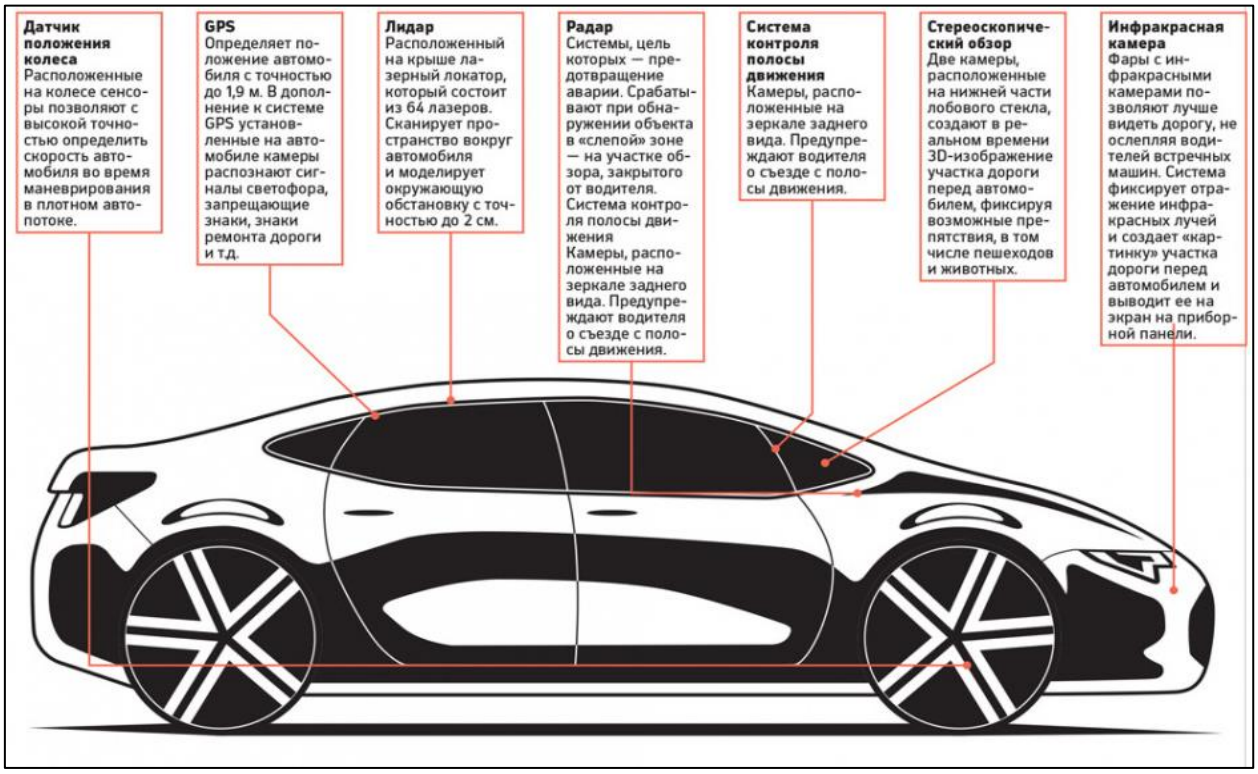


Рис. 1. Датчики и системы, обеспечивающие работу автономного автомобиля
Источник: Teslamotors, РБК

Важно заметить, что общее количество датчиков, установленных систем и вычислительная мощность, обеспечивающего обработку данных компьютера, находятся в прямой зависимости от уровня автономности транспортного средства. **Полностью автономный автомобиль генерирует большой объём данных, который по современным оценкам, учитывающим проводимые испытания в США, может достигать значения от 4 до 152 Тб в день** [64;198].

Следует также отметить, что по мнению экспертов рынка, **автономный автомобиль будущего будет отвечать концепции ACES (Autonomous driving, Connectivity, Electrification, Shared mobility)**.

Далее в рамках главы 1 рассмотрим:

- классификацию уровней автономности автомобиля,
- полигоны для тестирования подключённых автомобилей и автомобилей с высокой степенью автоматизации управления,
- классификацию автомобилей с электрических приводом.

1.1 Классификация уровней автономности автомобиля

На настоящий момент времени существует несколько классификаций уровней автономности автомобиля относительно степени вовлечённости водителя в управление. Наибольшее распространение получила классификация, предложенная в 2014 году профессиональным сообществом автомобильным инженеров (SAE) в техническом стандарте J3016 (его обновление осуществлялось дважды – в 2016 и 2018 году). Данная классификация стала со временем общепринятой как среди бизнеса (автопроизводители, IT-компании, инвесторы), так и в различных странах мира (национальные правительства, регуляторы).

Согласно SAE, выделены шесть уровней автономности автомобиля: от её отсутствия (нулевой уровень) до полной автономности (пятый уровень). В основе каждого из уровней лежит вопрос решения так называемой «задачи динамического вождения» (Dynamic Driving Task, DDT), её можно интерпретировать, как задачу фактического управления транспортным средством. Рассмотрим более подробно каждый из уровней автономности [178; 179]:

1. **SAE 0. Нулевой уровень / Отсутствие автономности**. К данному уровню относятся автомобили, в которых управление находится исключительно в сфере ответственности человека, даже с учётом установленных систем активной безопасности (антиблокировочная, экстренного торможения и др.) – данные системы не автоматизируют решение DDT на постоянной основе.

2. **SAE 1. Первый уровень / Помощь водителю**. Управление автомобилями первого уровня также осуществляется человеком, ему доступны функции помощи водителю в части руления или торможения / ускорения. Эти функции (например, адаптивный круиз-контроль) обеспечивают лишь частичную автоматизацию в решении DDT и человек, при их активации, должен быть готов взять управление в свои руки.

3. SAE 2. Второй уровень / Неполная автономность. Ко второму уровню автономности относятся автомобили также с частичной автоматизацией решения DDT, когда водитель может активировать функции помощи в рулении, а также функции помощи в торможении / ускорении. При этом он обязан осуществлять постоянный мониторинг за движением транспортного средства и в случае опасности / нестандартной ситуации взять управление в свои руки.

4. SAE 3. Третий уровень / Условная автономность. Автомобили третьего уровня автономности отличаются от второго уровня в степени готовности человека переключить управление на себя. Если на втором уровне она может характеризоваться как практически мгновенная, то на третьем уровне степень готовности рассматривается как резервная (в случае оповещения системой автономного вождения человек должен взять управление в свои руки).

5. SAE 4. Четвёртый уровень / Высокая автономность. К четвёртому уровню автономности относятся автомобили, управление которыми со стороны человека не требуется, также, как и не требуется его активная готовность переключить управление на себя. Несмотря на то, что решение задачи динамического вождения полностью автоматизировано, функционирование транспортных средств четвёртого уровня автономности возможно лишь при определённых условиях (например, в локальных границах, климатических зонах и др.).

6. SAE 5. Пятый уровень / Полная автономность. Автомобили пятого уровня автономности характеризуются абсолютной автономностью в решении задачи динамического вождения без необходимости задействования человека. При этом такие автомобили могут осуществлять движение при любых условиях, связанных с местностью и погодными условиями.

Все рассмотренные уровни автономности автомобиля схематично представлены на рис. 2.

Рис. 2. Уровни автономности автомобиля согласно SAE
Источник: SAE J3016

В настоящее время на создание автомобилей с высокими уровнями автономности управления направлены значительные усилия многочисленных участников рынка, включая традиционных автопроизводителей, IT-компаний, производителей комплектующих, микроэлектроники, разработчиков программных решений, специализированных компаний (в том числе стартапов) – системных разработчиков беспилотных транспортных средств.

Несмотря на ряд открытых вопросов технического и правового характера, аналитики ожидают начала массового выпуска автомобилей уровней SAE 3 и SAE 4 в течение ближайших 5 лет. Автомобили 5 уровня автономности (SAE 5) появятся на дорогах общего пользования значительно позже и будут востребованы в основном для таких направлений, как городская

логистика / мобильность, грузоперевозки, доставка «последней мили», транспорт для людей отдельных социальных категорий.

Многие автопроизводители тестируют сегодня автомобили 3 уровня автономности. Например, автомобиль Audi A8 проходит испытания с функционирующей системой беспилотного управления в пробках (TJP). TJP позволяет водителю не участвовать в процессе управления, однако следит за его состоянием за счёт специально установленных сенсоров. В случае необходимости, система оповещает водителя об отклонении от стандартных условий беспилотного движения и целесообразности перехода управления автомобилем человеку [153].

Пилотные проекты по запуску автомобилей 4 уровня автономности активно реализуются дочерними компаниями Google, GM – Waymo и Cruise соответственно, а также некоторыми другими.

Испытаний автомобилей 5 уровня автономности пока не проводится. По словам Илона Маска, Tesla будет готова к ним уже в 2020 году. Однако, как отмечают эксперты в сфере AVs, потребуется более 10 лет для формирования необходимой регуляторной и технологической среды. С точки зрения технологий речь идёт о масштабном внедрении V2X, требующей в том числе развёртывание нового поколения связи 5G.

Немаловажное значение играют и вопросы безопасности. Любые происшествия, связанные с беспилотным движением (Tesla, Uber) откладывают принятие развитыми странами регуляторной базы, открывающей возможности для полноценного использования автомобилей наиболее высоких уровней автономности.

Важно также заметить следующее. Статистически современные автомобили, управляемые человеком, безопаснее чем когда-либо. Внедрение инновационных решений, например, систем оповещения водителей ещё более улучшит общую статистику. Так, Volvo с 2020 года планирует оснащать все свои автомобили специальными системами, реагирующими на отвлечение внимания / опьянение водителя и принимающими в случае обнаружения

подобных признаков, решения по замедлению скорости автомобиля / полному прекращению движения. Принимая данный факт в анализ перспектив беспилотного транспорта, для правительств многих стран мира потребуются существенные доказательства безопасности использования AVs 4/5 уровня автономности [153].

1.2 Полигоны для тестирования подключённых автомобилей и автомобилей высокой степени автоматизации управления

Создание и внедрение подключённых транспортных средств и транспортных средств с высокой степенью автоматизации функций управления требует решения ряда вопросов как технического, так и юридического характера. Одним из таких вопросов является разделение ответственности между изготовителями транспортных средств, их владельцами и органами технического регулирования. Ключевой подход к решению этого вопроса сформулирован в решении 68 сессии Всемирного форума по безопасности дорожного движения, состоявшейся 24−26 марта 2014 года, утвердившей изменения в Венскую Конвенцию о дорожном движении 1968 г. Изменения допускают наличие на автомобиле систем, воздействующих на управление транспортным средством, при условии, что указанные системы прошли проверку соответствия международным правовым документам, под которыми подразумеваются Правила ООН. Таким образом, конфликт с требованием постоянного контроля над управлением ТС со стороны водителя разрешается введением требования обязательной проверки соответствия систем автоматизации управления.

Реализация данного подхода предполагает разработку требований и методов испытаний подключённых транспортных средств и транспортных средств с высокой степенью автоматизации функций управления и создания инфраструктуры для проведения таких испытаний. Такие испытания будут направлены, в первую очередь, на проверку функциональной безопасности транспортного средства, что потребует проведения как натурных, так и имитационных тестов. Необходимость последних связана как с требованиями совместимости подключённых транспортных средств с элементами дорожной и иной инфраструктуры, так и с проверкой сценариев, воссоздание которых в натурных испытаниях затруднительно или опасно. Создаваемая инфраструктура может быть использована для отработки требований и методов оценки соответствия подключённых транспортных средств и

транспортных средств с высокой степенью автоматизации функций управления и, в дальнейшем, проведения таких испытаний для серийных транспортных средств.

На сегодняшний день во многих лидирующих в развитии беспилотного транспорта странах, представляющих ключевые регионы мира созданы / создаются (в том числе благодаря поддержке государства) независимые испытательные центры и полигоны для автономных автомобилей, целями которых являются:

- разработка требований к автомобильным системам и компонентам с целью формирования содержания нормативных правовых и технических документов,
- проверка соответствия в тех случаях, когда требования нормативных документов уже определены,
- принятие решений о допустимости тестирования новых технологий на дорожной сети общего пользования.

Независимые тестовые полигоны, как правило, создаются либо при аккредитованных технических службах, специализирующихся на сертификационных и иных испытаниях транспортных средств (например, IDIADA, TÜV Rheinland, UTAC), либо при исследовательских центрах или университетах. Их финансирование осуществляется совместно исследовательской / испытательской организацией и местным правительством иногда при поддержке федеральных (центральных) профильных ведомств (в США, КНР) или институтов ЕС (в Европе).

Краткая информация о некоторых тестовых полигонах в мире представлена ниже.

Mcity (Мичиган, США). Полигон MCity, созданный при Мичиганском университете в 2015 году, представляет собой аналог города на площади около 130 тыс. м^2. Реализация проекта (его стоимость оценивается в $10 млн.) стала возможна за счёт объединения усилий государства и бизнеса. Здесь были спроектированы улицы с перекрёстками, дорожными знаками, светофорами,

макетами пешеходов и велосипедистов; скоростная дорога, туннель, участки с кольцевым и односторонним движением. Mcity создан таким образом, чтобы тестировать беспилотные автомобили в условиях, связанных, например, с разным качеством дорожного полотна, частично повреждёнными дорожными знаками или стёртой разметкой и пр. Конфигурация города может меняться благодаря подвижным элементам объектов, расположенных на полигоне. По состоянию на 2019 год Mcity имеет около 60 партнёров, включая крупнейших автопроизводителей и IT-компании (GM, BMW, Renault, Tesla, Intel, Drive.ai, Nvidia, Bosch и др.); около 20 активных исследовательских проектов; более $26 млн. инвестиций в проекты автономного и подключённого транспорта; более 100 студентов и аспирантов, занимающихся научными исследованиями [28; 213].

Millbrook Proving Ground (Милбрук, Великобритания). История тестового полигона Millbrook берёт своё начало в 1970 году. На сегодняшний день это один из крупнейших независимых полигонов Европы, позволяющий испытывать транспортные средства в разных условиях. Общая протяжённость дорог полигона составляет 70 км, включая дороги в холмистой местности, скоростные, городские, сельские и другие. В сентябре 2019 года при финансовой поддержке государства (£51 млн.) специально для тестирования технологий беспилотного вождения в Милбрук была открыта отдельная зона (Autonomous Village) для реализации проектов в сфере подключённых и автономных автомобилей [29; 150].

CATARC Yancheng Proving Ground (Яньчэн, КНР). Тестовый полигон в нескольких часах езды от Шанхая был введён в эксплуатацию в конце 2011 года в форме совместного предприятия CATARC, Yancheng Chengda Industry General Corporation и Dafeng City Dafeng Port Development and Construction Co., Ltd. Инвестиции в создание полигона составили около $300 млн. Он включает в себя 15 типов разных дорог общей протяжённостью в 60 км. Полигон рассчитан как на испытания автономных автомобилей

национальных автопроизводителей, так и открыт к работе с зарубежными компаниями (один из важнейших партнёров CATARC – Continental) [86; 91].

Отдельно отметим, что КНР в 2020 году планирует запустить в пригороде Пекина (район Шуньи) испытательный полигон для беспилотных автомобилей площадью 200 тыс. м^2. Плановый уровень инвестиций в его строительство составлял $69,7 млн. Как предполагается, национальные автопроизводители и IT-компании также создадут здесь свои исследовательские и технические подразделения для развития транспортных средств нового поколения [16].

В Российской Федерации полигон для тестирования автомобилей с высокой степенью автоматизации управления создаётся в рамках проекта НТИ «Автонет» – «Цифровой полигон» (на базе испытательного полигона ФГУП НАМИ в Дмитровском районе Московской области). Целью проекта является создание инфраструктуры, позволяющей сформировать методологические подходы, методические рекомендации и методики проведения натурных испытаний, эксплуатации, техобслуживания автомобилей с высокой степенью автоматизации управления, ИТС и систем, обеспечивающих их взаимодействие, а в дальнейшем проводить доводочные и сертификационные испытания указанных систем.

В 2018 году участники проекта создали участок полигона для реализации сценариев движения в режиме «Город». Была развёрнута сервисная V2X платформа, проведено оснащение участка придорожными устройствами связи V2X, проведена отработка сценариев повышения безопасности движения в режиме «Город».

В 2020 году планируется расширение оснащённой территории полигона в целях реализации сценариев движения в режимах «Автомагистраль» / «Загородное шоссе» / «Сельские дороги», доработка сервисной V2X платформы для поддержки сценариев повышения безопасности и эффективности движения в указанных режимах.

Также запланирована модернизации оборудования V2X для поддержки актуальных стандартов связи ITS-G5 и C-V2X, создание системы для проведения имитационных испытаний функций управления.

1.3 Классификация автомобилей с электрическим приводом

В современный период времени в мире сложилась следующая классификация автомобилей с электрических приводом [7; 22]:

1. Чистый / Классический электромобиль (Battery Electric Vehicle, BEV). Автомобиль с электроприводом, у которого единственным источником энергии является аккумуляторная батарея, её зарядка осуществляется от внешних источников энергии.

2. Гибридный автомобиль (Hybrid Electric Vehicle, HEV). Автомобиль с комбинированной силовой установкой, которая состоит из ДВС и электрического двигателя с аккумуляторной батареей. Ёмкость бортовой батареи гибридного автомобиля позволяет преодолеть только на электрической тяге минимальное расстояние (несколько км). Основное предназначение электропривода и батареи в данном классе автомобилей – снижение среднего расхода углеводородного топлива за счёт рекуперативного торможения, а также благодаря оптимизации работы ДВС в процессе набора автомобилем скорости, когда происходит расход наибольшего количества топлива. Важно заметить, что в HEV не предусмотрена возможность заряда батареи от внешних источников электроэнергии, она возможна только во время движения автомобиля.

3. Подключаемый к сети гибридный автомобиль (Plug-In Hybrid Electric Vehicle, PHEV). Автомобиль с комбинированной силовой установкой, состоящей из ДВС и электрического двигателя с аккумуляторной батареей. Ёмкость бортовой батареи подключаемого к сети гибридного автомобиля обеспечивает сравнительно меньший пробег, чем в классическом электромобиле, но её заряда бывает достаточно в условиях непродолжительных городских поездок. Здесь, в отличие от HEV, предусмотрена возможность заряда батареи от внешних источников электроэнергии. Отметим также, что отдельным видом PHEV является

автомобиль с увеличенным запасом хода (Range-Extended Electric Vehicle, REEV).

4. Автомобиль на топливных / водородных элементах питания (Fuel Cell Electric Vehicle, FCEV). В этом классе автомобилей ключевым является преобразование водорода в электрическую энергию, посредством которой осуществляется движение автомобиля. Это преобразование происходит в блоке топливных элементов, каждый из которых представляет собой электрохимический генератор, где проходит реакция, при которой водород окисляется и вырабатывает энергию, которая питает электродвигатель и другие системы автомобиля. Аккумуляторный блок заряжается за счёт рекуперативной энергии.

Для наглядности представления каждого из выделенных типов электромобилей и лучшего понимания особенностей их работы приведём рис. 3.

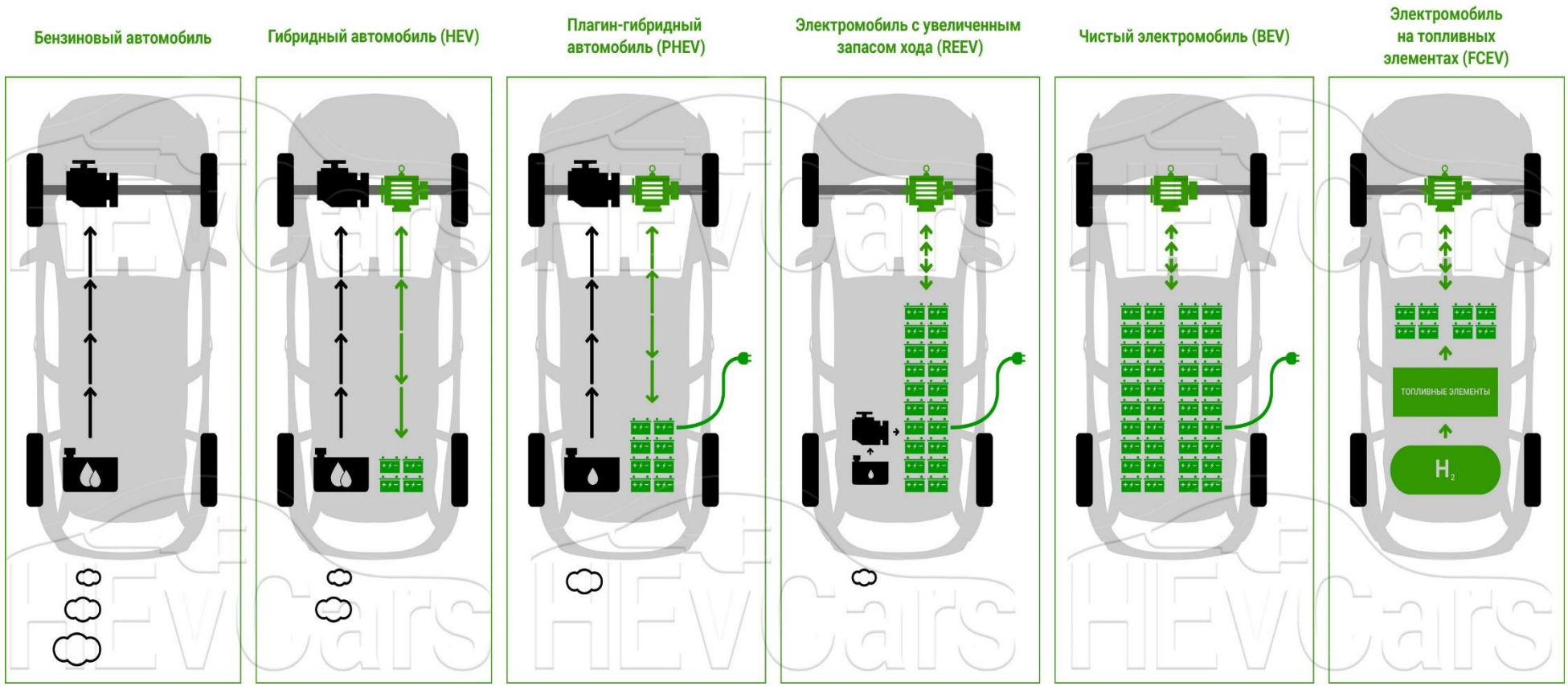


Рис. 3. Принципы работы автомобилей с электрическим приводом по сравнению с традиционным автомобилем
Источник: HEvCars

Переходя к главе 2, обратимся к вопросам, связанным с технологическими аспектами автономных и электрических автомобилей, которые включают:

- Технологии автоматизации управления транспортным средством,
- Технологии для подключённого автомобиля,
- Современные технологические решения для автономного и электрического транспорта.

Глава 2. Технологические аспекты автономных и электрических автомобилей

2.1 Технологии автоматизации управления транспортным средством

Существуют различные классификации технологий автоматизации управления транспортным средством. В рамках данной пункта работы рассмотрим классификацию относительно решаемых ими задач:

1. Получение данных о состоянии окружающей среды, состоянии и положении автомобиля при помощи датчиков. В качестве источников данных могут использоваться видеокамеры, лидары, радары, ультразвуковые датчики, акселерометры, гироскопы, компас, приёмники глобальных навигационных спутниковых систем, а также каналы связи для получения дополнительной информации от внешних систем, окружающих автомобилей и объектов дорожной инфраструктуры.

2. Построение модели окружающей среды путем объединения данных, полученных из различных источников. Решение данной задачи требует применение методов математической обработки, таких как фильтр Байеса и фильтр Кальмана, для построения наиболее вероятной пространственной модели.

3. Локализация автомобиля в пространстве путем сравнения построенной пространственной модели с известной картой окружения. Данный этап требует наличия указанной карты, покрывающей всю территорию использования транспортного средства. Важно отметить, что пространственная модель, построенная на предыдущем шаге, может использоваться для уточнения карты (эта технология получила название SLAM – Simultaneous Localization and Mapping). Таким образом, технология построения пространственной карты местности и доставки её необходимых фрагментов на борт транспортного средства является необходимой для автоматизации управления транспортным средством.

4. Планирование пути движения транспортного средства. Решение этой задачи основано на применении алгоритмов машинного обучения и

требует значительного количества «тренировочных» данных, в том числе для предсказания поведения окружающих объектов. Для предсказания также используются физические модели окружающих объектов распознанных типов. Обучение, как правило, производится в три этапа: (1) обучение в режиме имитации в виртуальной среде, (2) обучение в условиях испытательного полигона и (3) обучение в условиях реальных дорог общего пользования. Описанный 3-стадийный процесс определяется возможностью создания / моделирования различных режимов движения и дорожной обстановки.

5. **Собственно управление транспортным средством для выполнения необходимого маневра.** Решение этой задачи требует применения технологий электрификации управления (Drive by Wire), которые уже сегодня широко применяются в серийных транспортных средствах

Создание перечисленных технологий является сложной и трудоёмкой задачей, для её решения участники рынка объединяются в партнёрства, примеры которых будут приведены в главе 3.

Следует отметить, что, несмотря на значительный прогресс в создании указанных технологий, их промышленное применение требует решения ряда системных вопросов. В качестве примера можно привести проблему оценки функциональной безопасности созданных транспортных средств.

В настоящее время наиболее распространённый подход к оценке функциональной безопасности основан на стандарте ISO 26262 «Road Vehicles - Functional Safety», который позволяет оценить уровень функциональной безопасности на основе анализа рисков. Однако, данный подход, вероятно, нуждается в доработке в случае кооперативного функционирования многих транспортных средств на основе взаимодействия друг с другом и дорожной инфраструктурой. Отличие этой ситуации от автомобиля, функционирующего независимо, имеет несколько причин:

- независимость функционирования элементов (транспортное средство может действовать независимо, его реакция на полученную информацию не детерминирована),
- независимость происхождения (независимые разработчики / изготовители транспортных средств),
- эволюционная независимость (возможность сосуществования автомобилей различных поколений, независимость перехода к новому поколения различных изготовителей),
- коллективный характер целей (цели могут быть достигнуты только при коллективном участии, например, экономия топлива при караванном движении или повышение эффективности дорожного движения).

По перечисленным причинам многие исследователи рассматривают совокупность автомобилей с высокой степенью автоматизации функций управления как «систему систем», и указывают на необходимость дополнительного изучения проблемы функциональной безопасности в такой системе.

В это же время в автомобильной промышленности отсутствуют готовые подходы к решению этой проблемы. Некоторые эксперты отмечают, что такие исследования проводились применительно к другим отраслям промышленности, однако, адаптация этих исследований к автомобильным сценариям требует дополнительной работы.

Таким образом, проблема функциональной безопасности автомобилей с высокой степенью автоматизации функций управления на сегодняшний день недостаточно изучена и требует проведения дополнительных исследований. Приведённый пример иллюстрирует сложность массового внедрения автомобилей с высокой степенью автоматизации функций управления на базе применения различных технологий. Успешные испытания единичного экземпляра не всегда гарантируют безопасность его эксплуатации на дорогах общего пользования, так как безопасность определяется коллективным взаимодействием участников дорожного движения.

Возвращаясь к вопросу технологий автоматизации, целесообразно провести их анализ относительно занимаемой ими фазы на цикле зрелости технологий согласно Hype Cycle Gartner в текущий период времени (2019 г.).

Если рассматривать **перспективные технологии согласно Gartner Hype Cycle за 2019 год** (рис. 4), то можно выделить следующие три группы технологий (отмечены красным цветом), имеющих непосредственное отношение к беспилотным автомобилям.

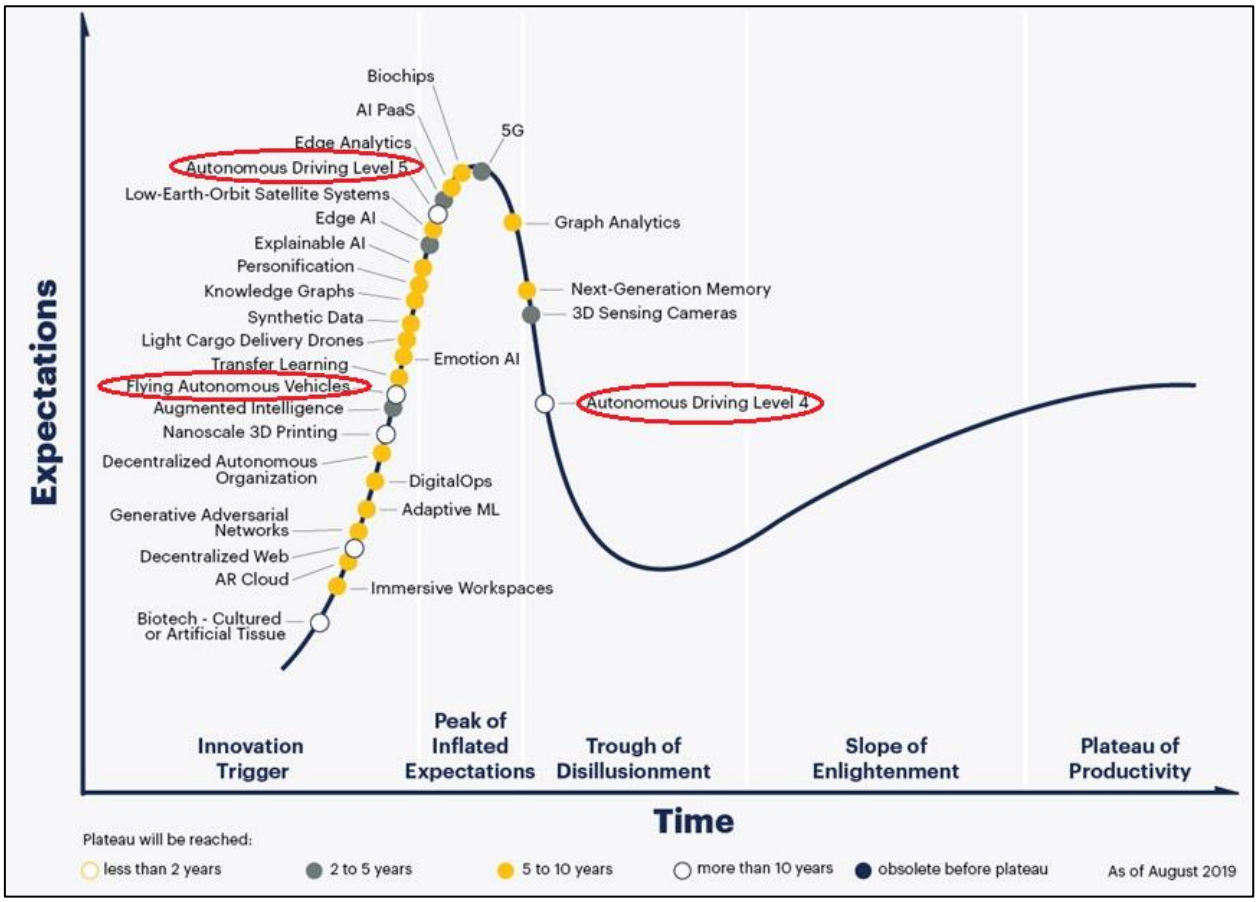


Рис. 4. Перспективные технологии согласно Gartner Hype Cycle (2018 год)
Источник: Gartner

Беспилотные летательные транспортные средства (Flying Autonomous Vehicles). Беспилотные летательные транспортные средства находятся в фазе «инновационный триггер» с достижением фазы «плато продуктивности» более чем через 10 лет.

Согласно Gartner, к такому виду транспорта можно отнести автономные (беспилотные) самолёты / «летающие автомобили». Они предназначены для работы в автономном режиме или при дистанционном управлении в целях

перевозки грузов или пассажиров (воздушное такси) и могут способствовать решению целого ряда задач (сравнительно быстрое перемещение пассажиров и грузов, оптимизация доставки на участках «последней мили»).

Такие компании, как Airbus и Uber Technologies, уже проявили интерес к беспилотным летательным транспортным средствами (по модели воздушного такси) и начали соответствующие разработки.

Несмотря на то, что перспектива полётов над различными городскими районами является достаточно привлекательной и перспективной, такие транспортные средства сталкиваются с серьёзными проблемами при внедрении (нормативное правовое регулирование полётов, наличие наземной инфраструктуры, безопасность, шумовые характеристики, ограниченное перемещение в зависимости от типа топливных элементов).

Влияние на бизнес беспилотного летательного транспорта прогнозируется, как умеренное для большинства компаний. В тоже время для отдельных категорий компаний, связанных, например, с мобильностью и логистикой, оно может быть достаточно высоким. Так, одна из ведущих корпораций мира Amazon может массово начать использовать данный тип летательных аппаратов для доставки своих товаров, что приведёт к снижению расходов и ускорению сроков выполнения заказов.

- **5 уровень автономности вождения (Autonomous Driving Level 5)**. 5 уровень автономности вождения находятся в фазе «пик завышенных ожиданий» с прогнозируемым периодом достижения фазы «плато производительности» более чем через 10 лет.

Полностью автономные транспортные средства (SAE 5) будут значительно отличаться, в том числе в части дизайна от традиционных автомобилей и могут существенно повлиять на бизнес и общество. Для людей автомобиль может стать новым пространством для отдыха, работы, развлечений, общения и др. Для бизнеса использование AVs 5 уровня автономности, например, в сфере логистики существенно повысит эффективность использования транспортного парка.

- **4 уровень автономности вождения (Autonomous Driving Level 4).** 4 уровень автономности вождения находится в фазе «Избавление от иллюзий» с достижением фазы «плато производительности» более чем через 10 лет.

Согласно Gartner, автомобили данного уровня автономности (SAE 4) будут иметь ограниченное применение (движение возможно лишь при определённых условиях, например, в локальных границах, климатических зонах и пр.). Чтобы достичь массового внедрения технологий наивысших уровней автономности вождения необходима работа, направленная на рост доверия к беспилотным технологиям, повышение уровня безопасности во время их использования и на создание эффективной регуляторной среды.

Влияние на бизнес и общество технологий 4 уровня автономности вождения также признаётся существенным.

Применение систем автоматизации вождения для автомобилей высоких уровней автономности в условиях дорог общего пользования осложняется многообразием окружающей среды и необходимостью взаимодействия с остальными участниками дорожного движения. Эти два обстоятельства до недавнего времени сдерживали применение технологий AVs. В ближайшие годы ожидается их более активное развитие.

2.2 Технологии для подключённых транспортных средств

Как будет показано в главе, посвящённой анализу международного рынка AVs и EVs, технологии подключённого автомобиля имеют большое значение для потребителей, часть из которых оценивает их существенный потенциал в части личного использования во время управления автомобилем.

На современном периоде развития автомобильной отрасли мира можно выделить следующие технологии для подключённого автомобиля относительно уровня зрелости и распространения на рынке (рис. 5).

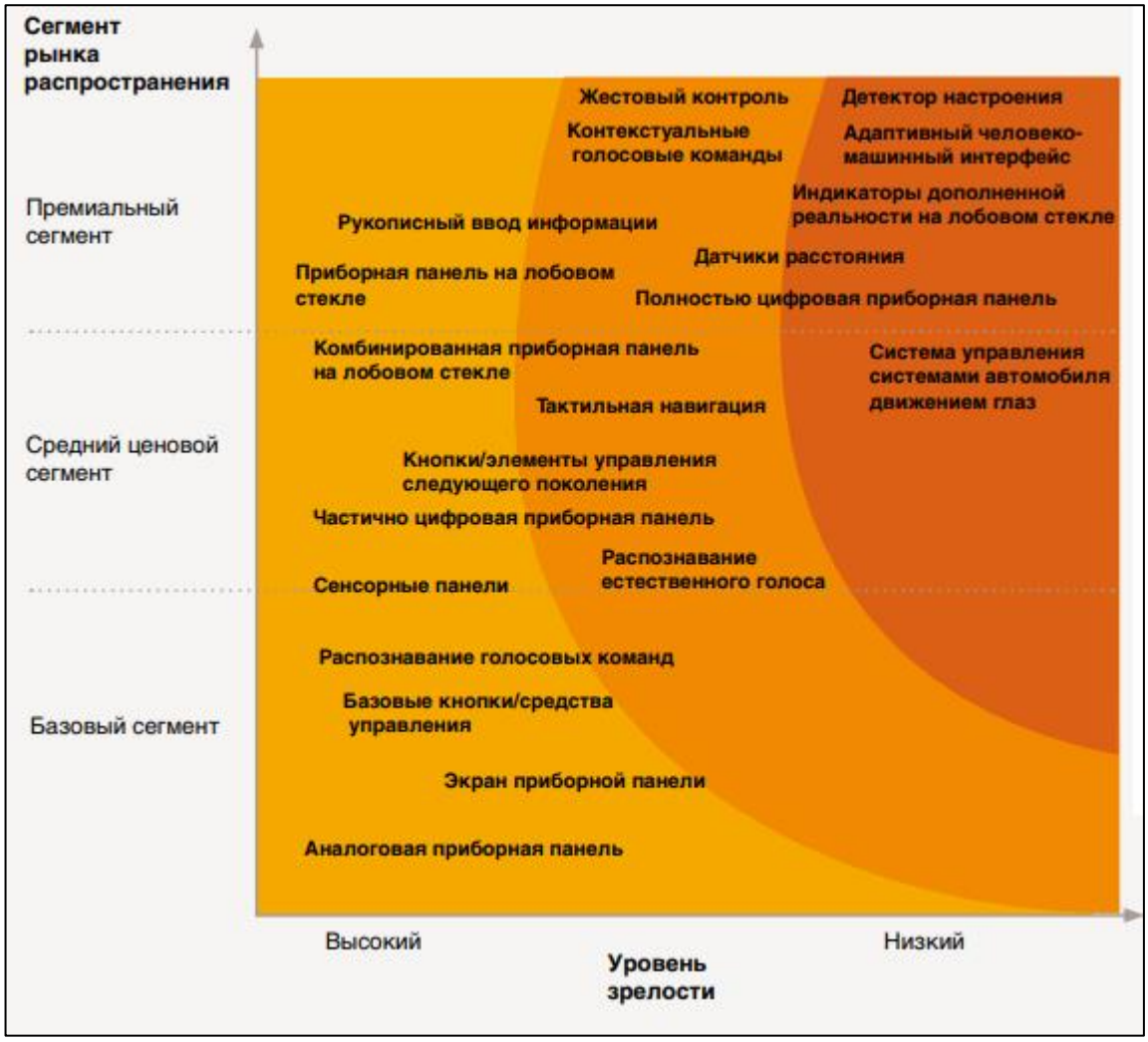


Рис. 5. Технологии Connected Cars: уровень зрелости и распространения на рынке (2017 г.)
Источник: PwC

На данном рисунке представлены следующие категории технологий [17]:

■ Удовлетворяющие массовый спрос. Технологии как стандартные опции с небольшим потенциалом для дифференциации. Для поддержания конкурентоспособности на рынке существенно важным параметром является низкая стоимость.

■ Дифференцирующие потребительский сегмент. Технологии, перемещающиеся из премиального в массовый сегмент. Масштабирование играет важную роль при использовании ценовых преимуществ на рынке.

■ Инновационные технологии. Технологии являются ключевым дифференцирующим фактором для производителей комплектного оборудования. Разработка и внедрение новых технологий требует от производителей комплектного оборудования быстрого освоения новых навыков и знаний. Для поддержания конкурентоспособности на рынке существенно важным параметром является способность внедрять инновации.

Если рассмотреть **технологии подключённых транспортных средств согласно Gartner Hype Cycle за 2018 год** (рис. 6), то можно заметить следующее.

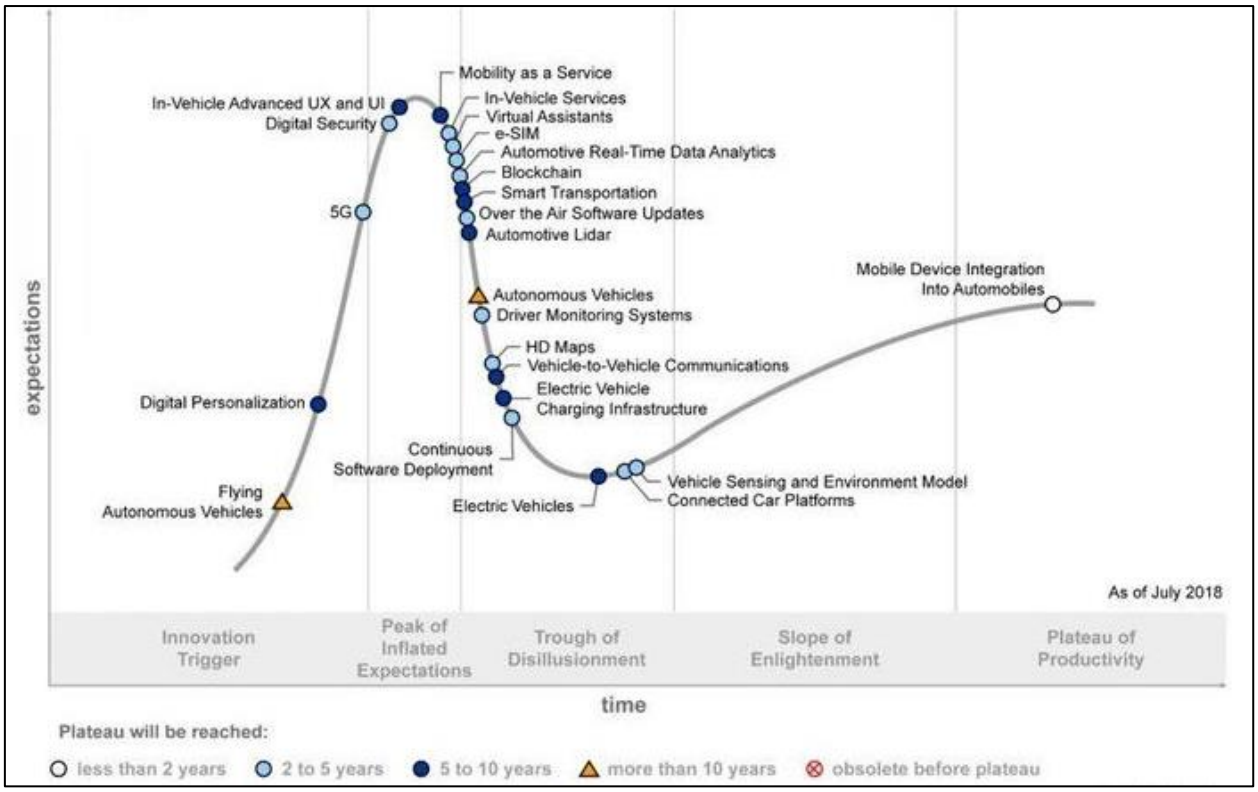


Рис. 6. Технологии подключённых т/с согласно Gartner Hype Cycle (2018 год)
Источник: Gartner, Forbes

В наше время на фазу «плато производительности» вышли технологии, связанные с интеграцией мобильных устройств в автомобили. Автономные и электрические транспортные средства расположены в фазе «избавление от иллюзий», достижение ими «плато производительности» ожидается в период от 5 до 10 лет для EVs и более чем через 10 лет для AVs.

2.3 Обзор современных технологических решений для автономного и электрического транспорта

По состоянию на 2019 год, помимо наблюдения тенденций по активному развитию и внедрению новейших технических решений в сфере AVs и EVs, становятся заметными изменения в части технического оснащения транспортных средств.

Новейшие технологии внедрены в автомобилях как премиального сегмента, так и массового. В массовом сегменте применяются такие решения, как [18]:

- частичная синхронизация смартфонов с мультимедийным центром,
- частичное голосовое управление и управление жестами,
- камера заднего вида с активным ассистентом парковки,
- бесконтактный доступ в багажник,
- видоизменяемые цифровые панели приборов и др.

Помимо перечисленного, в премиальном сегменте могут быть реализованы также следующие технологические решения [18]:

- наблюдение за ситуацией вокруг припаркованного автомобиля со смартфона,
- дистанционная парковка,
- возможность консультации с сотрудниками информационного центра через бортовой компьютер,
- помощь в управлении в условиях плотного потока, дорожных пробок и при дальних поездках,
- беспроводная зарядка смартфона,
- проекционный дисплей в области лобового стекла и пр.

В 2018 году компанией PwC были выделены следующие категории важнейших технологий, решения из сферы которых, оказывают существенное влияние на развитие автономного и электрического транспорта:

1. Технологии для улучшения качества и безопасности автомобиля.

2. Технологии для повышения комфорта водителя.

Ключевые решения из выделенных групп технологий рассмотрены в таблице 2.

Табл. 2. Технологии для улучшения качества и безопасности автомобиля, а также для повышения комфорта водителя

Технологии для улучшения качества и безопасности автомобиля	Технологии для повышения комфорта водителя
Система ограничения управления в аварийных ситуациях	Анатомическая форма салона автомобиля, в том числе адаптивная эргономичная форма сидений, руля и т.д.
Комплексное обслуживание автомобиля в случае пропажи или угона	Мониторинг состояния автомобиля, данных бортового компьютера, сервисных интервалов
Уменьшение веса автомобиля, достигаемое за счёт downsizing и использования лёгких сплавов	Безключевой доступ к открытию дверей и запуску двигателя
Лазерные устройства и видеокамеры, предотвращающие столкновения и автоматизирующие парковку автомобиля, а также упрощающие процесс управления автомобилем в плотном потоке движения	Использование новейших бортовых компьютеров с широким функциональным набором и ЖК-дисплеем, позволяющим управлять всеми узлами автомобиля, включая индивидуальные настройки двигателя и трансмиссии
Использование телеметрии стиля вождения и состояния автомобиля, позволяющее снизить стоимость страховки и своевременно получать информацию о необходимых услугах планового и внепланового ТО	Диджитализация клиентского сервиса, возможность синхронизации работы автомобиля с цифровыми устройствами
Фары с адаптивным светопотоком, реагирующие на уровень освещения, уклон дороги, препятствия и наличие других автомобилей	Вывод информации и показаний приборов на лобовое и боковые стёкла автомобиля с элементами дополненной реальности
Дифференцируемый режим работы двигателя, позволяющий оптимизировать расход топлива	Управление системами автомобиля при помощи жестов и голоса
Активное отслеживание состояния здоровья водителя	Биометрический доступ к управлению автомобилем

Источник: PwC

Далее перейдём к вопросам международного рынка автономных и электрических автомобилей, включающим в себя, помимо экономического анализа, характеристику деятельности ключевых компаний (традиционных автопроизводителей и IT компаний) в сфере AVs и EVs.

Глава 3. Международный рынок автономных и электрических автомобилей

Современный рынок автомобильного транспорта характеризуется (с точки зрения генерирования доходов) в основном продажей автомобилей и их сервисным (послепродажным) обслуживанием. **В 2017 году объём международного рынка составлял около €3 трлн., к 2030 году он может практически удвоиться и достигнуть уровня в €5,5 трлн.** Это произойдёт за счёт создания и работы новых бизнес-моделей, основанных на концепции MaaS и использовании данных. Экспертами предполагается, что новые бизнес-модели / технологии / сервисы, отвечающие глобальным трендам автомобильной отрасли, ACES (автономное вождение, подключаемость, электромобильность и совместное использование), обеспечат около 80% всех отраслевых доходов [52].

На настоящий период времени автономный и электрический транспорт являются одними из наиболее перспективных сегментов автомобильного рынка будущего, в следующих пунктах рассмотрим их характерные черты / особенности.

3.1 Международный рынок автономных автомобилей

Рынок автономных автомобилей находится в стадии формирования и характеризуется тем, что на сегодняшний день не существует автомобилей серийного производства, которые можно отнести к наиболее высоким уровням автономности для использования на дорогах общего пользования.

Однако при этом, **согласно Gartner, уже существует производство и реализация так называемых «автомобилей готовых к автономности»** (автомобили с установленным оборудованием и компьютерными системами, потенциально способные обеспечивать полностью автономное движение без контроля человека; для повышения уровня автономности им может потребоваться только новое программное обеспечение).

По состоянию на 2019 год объём глобального рынка беспилотных автомобилей, включающего транспортные средства 3, 4, 5 уровня автономности, а также соответствующее аппаратное и программное обеспечение для AVs в коммерческой и потребительской сфере оценивается в $54,23 млрд. [70]. Долгосрочные прогнозы развития рынка автономных автомобилей согласно различным оценкам приведены в табл. 3.

Несмотря на существенную разницу в прогнозах объёма рынка автономных автомобилей, его **совокупные среднегодовые темпы роста оцениваются на уровне, превышающем 40% согласно всем актуальным источникам**.

По своему объёму рынок AVs может увеличиться в 3-11 раз относительно текущего значения.

Ведущими в мире компаниями, разрабатывающими и испытывающими технологии автономных автомобилей, являются компании, страна базирования которых – США. Особенным штатом в этом отношении выступает Калифорния, где сосредоточено большое количество высокотехнологичных компаний и где законодательство разрешает тестовые запуски AVs на дорогах общего пользования.

Табл. 3. Глобальный рынок AVs: долгосрочный прогноз объёма ($ млрд.) и CAGR (%)

Объём рынка, $ млрд.	CAGR, %	Период, год	Сегменты Рынка	Источник
42,0	н/д	2025	Частично и полностью автономные автомобили, а также системы управления	BCG [79]
172,3	> 60*	2024	Автомобили 1,2,3,4,5 уровня автономности, аппаратное и программное обеспечение, а также соответствующие услуги в том числе на основе развивающихся технологий (5G, AI, IoT и др.) в потребительской и коммерческой сфере AVs	Cision PR Newswire [129]
556,7	39,5	2026	Автомобили 3,4,5 уровня автономности, аппаратное, программное обеспечение и соответствующие услуги на их основе в потребительской и коммерческой сфере беспилотного транспорта	Allied Market Research [70]
615,2	41,5	2026	Автомобили 1,2,3, 4, 5 уровня автономности, аппаратное, программное обеспечение и соответствующие услуги в потребительской и коммерческой сфере AVs	Research and Markets [76]

*отдельные сегменты рынка AVs

Источник: составлено НП «ГЛОНАСС»
по данным BCG, Cision PR Newswire, Allied Market Research, Research and Markets

Согласно данным за 2018 год, абсолютным лидером по испытаниям на дорогах общего пользования Калифорнии (из расчёта пройденных автономным автомобилем миль и количеством пройденных миль без сбоев, когда от человека не требуется управление) является американская компания Waymo (Google), рис. 7. Она испытывает 125 автомобилей.

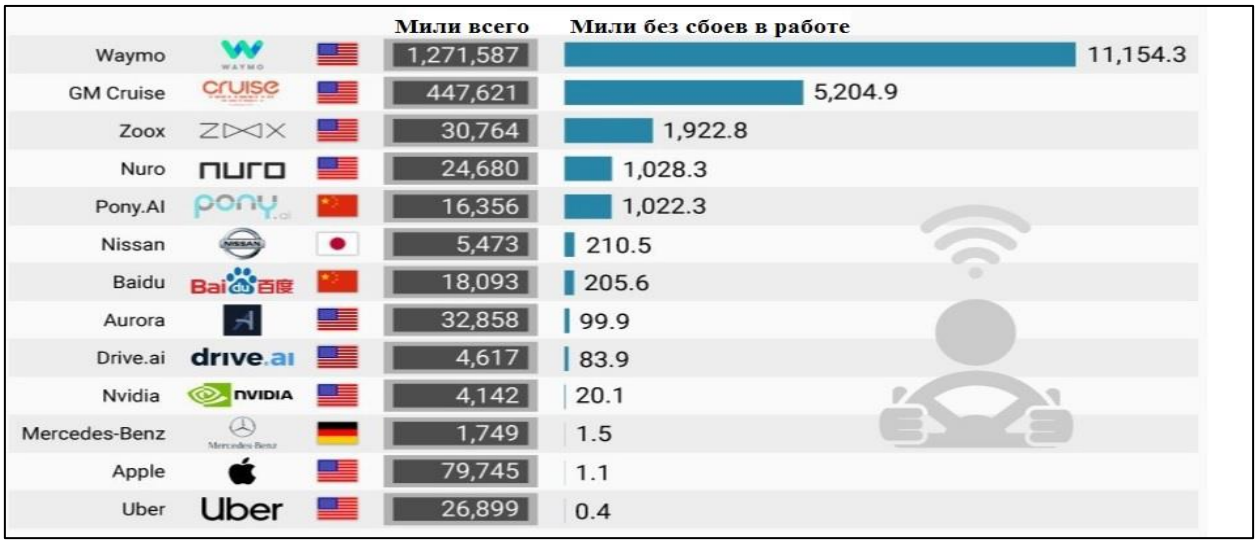


Рис. 7. Испытания компаниями AVs на публичных дорогах Калифорнии, мили (2018 г.)
Источник: Medium, DMV, Statista

На втором месте после Waymo идёт также компания из США – Cruise (General Motors), она испытывала 163 AVs.

Следует отметить, что в статистической информации, представленной на рис. 7, не учтено расстояние, преодолеваемое автономными автомобилями вне Калифорнии / на частных дорогах, а некоторые компании (например, Tesla) официально не испытывают автомобили высоких уровней автономности в Калифорнии и не подают сведения в соответствующие службы (DMV).

В основном **многие компании рынка AVs к 2021 году планируют создание и коммерциализацию автомобилей 3 и 4 уровня автономности**, некоторые из компаний (GM, Ford, Waymo) заявляют, что к этому периоду времени ими возможен выпуск автомобилей 5 уровня автономности [68].

На рис. 8 представлены компании относительно прогнозируемых целей по достижению того или иного уровня автономности автомобиля (согласно затратам на R&D, полученным патентам, активности на рынке M&A и др.).

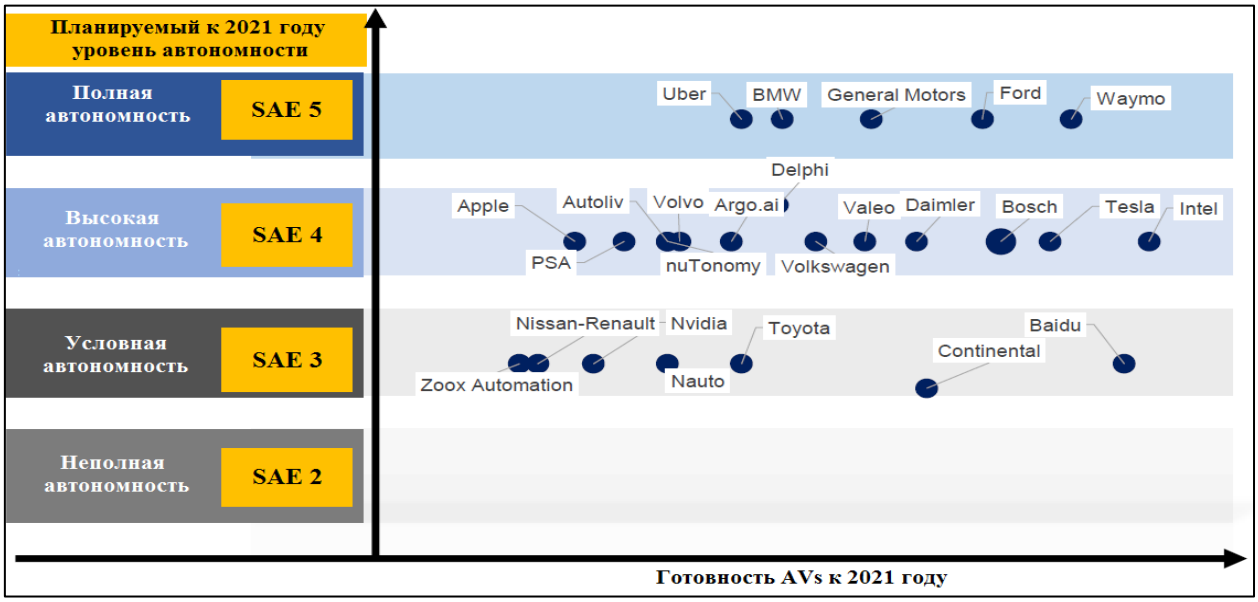


Рис. 8. Прогноз готовности AVs по уровню автономности у основных компаний рынка (2021 г.)
Источник: DRAUP

По данным DRAUP [68], в 2018 году TOP 25 компаний рынка AVs инвестировали $32-34 млрд. в развитие технологии автономного вождения. Из них $10-11 млрд. приходились на внутренние проекты, связанные с созданием

собственных решений (аппаратное и программное обеспечение, платформы и др.), $22-23 млрд. – на внешние инициативы (сделки M&A, формирование партнёрств, работа венчурного фонда и др.).

Наибольшая доля инвестиций во внутренние проекты, связанные с автономными автомобилями (49%), осуществлялась компаниями, работающими в Северной Америке (рис. 9).

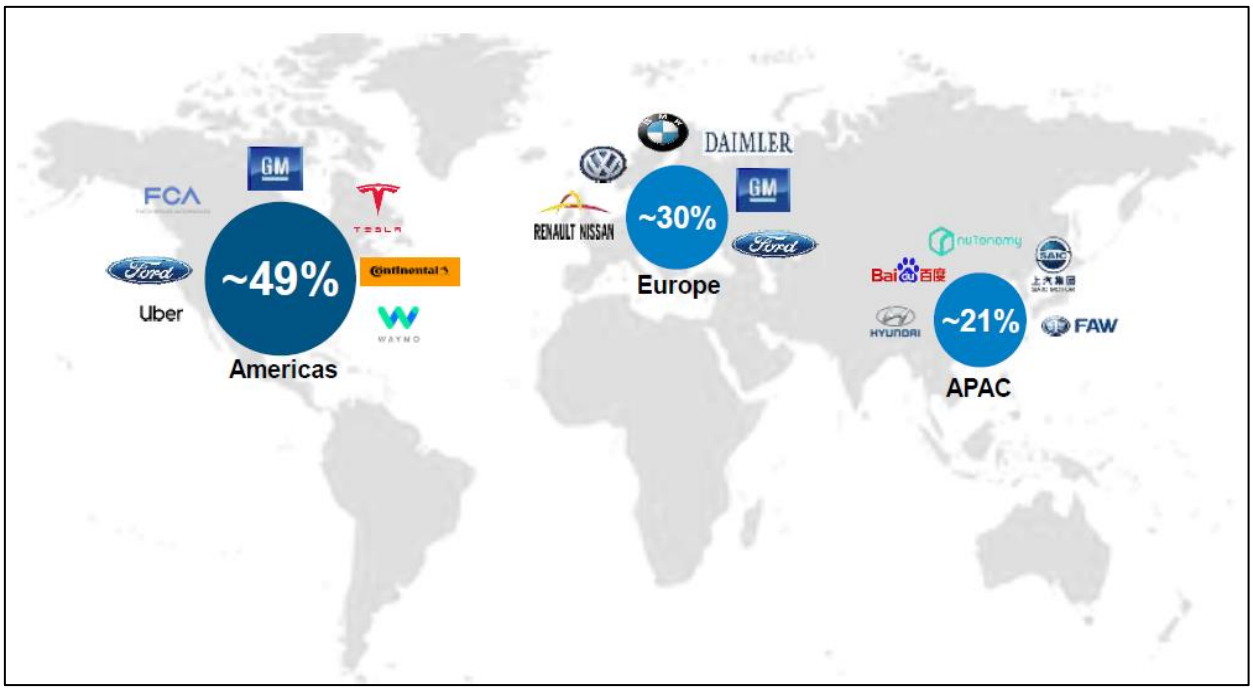


Рис. 9. Доля внутрикорпоративных инвестиций на проекты AVs по регионам мира (2018 г.)
Источник: DRAUP

На втором месте после Северной Америки идёт Европа (30%) и на третьем – АТР (21%). Лидерство Северной Америки можно объяснить преимуществами региона в части технологического развития и наличия благоприятной регуляторной среды для испытания автономных автомобилей в том числе полностью беспилотных на дорогах общего пользования. В США активную поддержку в развитии AVs оказывает NHTSA (Национальное управление по безопасности дорожного движения при Министерстве транспорта).

В структуре внутренних инвестиций значительную часть (более 50%) занимали проекты по созданию систем контроля, компьютерного зрения, а также сенсоров для автономных автомобилей.

Наибольшая в денежном выражении активность во внешних инвестициях (около 80%) была зафиксирована за компаниями – производителями полупроводников, далее следовали традиционные автомобильные компании и IT-компании, разрабатывающие решения в сфере AVs (рис. 10).

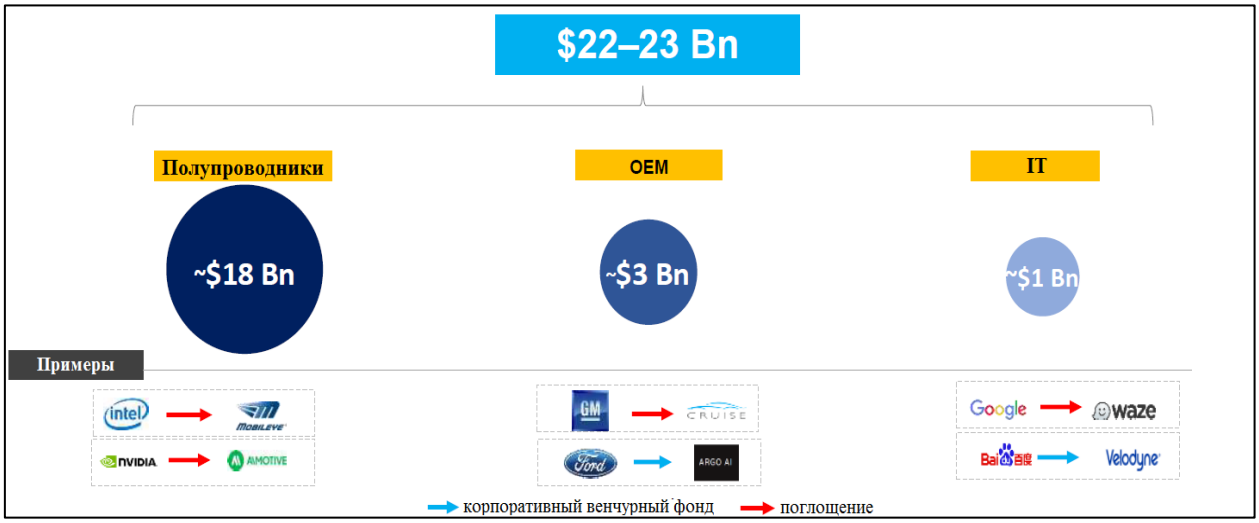


Рис. 10. Внешние инвестиции в проекты развития AVs по типу компаний рынка (2018 г.)
Источник: DRAUP

Важно заметить, что основная цель внешних инвестиций – это приобретение новых компетенций в сфере AVs для ведущих компаний на рынке автономных автомобилей.

Наиболее важными компаниями-целями для лидеров международного рынка AVs выступали стартапы, ведущие деятельность в сфере картографических сервисов, сенсоров и систем контроля.

На рис. 11, где представлен общий рейтинг компаний по существующим у них решениям в сфере автономных автомобилей, можно это заметить, изучив их активность по направлению «поглощение» (карта ключевых сделок на рынке M&A по направлению AVs размещена в приложении 3).

Лидером упомянутого выше рейтинга, по данным DRAUP, является компания Waymo. Достаточно сильные позиции занимают и традиционные автопроизводители, среди которых выделяется Ford, осуществивший

инвестиции в размере $1 млрд. в Agro AI для будущего создания автономных автомобилей в коммерческих целях.

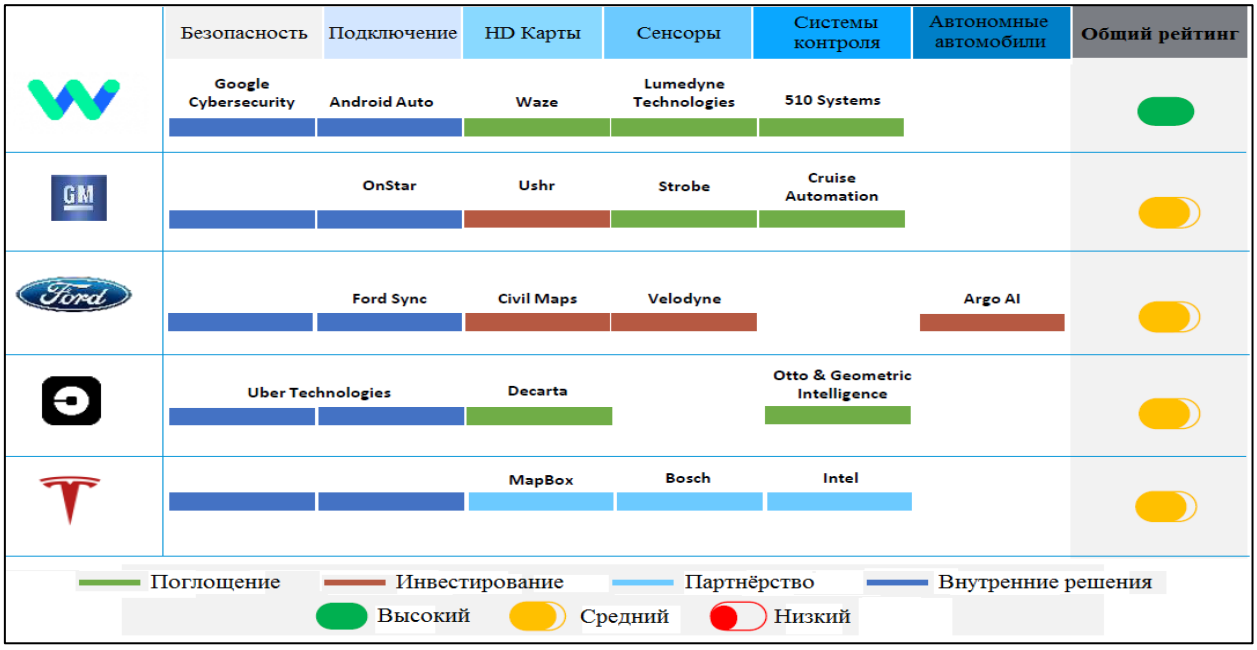


Рис. 11. Рейтинг лидеров мирового рынка AVs по технологическим решениям (2018 г.)
Источник: DRAUP

Для компаний-лидеров мирового рынка AVs важной характеристикой выступает количество патентов в сфере технологий автономного вождения. Пиковое значение в количестве полученных патентов в данной сфере было зафиксировано в 2017 году (321 патент был получен 118 участниками рынка беспилотных автомобилей).

Динамика показателей количества получаемых патентов и их обладателей с 2014 года представлена на рис. 12.

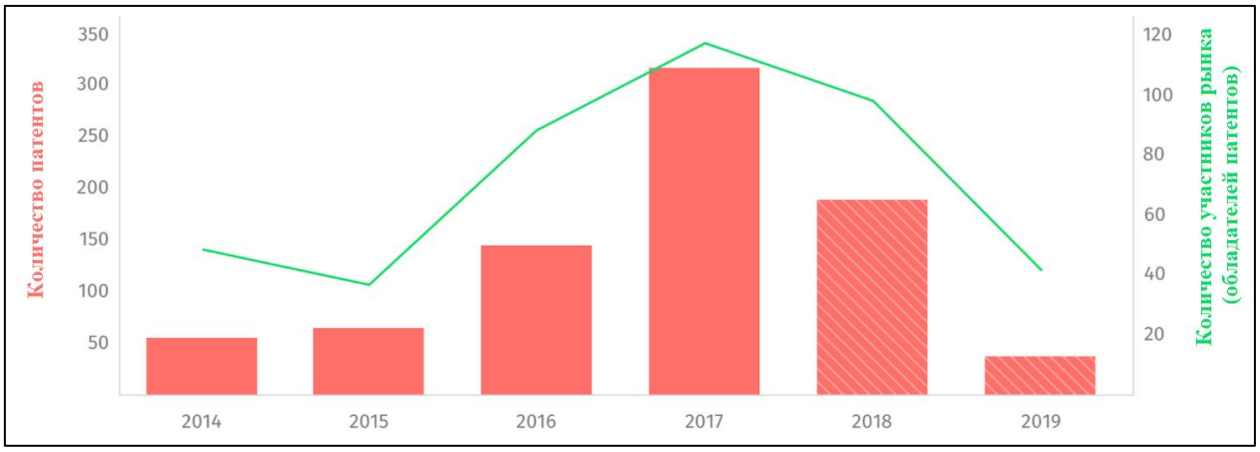


Рис. 12. Динамика количества патентов и их обладателей в сфере AVs (2014-2019 гг.), ед.
Источник: Medium

В современный период времени, как заметно из рис. 12, наблюдается снижение активности участников рынка в получении патентов в сфере автономных автомобилей.

Среди международных компаний лидером по количеству патентов является японская Toyota, которая в совокупности имеет 127 патентов, достаточно близко с 78 патентами далее идёт китайская Baidu.

ТОР 10 компаний по количеству патентов в сфере AVs отображены на рис. 13.

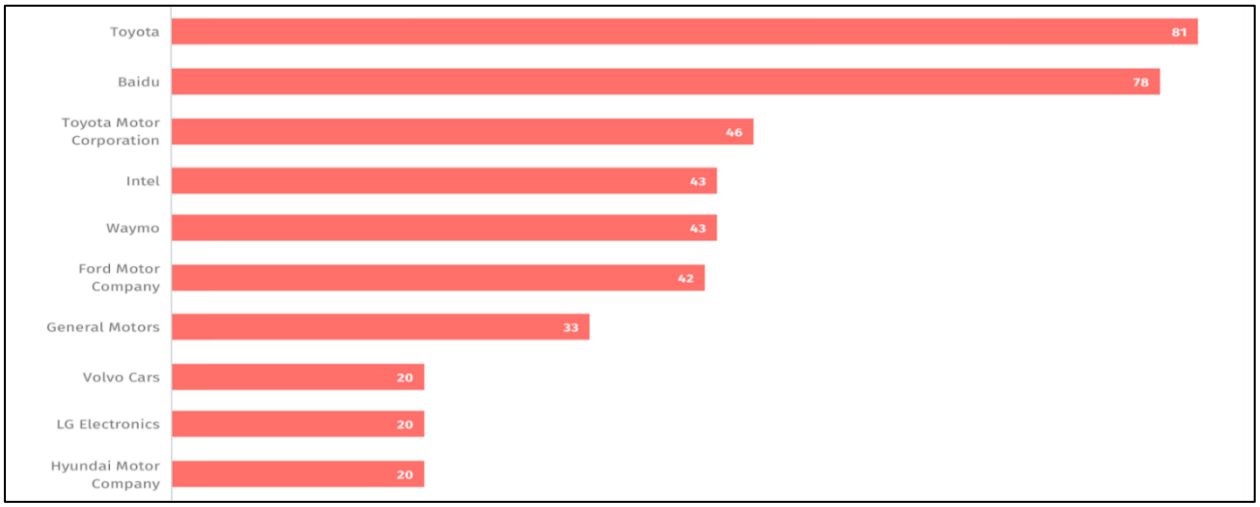


Рис. 13. ТОР 10 компаний по количеству патентов, полученных в сфере AVs (2019 г.), ед.
Источник: Medium

Наиболее значимые позиции после лидеров, Toyota и Baidu, занимают: Intel и Waymo (США) – по 43 патента, Ford (США) – 42 патента, GM (США) – 33 патента, Volvo (Швеция) – 20 патентов, LG и Hyundai (Южная Корея) – по 20 патентов.

Более подробная информация о работе части из приведённых выше компаний будет рассмотрена в п. 3.3 исследовательской работы перед анализом региональных и национальных рынков AVs и EVs.

В 2018 году в технологические проекты, связанные с автономным транспортом по всему миру был привлечён рекордный объём венчурных инвестиций, оценивающийся порядком $7-10 млрд. (более чем в два раза больше значения 2017 года), общее количество заключённых сделок составляло более 140 [187; 209].

Динамика объёмов привлечённых венчурных инвестиций и количества сделок в сфере AVs с 2010 года и по настоящий момент времени рассмотрена на рис. 14.

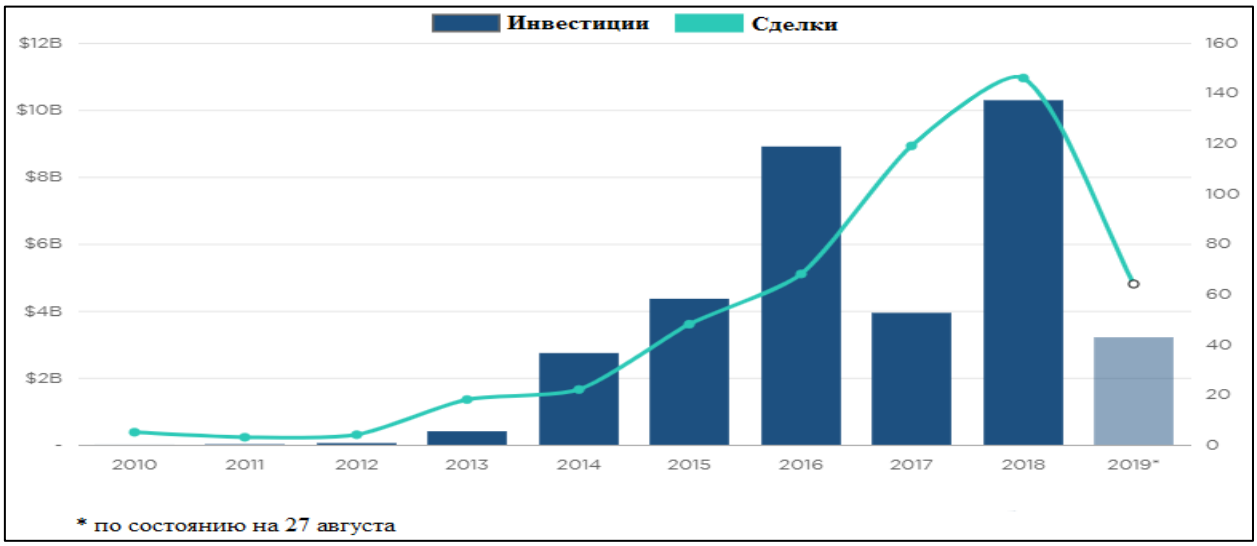


Рис. 14. Динамика венчурных инвестиций и количества сделок в сфере AVs (2010-2019 гг.), $
Источник: PitchBook

Наибольшая активность с 2010 года по числу закрытых сделок, связанных с самоуправляемым транспортом, приходится на Trucks Venture Capital (17 сделок). Компания инвестировала в May Mobility, Starsky Robotics, Quadric и др. проекты в сфере разработок технологий AVs в том числе в грузовом сообщении, а также новейшего программного обеспечения.

Крупнейшие по числу закрытых с 2010 года сделок инвестиционные компании (за исключением работы акселераторов) приведены в табл. 4.

Табл. 4. TOP 11 инвесторов в технологические проекты AVs (2010-2019 гг.)

Инвестиционная компания	Количество сделок	Примеры технологических компаний в сфере AVs / получателей инвестиций
Trucks Venture Capital	17	Gatic AI, DeepScale, Seeva, Nauto, Cruise
New Enterprise Associates	13	Built Robotics, WayRay, Mighty AI, Uber
Maniv Mobility	12	Phantom Auto, Arbe Robotics, Oryx Vision
Toyota AI Ventures	12	May Mobility, Metawave, Boxbot, Blackmore
Y Combinator	10	Embark, Scale Labs, Starsky Robotics
Motus Ventures	9	Metamoto, Auro, Locomation, Civil Maps
Plug and Play Tech Center	9	Innoviz Technologies, Lunewave, Ottopia
Robert Bosch Venture Capital	9	Prophesee, Allegro.AI, Almotive, DeepMap
Sequoia Capital China	9	Semidrive (Nanjing), Momenta, PlusAI, Nio
IDG Capital	9	Kuandeng Technology, Zoox, Xpeng, Pony.ai
Intel Capital	9	Singulato Motors, ZMP, Mighty AI, AEye

Источник: PitchBook

Если рассмотреть структуру сделок по раундам привлечения инвестиций (рис. 15), то можно отметить следующее.

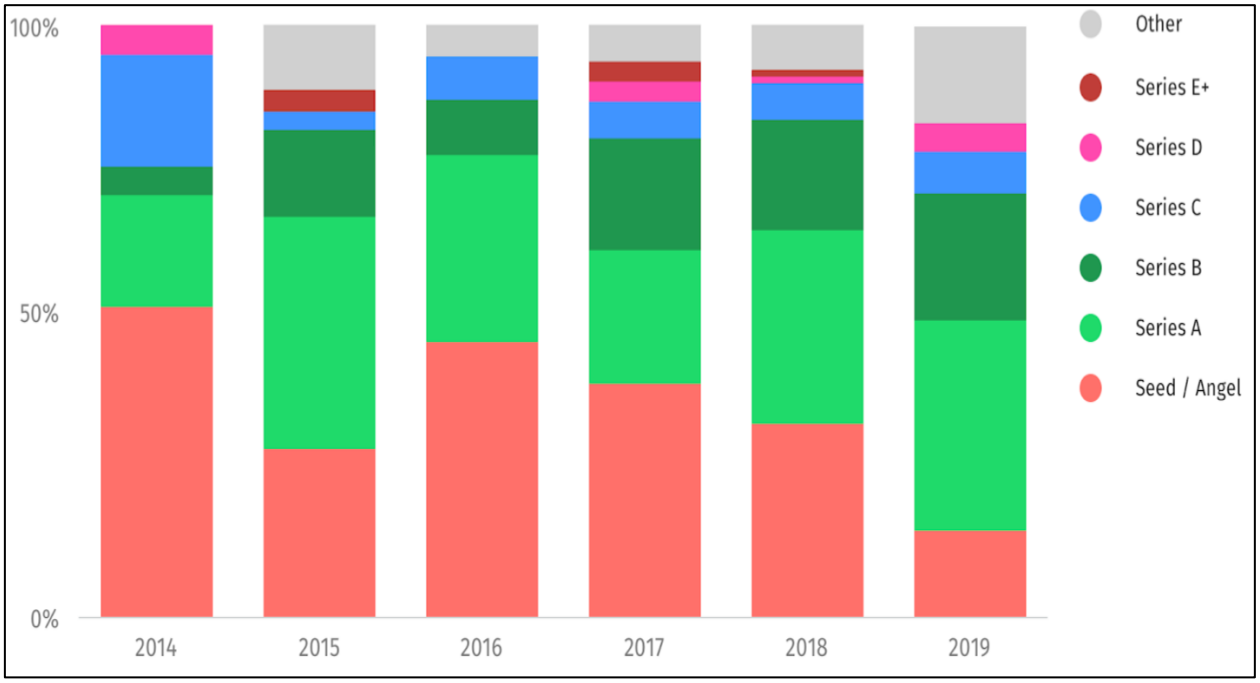


Рис. 15. Структура сделок по раундам привлечения инвестиций в проекты AVs (2014-2019 гг.)
Источник: Medium

Более 60% сделок, совершённых в 2018 году, являлись сделками на ранних стадиях финансирования (посевные / ангельские, раунд А). В 2019 году (по состоянию на окончание 3 квартала) их доля существенно снизилась (на 17%) и, как отмечают эксперты, данная тенденция может продолжиться и в 2020 году, так как инвесторы, вероятно, будут осуществлять консолидацию своих активов, вложения в которые производились в 2016-2018 гг. В 2019 году сделки на последних раундах финансирования занимали 28% от общего количества [187].

В последние несколько лет наблюдается рост средней суммы сделки (и её медианного значения) в сфере автономных автомобилей. В 2018 году среднее значение выросло на 60% (с $40 млн. до $64 млн.). А за неполный период наблюдений в 2019 году она увеличилась уже более чем на 90% к 2018 году и составляет $122 млн. Медианное значение увеличилось с уровня $10 млн. в 2017-2018 гг. до $18 млн. в 2019 году.

Динамику показателей среднего и медианного значения сделок по направлению беспилотного транспорта с 2014 года можно проследить, обратившись к рис. 16.

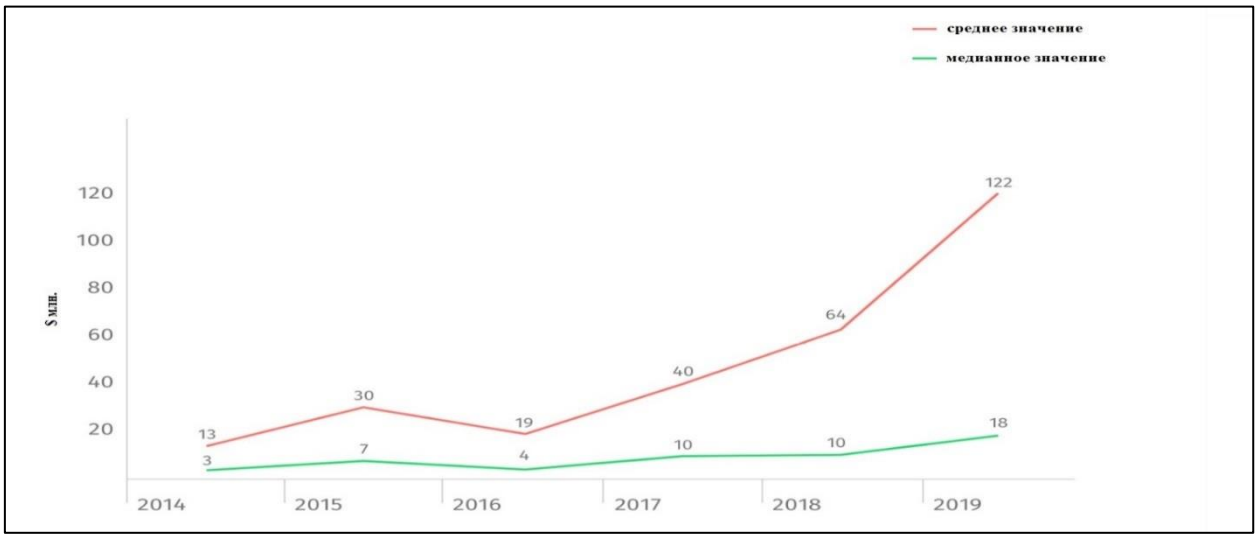


Рис. 16. Среднее и медианное значение стоимости сделок в сфере AVs (2014-2019 гг.), млн. $
Источник: Medium

Ниже, на рис. 17, представлено ТОР 10 компаний, которые привлекли за последние годы наибольшее количество инвестиций.

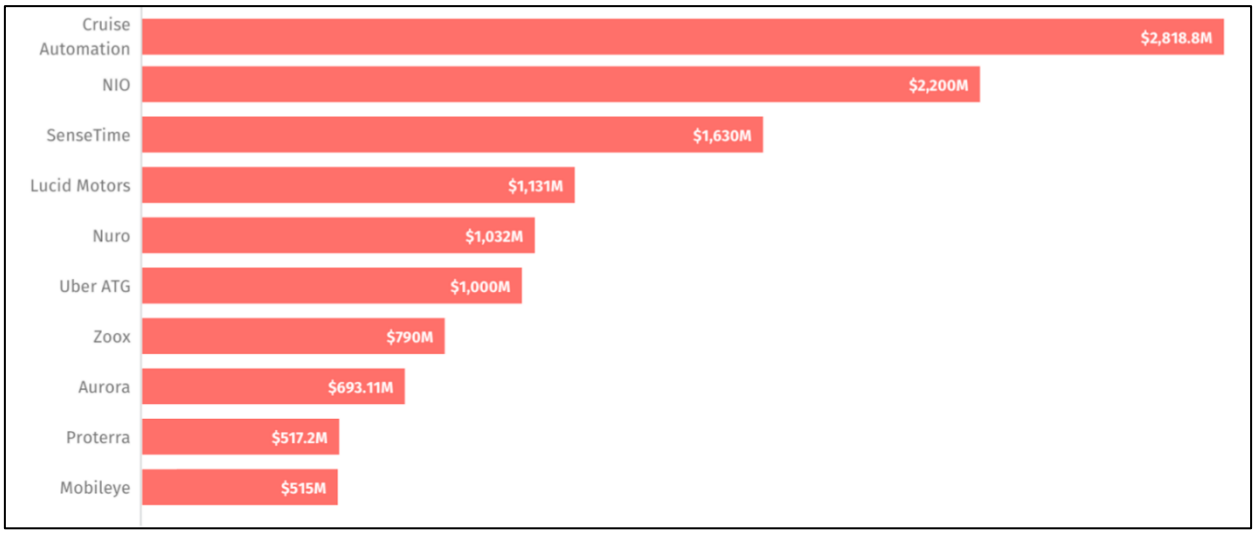


Рис. 17. ТОР 10 компаний сферы AVs с наибольшим кол-вом привлечённых инвестиций, млн. $
Источник: Medium

Как заметно из рис. 17, **лидером по объёму привлечённых инвестиций является американская Cruise Automation (более $2,8 млрд. инвестиций)**, далее следуют китайские NIO ($2,2 млрд.) и SenseTime ($1,6 млрд.), американские Lucid Motors ($1,1 млрд.), Nuro и Uber ATG (по $1 млрд.).

Другие компании привлекли менее $1 млрд.: Zoox (США) – $790 млн., Aurora (США) – $693 млн., Proterra (США) – $517 млн. и Mobileye (Израиль) – $515 млн.

Всего в мире на конец 2019 года было зарегистрировано около 1 000 высокотехнологичных / инновационных компаний в т.ч. стартапов, которые вели свою деятельность в сфере автономного транспорта. Их наибольшее количество приходилось на Северную Америку (460 компаний, 46%), далее следует Европа (247 компаний, 25%) и Азия (192 компании, 19%) [92].

В 2019 году информационным агентством Medium, специализирующимся в сфере технологий, после исследования деятельности около 300 высокотехнологичных стартапов в сфере AVs [187], были выбраны одни из наиболее перспективных компаний, которые занимаются как разработкой полностью автономных автомобилей, так и осуществляющие производство отдельных компонентов (сенсоры, картографические системы, системы компьютерного зрения и др.). Карта данных компаний размещена на рис. 18.

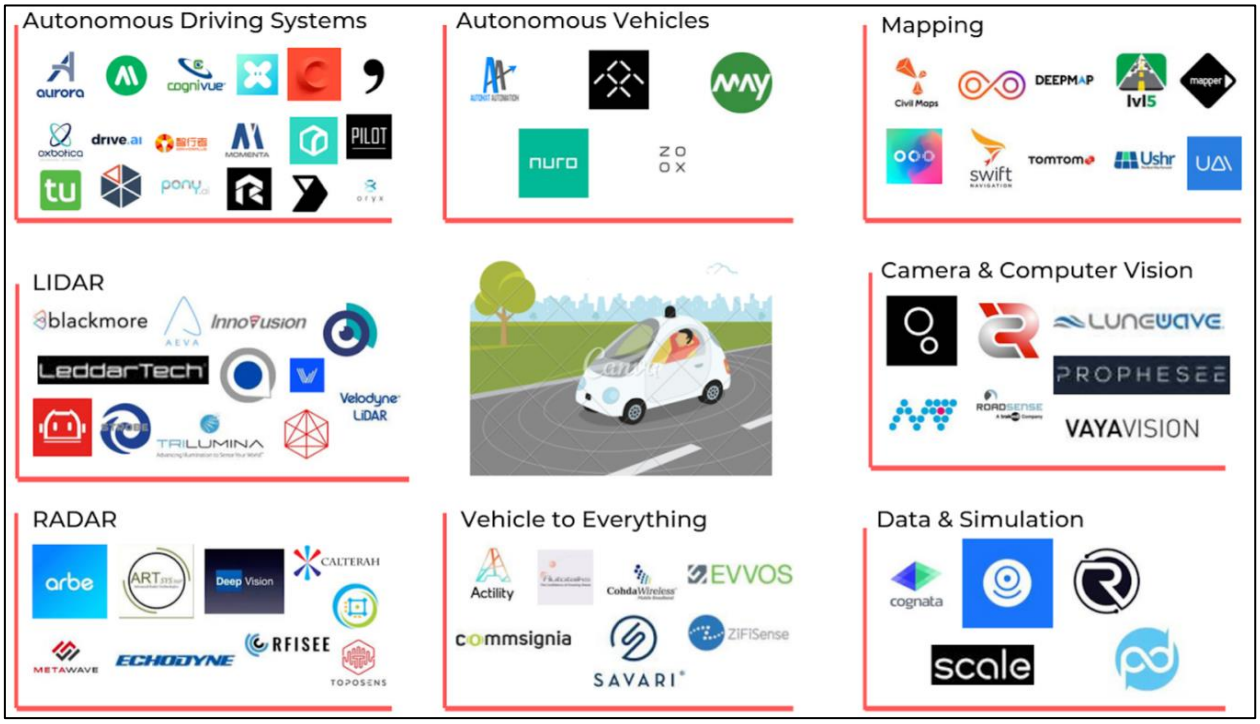


Рис. 18. Карта наиболее перспективных высокотехнологичных стартапов в сфере AVs
Источник: Medium

Таким образом, согласно представленной выше карте, могут быть выделены следующие сегменты высокотехнологичного рынка AVs и соответствующие им компании [187]:

1. Autonomous Driving Systems (системы автономного вождения). В данном сегменте работают компании, разрабатывающие аппаратное и программное обеспечение для AVs. Как правило, они сотрудничают с автопроизводителями / провайдерами услуг мобильности / национальными правительствами для ускорения внедрения предлагаемых ими решений, в отдельных случаях они также реализуют проекты по модификации существующих моделей автомобилей. Так, например, стартап Drive.ai сотрудничает с Lyft в вопросе создания беспилотного такси; Pony.ai взаимодействует с Guangzhou Automobile Group (один из крупнейших автопроизводителей КНР) в части внедрения технологий автономного транспорта в Гуанчжоу; стартап Momenta установил партнёрские отношения с представителями местного правительства Сучжоу (провинция Цзянсу) с целью тестовых запусков и последующего масштабного внедрения «умной» транспортной системы.

2. Autonomous Vehicles (автономные автомобили). Стартапы данного сегмента (Faraday Future, Zoox, Nuro) проектируют модели беспилотных автомобилей, которые значительно отличаются от традиционных. В них может отсутствовать руль управления или приборная панель. Nuro разрабатывает автономные автомобили для грузовых перевозок и решения проблемы участков «последней мили»; Faraday Future ведёт работу над созданием полностью автономных и электрических автомобилей; May Mobility также осуществляет разработку автономных автомобилей с фокусом на построение системы безопасности.

3. Mapping (картографические сервисы). В этом сегменте представлены компании, занимающиеся созданием HD-карт, включающих в себя информацию о дорожной инфраструктуре (полосы движения, пешеходные переходы, знаки). Получение и обработка данной информации в

картографических сервисах осуществляется благодаря сенсорам и специальному ПО. Стартап Wayz.ai специализируется на создании карт высокого уровня детализации в режиме реального времени; SLAMcore ведёт разработку продвинутых алгоритмов для систем автономного транспорта, которые могут построить карту местности / определить местоположение и позиционировать транспортное средство в нём; Civil Maps занимается созданием карт с использованием технологии искусственного интеллекта, применяемой во время обработки информации, полученной посредством работы сенсоров.

4. LIDAR (лидары). Лидары играют одно из ключевых значений в развитии технологии беспилотного движения и появлении возможности её полноценного внедрения. Однако их стоимость на сегодняшний день является очень высокой, стартапы работающие в данном сегменте рынка AVs стремятся найти возможности по сокращению издержек на производство лидаров с сохранением высокого качества их функционирования в частности относительно передачи информации. Яркими представителями здесь являются такие стартапы, как: Velodyne (производство 128-лучевых лидаров); Aeva (создание компактных и доступных по стоимости лидаров); Innoviz (разработка твердотельных лидаров).

5. Camera & Computer Vision (камеры и компьютерное зрение). В данном сегменте функционируют стартапы, разрабатывающие камеры для фиксации окружающих объектов и передачи высокоточных сведений о них в систему автономного автомобиля, а также соответствующее программное обеспечение, которое можно объединить в категорию «компьютерное зрение». Так, например, стартап Light занимается созданием камеры с 16 объективами для получения 3D снимков, которые могут быть использованы в работе беспилотного автомобиля: SenseTime предлагает своим клиентам решения в сфере компьютерного зрения и искусственного интеллекта для AVs.

6. RADAR (радары). Стартапы данного сегмента рынка ведут свою деятельность в сфере создания нового поколения радаров: Echodyne

разрабатывает радары, использующие ПО в сфере компьютерного зрения, для получения снимков в формате 4D для автономных автомобилей; Zendar – выпускает высокоточные радары для работы AVs в тяжёлых погодных условиях; Lunewave – создаёт комплектующие для автомобильных радаров, напечатанные на 3D-принтере и имеющие высокие характеристики функционирования.

7. Vehicle to Everything / V2X (Обмен данными между автомобилями, а также между автомобилем и объектами дорожной инфраструктуры). Компании, представляющие этот сегмент, занимаются следующими видами деятельности: создание VLSI-решений для V2X и V2I (Autotalks); IoT-решения для определения параметров дорожного движения (Valerann); экономия топлива, избегание аварийных ситуаций, аналитика данных (Peloton).

8. Data & Simulation (данные и моделирование). Во время активного периода развития технологии автономного вождения большую роль играет отработка алгоритмов, которые по факту осуществляют управление автомобилем. Стартапы рассматриваемого сегмента рынка AVs как раз выступают проводником подобных решений. Cognata создаёт симуляционную платформу для различных сценариев работы автономного автомобиля в 3D-разрешении; другие компании (Parallel Domain, Righthook, Metamoto) также заняты подобными сервисами, связанными с моделированием / симуляцией.

Как отмечается экспертами [187], **наибольшие темпы роста и объёмы привлечённых инвестиций имеют на сегодня следующие из рассмотренных сегментов: автономные автомобили, картографические сервисы, лидары.**

По итогам рассмотрения особенностей современного рынка автономных автомобилей и его ключевых участников можно сделать вывод о том, что **экосистема международного рынка AVs** включает в себя: традиционных автопроизводителей (Audi, GM, Hyundai, Tesla, Toyota и др.); технологические компании / инновационные компании / стартапы, в том числе производителей

аппаратного и программного обеспечения (Apple, Waymo, Nvidia, Intel, Bosch и др.). В общем виде экосистема международного рынка автономных автомобилей и ключевые сформировавшиеся кластеры (по регионам мира) представлены на рис. 19 и 20 соответственно.

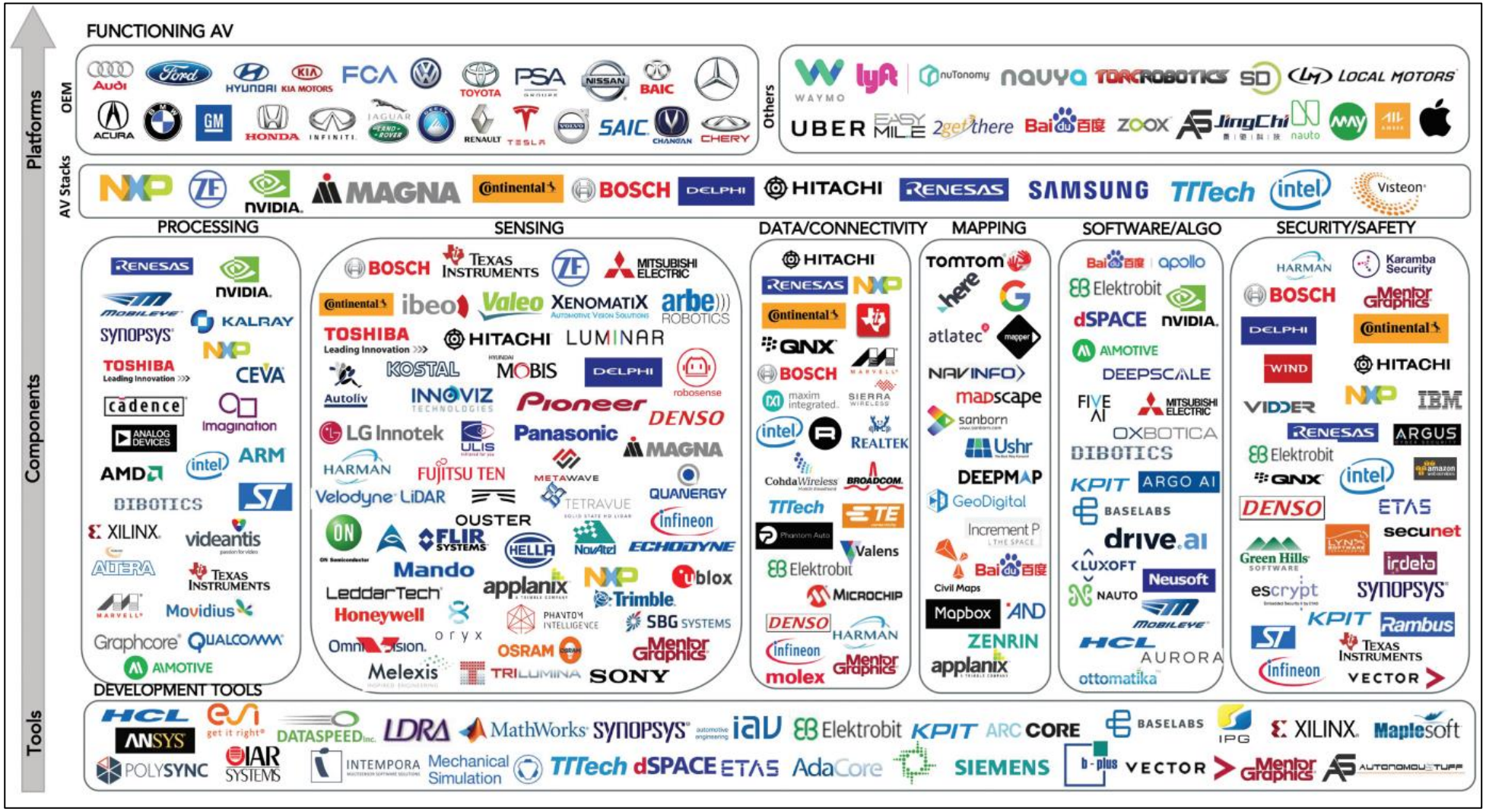


Рис. 19. Экосистема международного рынка автономных автомобилей (2018 г.)
Источник: AutoSens

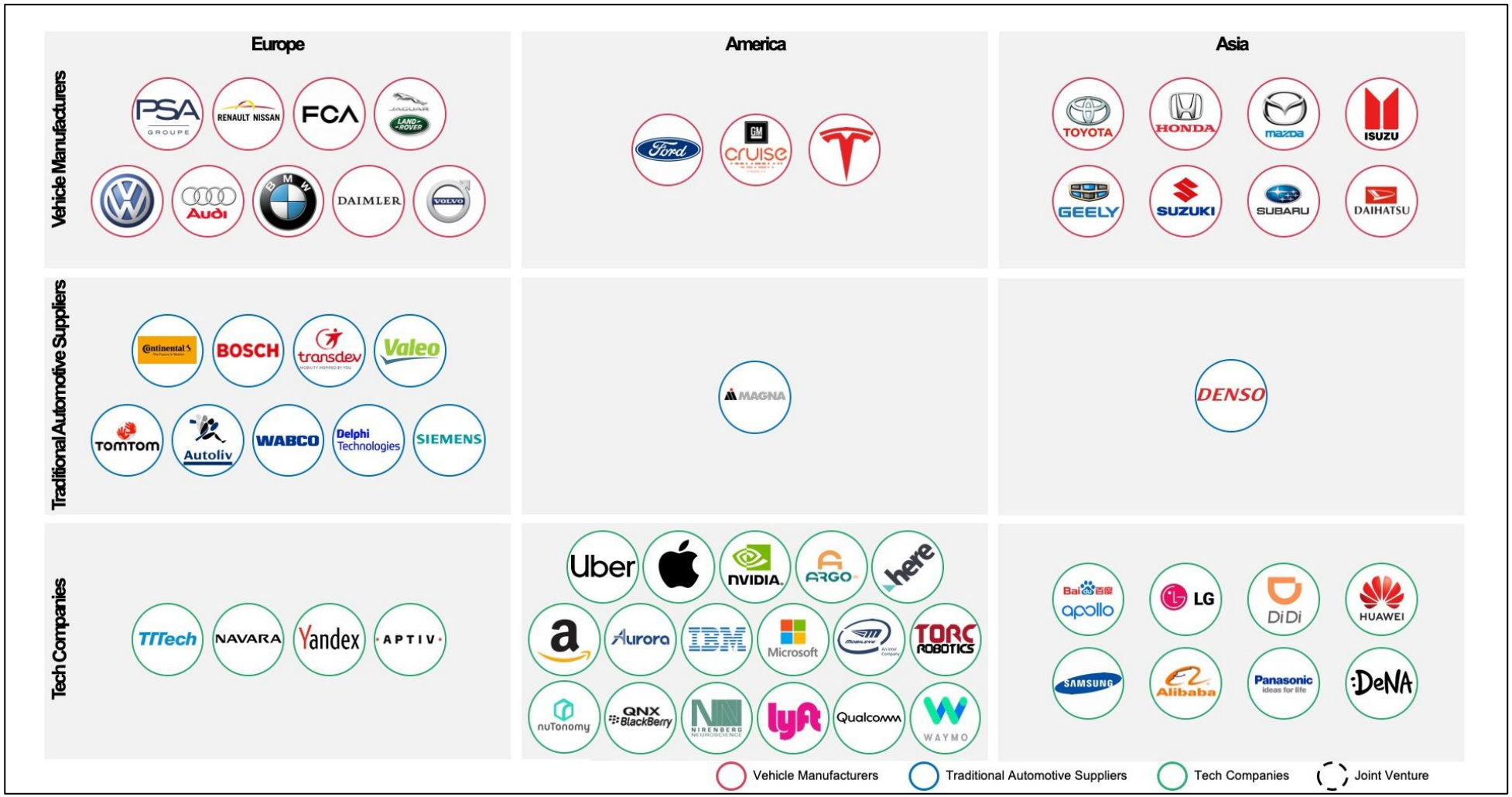


Рис. 20. Сформировавшиеся кластеры рынка AVs по регионам мира (2019 г.)
Источник: Firstmile, Medium

Важно отметить, что по данным BIS Research [197], **компании, участвующие в работе экосистемы международного рынка автономных автомобилей, в 2017-2018 гг. придерживались в основном одной из четырёх ключевых стратегий:**

1. Партнёрство, сотрудничество, создание совместной компании.

2. Расширение бизнеса.

3. Слияния и поглощения.

4. Предложение новых продуктов / услуг.

Большинство стратегий (38%) фокусировалось на создании партнёрств, развитии сотрудничества и организации совместных компаний, рис. 21.

Рис. 21. Стратегии компаний на м/н рынке автономных автомобилей (2017-2018 гг.)
Источник: BIS Research

Следующими по значимости шли стратегии, направленные на предложение новых продуктов / услуг (34%), расширение бизнеса (18%) и осуществление сделок M&A (10%).

Некоторые из ключевых инвестиций, партнёрств и совместных компаний в экосистеме международного рынка автономных автомобилей по состоянию на 2019 год отображены схематично на рис. 22.

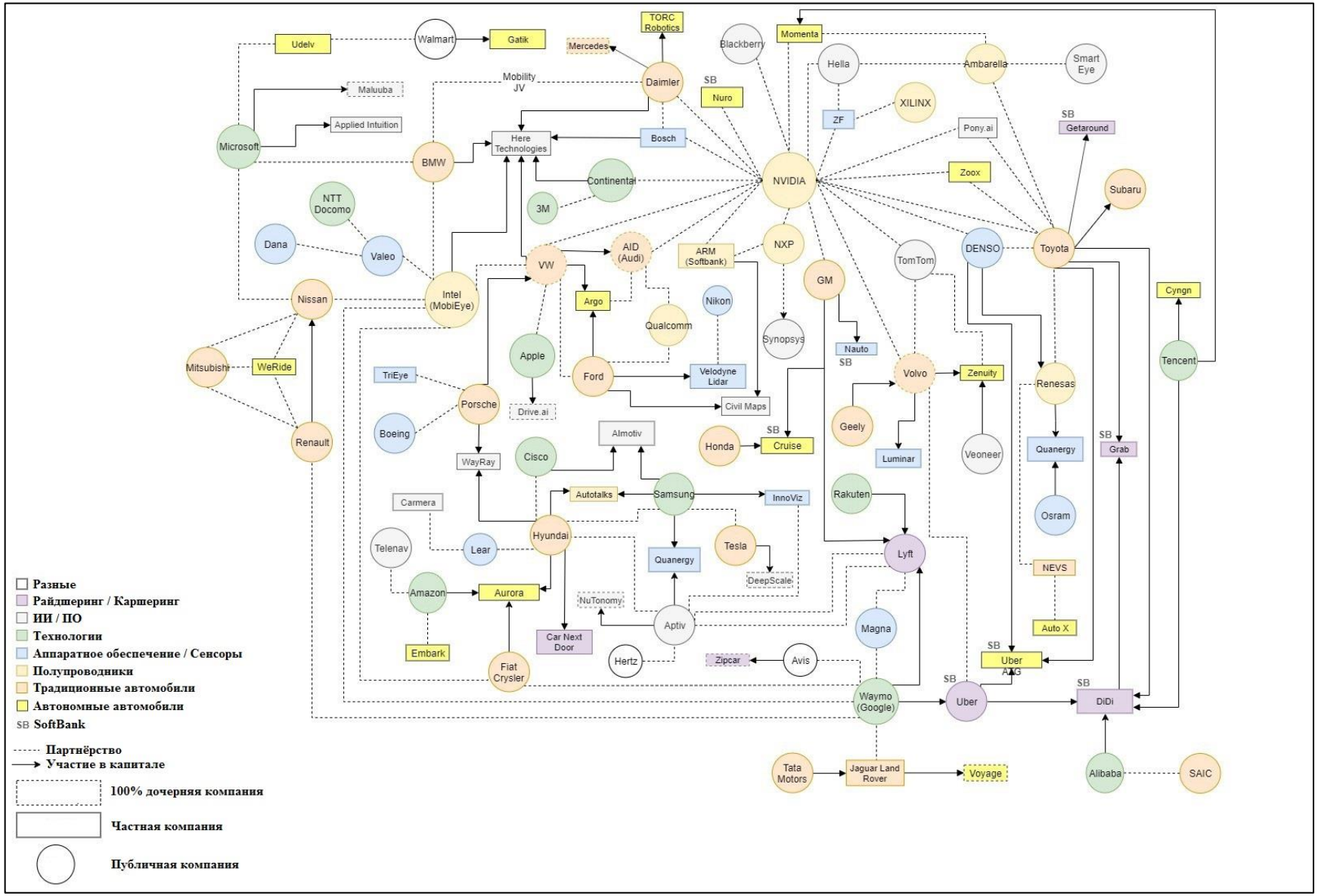


Рис. 22. Инвестиции, партнёрства и совместные компании на м/н рынке AVs (2019 г.)
Источник: Medium, Granite Bay Capital

Отдельные китайские компании, важные в части анализа международного рынка AVs, не включались в схему на рис. 22 по причине сложности отображения их взаимосвязей. Так, например, у технологического лидера Baidu, представившего в 2017 году платформу автономного транспорта с открытым исходным кодом (Apollo), существует более 100 партнёров по всему миру [153].

Принимая во внимание представленную ранее схему, можно сделать вывод о том, что **практически все основные автомобильные и технологические компании мира либо напрямую ведут разработки своих беспилотных транспортных средств, инвестируя в соответствующие стартапы, либо активно формируют партнёрские связи, интенсифицирующие развитие технологий AVs.**

Одна часть компаний экосистемы международного рынка автономных автомобилей стремится сформировать партнёрства / консорциумы по всей цепочке элементов необходимых для создания беспилотного транспорта (облачные услуги – полупроводники – лидары/радары, программное обеспечение, производство автомобилей), другая часть – активно развивает собственные компетенции, чтобы не зависеть от сторонних компаний. Примером последней является Tesla, которая в 2019 году представила собственный чип (FSD) для автономных автомобилей, завершив при этом продолжавшиеся долгое время соответствующие партнёрские отношения с компанией Nvidia по вопросам производства чипов. Такие компании как Google, Microsoft, Amazon и Apple в настоящее время разрабатывают свои собственные решения в сфере полупроводников и процессоров для беспилотного транспорта. Возможные ограничения в торговых отношениях между США и КНР стимулируют китайские технологических компании (Baidu и Alibaba) также заниматься собственными разработками [153].

Отметим, что важнейшим событием для развития технологий беспилотного движения в конце 2019 года стало формирование AVCC – консорциума крупнейших автопроизводителей, отраслевых поставщиков и

компаний-лидеров IT-сферы: Arm Holdings, Bosch, Continental, General Motors, NVDIA, NXP Semiconductors, Toyota и другие [162]. Главной целью AVCC является партнёрство в части решения наиболее актуальных задач для масштабного внедрения беспилотного движения в мире.

AVCC стал на международном рынке AVs уже вторым объединением, до него был создан альянс NAV, который имеет схожие с AVCC цели и включает в себе похожие компании – представителей бизнеса из числа автопроизводителей и технологических IT-компаний.

Как было отмечено в начале анализа международного рынка автономных автомобилей, сегодня не существует автомобилей серийного производства, которые можно отнести к наиболее высоким уровням автономности для использования на дорогах общего пользования, однако в мире уже существует значительное количество «автомобилей готовых к автономности». Их общее количество (по данным Gartner на конец 2019 года) составляло 332 932 единицы (таблица 5) [124].

Табл. 5. Парк автомобилей готовых к автономности, 2018-2023 гг. (ед.)

Сегмент	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Коммерческий	2 407	7 250	10 590	16 958	26 099	37 361
Потребительский	134 722	325 682	380 072	491 664	612 486	708 344
Всего	**137 129**	**332 932**	**390 662**	**508 622**	**638 585**	**745 705**

Источник: Gartner

В долгосрочной перспективе парк автомобилей готовых к автономности как в коммерческом, так и в потребительском сегменте будет демонстрировать устойчивый рост и ожидается, что к 2023 году достигнет общего количества в 745 705 единиц [124]. К 2035 году прогнозируется, что более трети производимых автомобилей будут автономными [79].

Наиболее динамично, принимая во внимание данные из табл. 5, будет развиваться коммерческий сегмент, его совокупные среднегодовые темпы роста составят 57,9%, тогда как потребительского сегмента – 31,9%. Однако последний по количеству автомобилей значительно опередит коммерческий сегмент (почти в 20 раз).

Рост количества используемых автомобилей готовых к автономности в основном будет приходиться на Западную Европу, Северную Америку и Большой Китай. Именно здесь ожидается в скором времени появление регуляторной среды, которая создаст возможности для производства и полноценного использования самоуправляемых автомобилей наиболее высоких уровней автономности. По состоянию на конец 2019 г. подобной регуляторной среды в полноценном объёме не создано ни в одной стране мире. Соответственно ведущие производители активно не инвестируют в разработку моделей автономного транспорта (предполагающих отсутствие постоянного контроля со стороны водителя) – их невозможно будет вывести на рынок и эксплуатировать без необходимой для работы AVs нормативно-правовой базы. Возможно, потребуется ещё несколько лет, чтобы были приняты регуляторные стандарты относительно автономных автомобилей, после чего можно ожидать увеличение производства и использования AVs в мире [124].

Важно также заметить, что к 2026 году примерно на 25% должна снизиться относительно уровня 2020 года стоимость критически важных для обеспечения работы автономного транспорта сенсоров. Однако даже с учётом такого снижения, издержки останутся на достаточно высоком уровне, что на горизонте 10 лет позволит использовать полностью автономную функциональность исключительно на автомобилях премиальных моделей и моделей, которые планируется реализовывать для эксплуатации в парках, принадлежащих крупным провайдерам услуг мобильности [124].

Так, например, если рассмотреть актуальные оценки затрат на R&D в рамках проектов по созданию беспилотного такси с продвинутыми функциями автономности, то они могут достигать $300-400 тыс. / ед., а стоимость современных лидаров необходимых для автономного движения оценивается в более чем $75 тыс. / ед., что вдвое сейчас превосходит стоимость среднего по стоимости автомобиля в потребительском сегменте [124].

Как отмечается экспертами Gartner [124], алгоритмы восприятия автономным автомобилем окружающей среды в незначительной мере, но, тем

не менее, пока ещё уступают возможностям восприятия человека-водителя и только к 2025 году следует ожидать появление новейших систем, которые их смогут превзойти в значительно большей степени. Для создания таких систем технологические компании используют программное обеспечение, предназначенное для имитационного моделирования на основе использования технологии искусственного интеллекта. Это позволяет отработать различные сценарии поведения автомобиля в условиях автономного движения.

По-прежнему, **одними из факторов, ограничивающими развитие рынка автономных автомобилей выступают принятие беспилотных технологий обществом и вопросы безопасности (в том числе кибербезопасности) во время движения.**

Так, согласно недавним исследованиям Deloitte [49], во многих странах мира сохраняются опасения относительно беспилотных автомобилей практически на уровне 50% от числа опрошенных людей / будущих потребителей. Исключение составляет КНР, где за последние несколько лет был зафиксирован существенный прогресс в изменении общественного мнения в вопросе безопасности при использовании AVs (рис. 23).

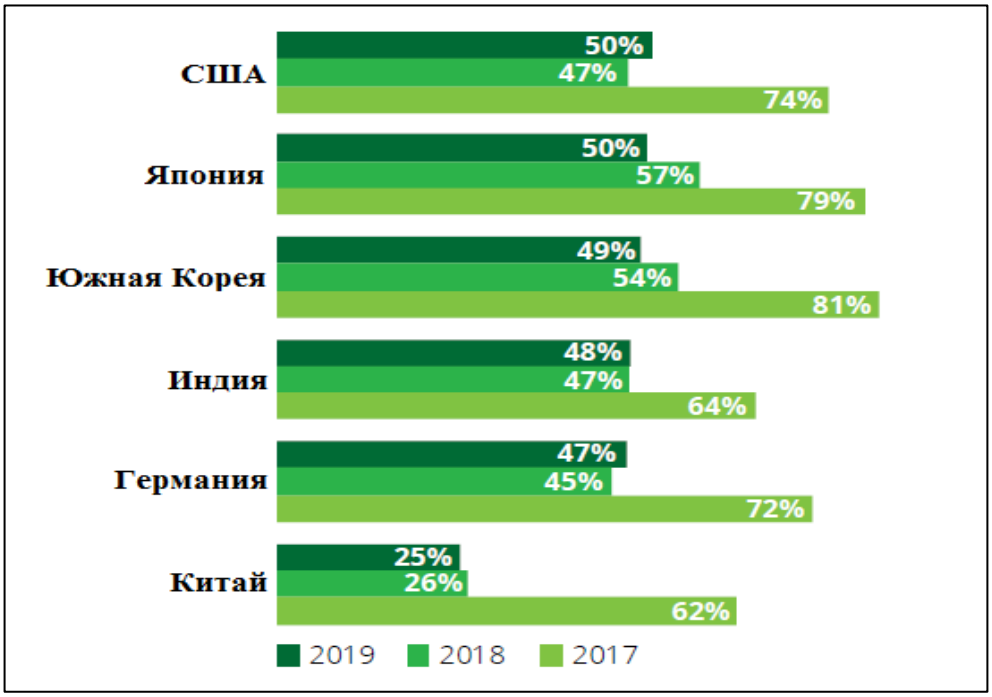


Рис. 23. % респондентов согласных, что использование AVs небезопасно (2017-2019 гг.)
Источник: Deloitte

Всего по миру за последние три года зафиксирована положительная динамика. Если в 2017 г. 72% респондентов считали беспилотные автомобили небезопасными, то в 2019 г. этот показатель составил 47% (в 2018 году – 45%) [49; 50].

Большое значение на формирование общественного мнения относительно технологии автономного вождения оказывают СМИ. Более 56% опрошенных считают, что новости о случающихся авариях с участием AVs, влияют на их общее восприятие беспилотных автомобилей [49; 50].

Для тех, кто поддерживает развитие направления автономных автомобилей открыты новые возможности, в том числе получаемые благодаря высвобожденному времени.

Среди видов деятельности, которыми хотели бы заниматься потребители во время движения автономного автомобиля лидируют [50]:

- общение по телефону / Email (43%),
- сон / отдых (41%),
- чтение» (40%).

Полный список представлен на рис. 24.

Рис. 24. Планируемые виды деятельности потребителей во время движения AVs (2019 г.)
Источник: Deloitte

Желаемыми видами деятельности потребителей также являются: просмотр видеофильмов / потокового видео, работа (например, за ноутбуком), питание, онлайн шопинг, игры и др.

При этом **большинство опрошенных в исследуемых странах хотело бы, чтобы государство оказывало существенное влияние на процесс по развитию и использованию AVs – фактически контролировало его** (рис. 25).

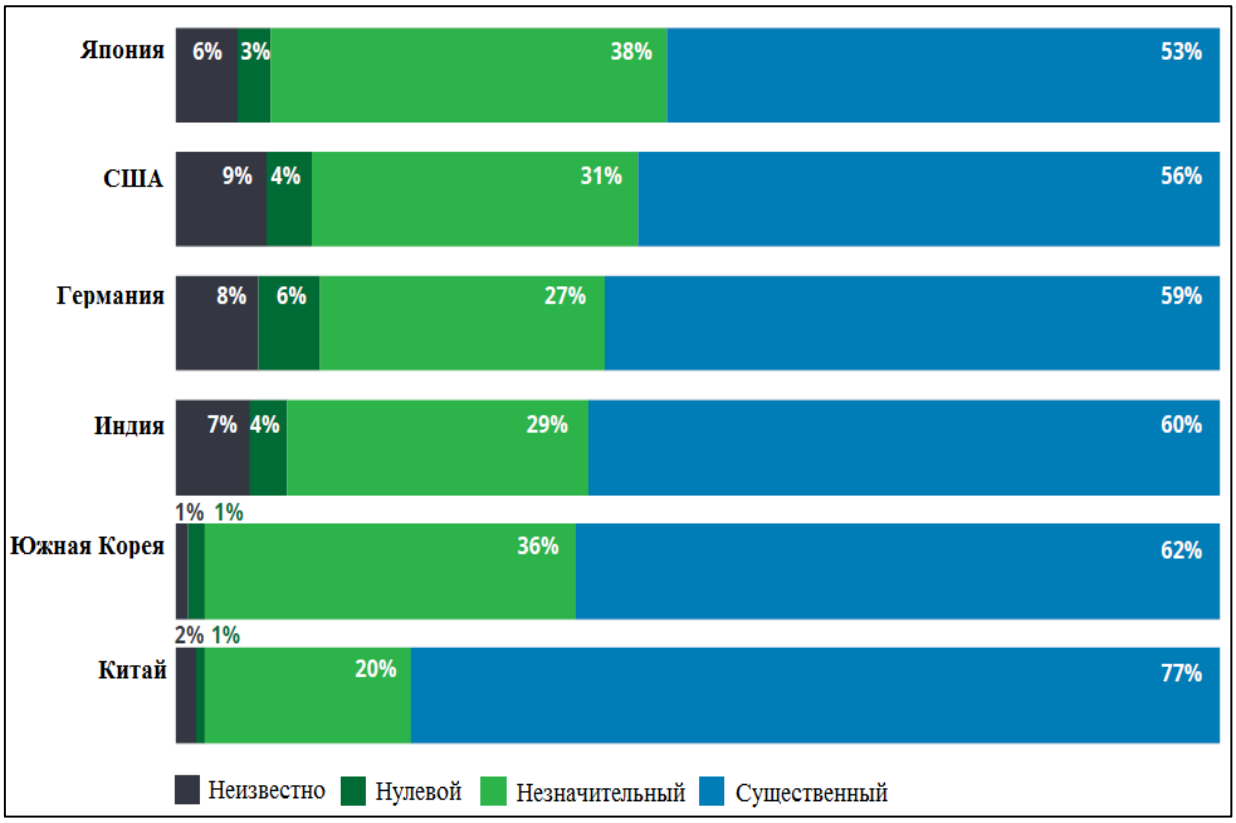


Рис. 25. Необходимый уровень госконтроля за AVs согласно ответам респондентов (2019 г.), %
Источник: Deloitte

В 2019 году наибольший по сравнению с другими странами процент голосов (77%) за существенный контроль государства в сфере AVs был зафиксирован в Китае. В среднем по миру этот показатель составляет 59% [49; 50].

Важно также отметить, что среди будущих потребителей на ключевых международных рынках в целом снижается доверие к традиционным автопроизводителям в части вывода именно ими на рынок полностью автономных автомобилей (рис. 26).

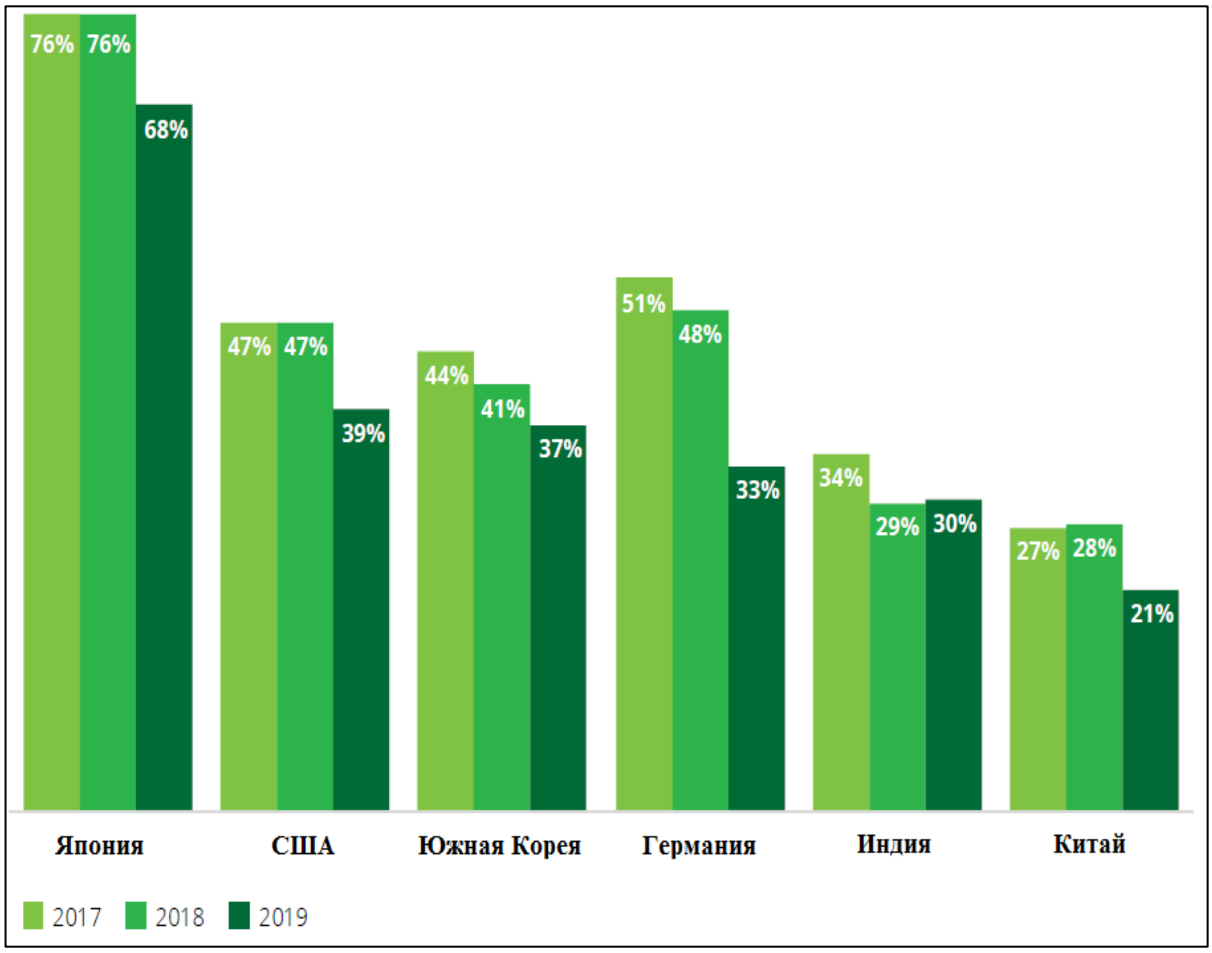


Рис. 26. Уровень потребительского доверия к автопроизводителям в вопросе вывода AVs на рынок (2017-2019 гг.), %
Источник: Deloitte

Наименьший уровень доверия к традиционным автопроизводителям со стороны потребителей по состоянию на 2019 год был сформирован в Китае.

В последнее время становится заметным рост доверия потребителей в вопросах коммерциализации автономных автомобилей следующим группам участников рынка AVs [49; 50]:

- существующим технологическим компаниям (с 20% в 2017 г. до 32% в 2019 г.),
- новым компаниям, специализирующимся на решениях в сфере AVs (с 26% в 2017 г. до 32% в 2019 г.).

Следует отдельно заметить, что китайские потребители также заметно отличаются от потребителей других стран мира в вопросе признания выгод от повышения уровня подключённости автомобиля (рис. 27).

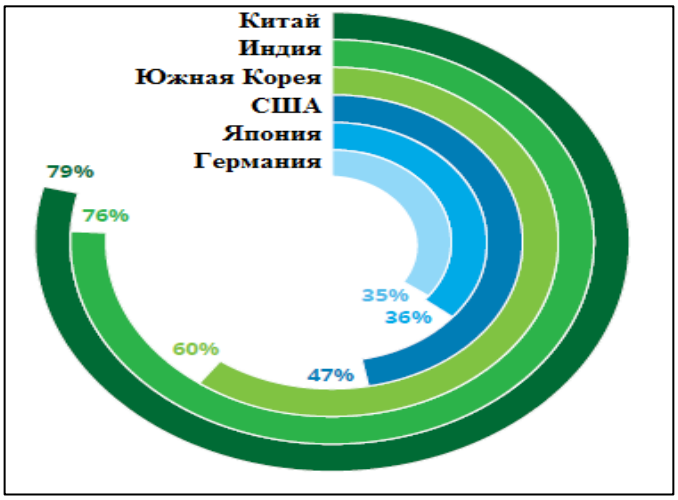
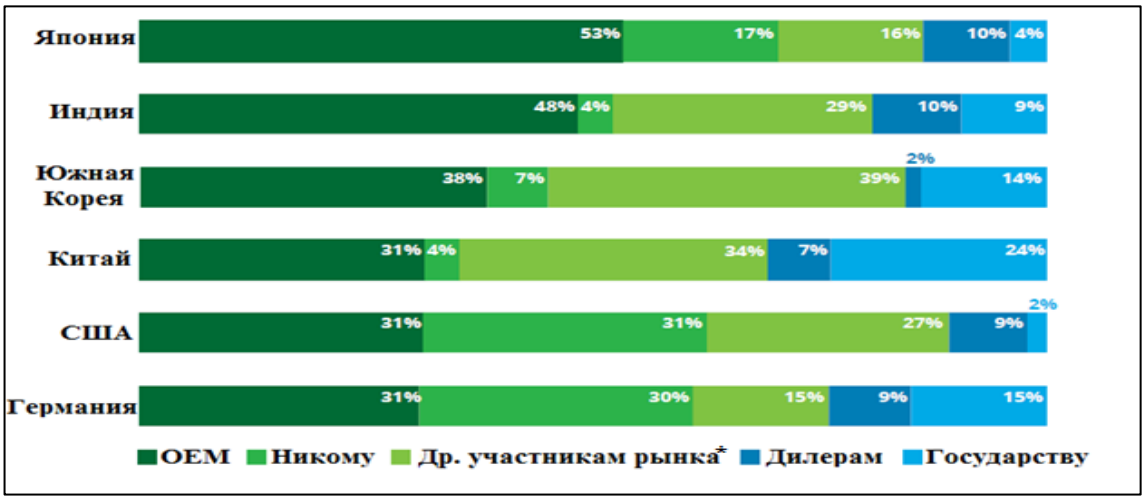


Рис. 27. % респондентов, признающий выгоды от повышения уровня подключённости автомобиля (2019 г.)
Источник: Deloitte

Потребители КНР практически в два раза по количеству голосов опережают потребителей Японии и Германии в части признания позитивных эффектов от повышения уровня подключённости автомобиля.

В вопросе того, кому должны принадлежать данные, генерируемые подключённым автомобилем респонденты склонны отдавать предпочтение традиционным автопроизводителям (OEM), хотя достаточно большая часть людей выбирает и разных участников рынка (рис. 28).



* *финансовые и страховые компании, операторы сотовой связи, провайдеры облачных услуг*
Рис. 28. Распределение голосов респондентов на вопрос о принадлежности данных, генерируемых подключённым автомобилем (2019 г.), %
Источник: Deloitte

Если рассмотреть, что именно привлекает потребителей в части возможных услуг подключённого автомобиля, то здесь для значительной

части потребителей из всех стран мира на первом месте будет информация о ситуации на дорогах и предложение наиболее оптимального маршрута (таблица 6). Жёлтым цветом в таблице обозначены услуги, которые привлекают максимальное количество потребителей, исходя из результатов проведённого опроса.

Табл. 6. Интерес потребителей к услугам подключённого автомобиля (2019 г.), %

	Категория						
Информация о ситуации на дорогах и предложение оптимального маршрута	Время	83%	73%	84%	76%	79%	75%
Рекомендации наиболее безопасных маршрутов	Безопасность	81%	68%	84%	75%	78%	72%
Предоставление информации для повышения уровня безопасности дорожного движения и предотвращения столкновений	Безопасность	81%	67%	84%	71%	80%	71%
Кастомизация программы страхования автомобиля	Издержки	73%	43%	78%	53%	63%	55%
Информация о техническом состоянии автомобиля и получение отчёта о диагностике	Издержки	78%	64%	84%	66%	74%	71%
Прогнозирование стоимости обслуживания автомобиля, исходя из стиля вождения	Издержки	75%	49%	79%	57%	65%	58%
Настраиваемые рекомендации по возможным направлениям минимизации затрат на обслуживание автомобиля	Издержки	76%	53%	79%	61%	75%	58%
Беспроводное обновление программного обеспечения автомобиля	Эффективность работы	71%	60%	75%	58%	68%	53%
Близлежащие парковки (доступность, бронирование, оплата)	Доп. услуги	82%	63%	83%	68%	74%	61%
Отдельные предложения, не относящиеся к автомобилю, а связанные с путешествием / местом назначения	Доп. услуги	68%	34%	71%	52%	61%	41%
Скидки на доступ к Wi-Fi соединению в личном автомобиле	Доп. услуги	69%	43%	73%	51%	65%	55%

Источник: Deloitte

Дополнительный сервис, связанный с услугами подключённого автомобиля, готовы оплачивать потребители значительного числа стран, однако при этом потребители некоторых стран (например, в Германии и США) не готовы к этому в большей степени относительно других (рис. 29).

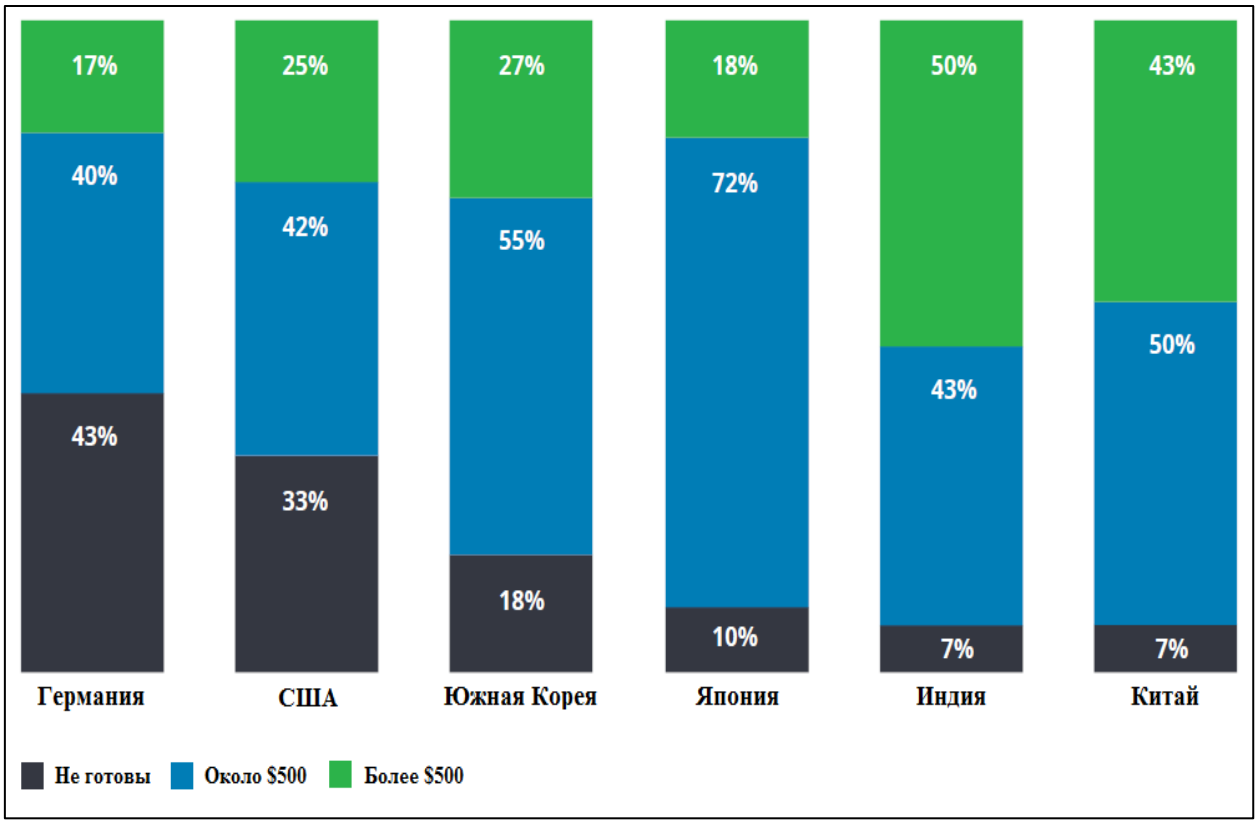


Рис. 29. Готовность потребителей оплачивать услуги
за счёт работы подключённого автомобиля (2019 г.), %
Источник: Deloitte

Таким образом, принимая во внимание рис. 29, следует заметить значительно бóльшую перспективность решений на базе подключённого автомобиля в развивающихся странах (Индия, КНР) по сравнению с развитыми (США, Германия).

52% потребителей хотели бы иметь возможность оплатить услуги на базе CAVs в рамках общей цены автомобиля (при покупке); 33% – исходя из факта использования и 15% – на основе периодической подписки [49; 50].

Далее перейдём к рассмотрению характерных черт (особенностей) международного рынка электрических автомобилей.

3.2 Международный рынок электрических автомобилей

В 2018 году рынок электрических транспортных средств оценивался в $17,23 млрд. [133]. Долгосрочные прогнозы развития рынка электротранспорта согласно разным оценкам представлены в таблице 7.

Табл. 7. Глобальный рынок EVs: долгосрочный прогноз объёма ($ млрд.) и CAGR (%)

Объём рынка, $ млрд.	CAGR, %	Период, год	Источник
419,0	н/д	2024	InsideEVs [132]
359,9	15,7	2026	Cision PR Newswire [131]
567,2	25,6	2026	Acumen Research & Consulting [110]
912,0	н/д	2026	MarketWatch [108]

*отдельные сегменты рынка AVs

Источник: составлено НП «ГЛОНАСС»
по данным Cision PR Newswire, Allied Market Research, Research and Markets

Как следует из текущей оценки рынка EVs и представленной таблицы, **объём глобального рынка электрических транспортных средств менее чем за 10 лет может показать впечатляющую динамику и увеличиться в 20-50 раз относительно уровня 2018 года**, а, согласно оценкам портала Inside EVs [132], средняя цена электромобиля на период до 2024 года может находиться в границах $35 000 – $50 000. Сравнение цен на отдельные традиционные модели автомобилей и электрические представлено на рис. 30.

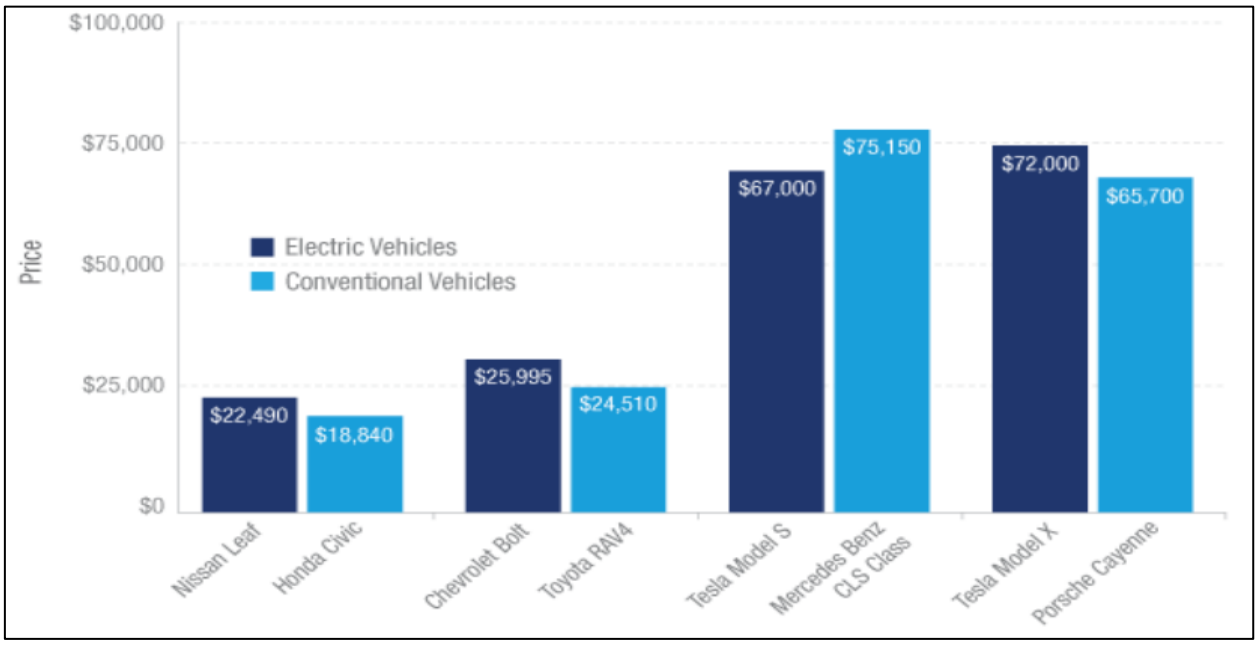


Рис. 30. Сравнение цен на отдельные (традиционные) модели автомобилей и EVs (2018 г.)
Источник: CB Insights

Когда речь идёт о высокой стоимости производства электромобиля, важно отдельно выделить стоимость аккумуляторной батареи, которая может составлять до половины цены электрического автомобиля. Однако при этом следует отметить, что за последние 6-7 лет произошло существенное снижение стоимости в расчёте на 1 кВт/ч. Так, по данным Bloomberg New Energy Finance, стоимость литий-ионного аккумулятора снизилась на 74% (с $800 в 2011 г. до $209 за 1 кВт/ч на начало 2018 г.). И стоимость продолжить снижаться по мере совершенствования технологий и вследствие экономии на масштабе. Согласно актуальным прогнозам Bloomberg, **к 2025 г. стоимость аккумуляторной батареи опустится ниже $100 за 1 кВт/ч, в результате чего электромобиль станет существенно доступнее, а его стоимость сравняется со стоимостью традиционных автомобилей** [18]. **К этому же периоду времени глобальный рынок батарей для электротранспорта может достигнуть уровня в $425 млрд., ключевым драйвером его роста будет являться государственная политика по поддержке рынка электрических автомобилей** [78].

Бесспорным лидером на мировом рынке производства батарей для электротранспорта является и будет оставаться в долгосрочной перспективе КНР, занимающий более половины всего рынка (рис. 31).

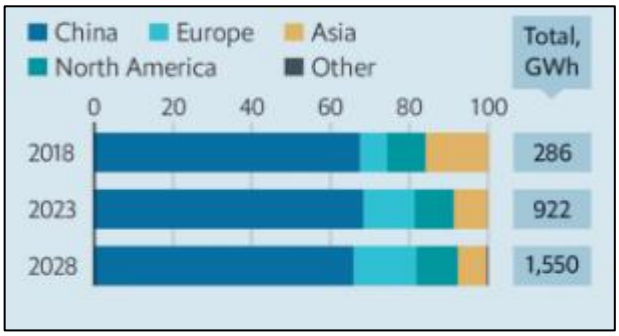


Рис. 31. Производство батарей для электротранспорта по регионам мира (2018-2028 гг.), %
Источник: The Economist, Benchmark Mineral Intelligence

С точки зрения рынка зарядных станций для EVs (с 2019 года его совокупные среднегодовые темпы роста прогнозируются на уровне 40,5% и

достижение объёма в $3,4 млрд. к 2026 году [106]) также очевидны ведущие позиции, которые занимает АТР (рис. 32).

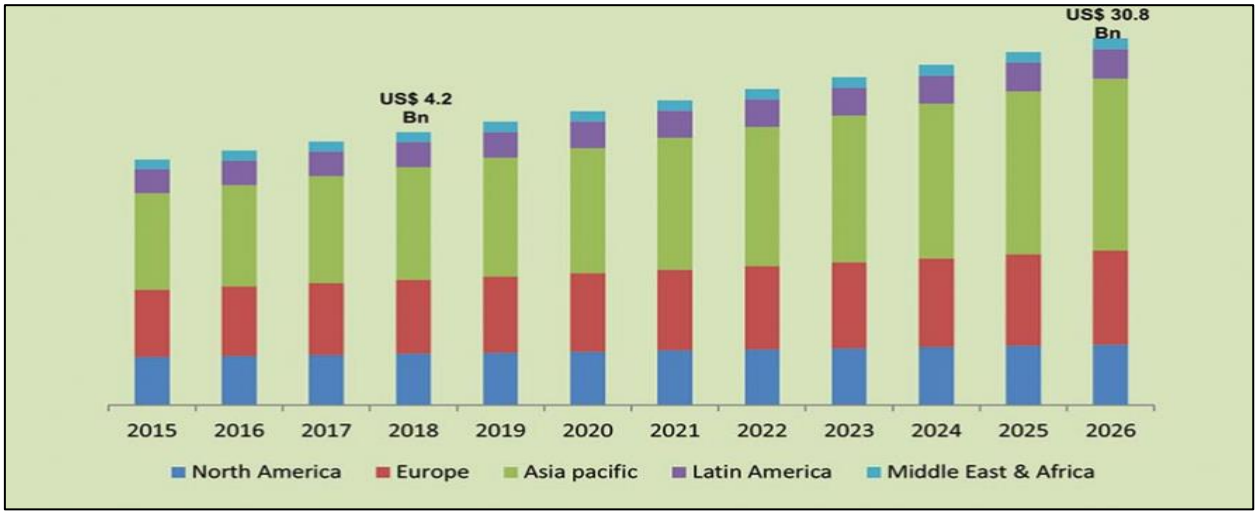


Рис. 32. Оценка и прогноз роста международного рынка зарядных станций для EVs
Источник: Autonomous Vehicle Technology

По прогнозу объём данного рынка менее чем за 10 лет имеет потенциал увеличения в более чем 7 раз.

Развитый рынок зарядных станций, и в общем сформированная эффективная инфраструктура зарядных станций играет определяющее значение для рынка EVs.

По показателю количества зарядных станций для электрических автомобилей в расчёте на 100 км асфальтированных дорог первое место в мире занимают Нидерланды, далее следуют КНР и Великобритания (рис. 33).

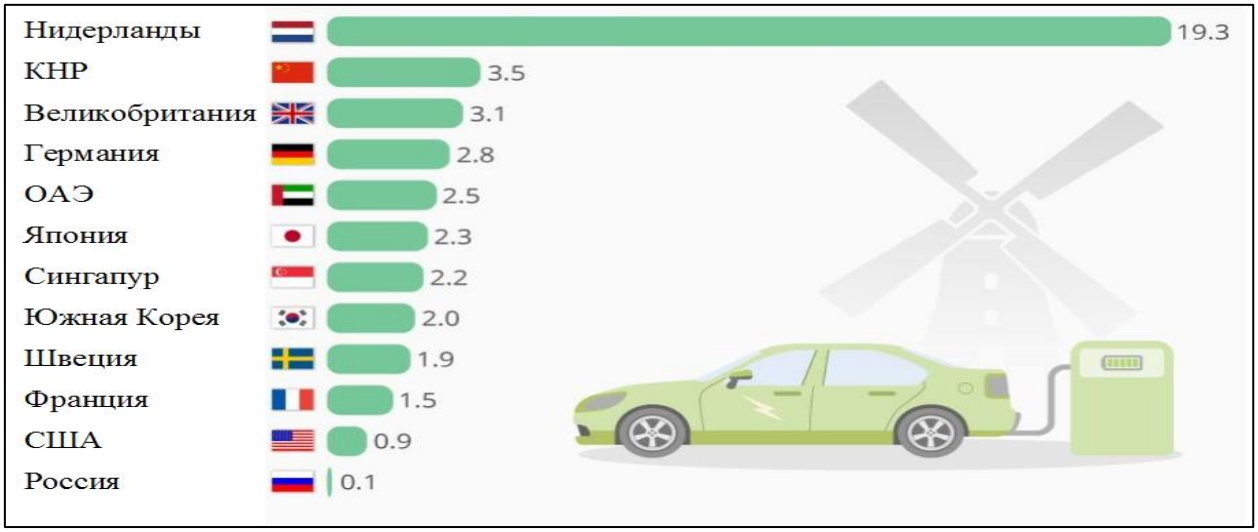


Рис. 33. Количество зарядных станций для EVs на 100 км асфальтированных дорог (2016 г.)
Источник: IEA, Statista, Forbes

Россия, как видно из рис. 33, имеет один из самых низких показателей по плотности размещения зарядных станций.

В 2018 году общий парк EVs в мире превысил 5 млн. при продаже электрических автомобилей около 2 млн. в течение года [134]. Наибольшими по своему объёму рынками являются:

- КНР,
- Европа,
- США.

Более подробная информация по странам мира (продажи новых EVs и рыночная доля EVs) за 2013-2018 гг. представлена на рис. 34.

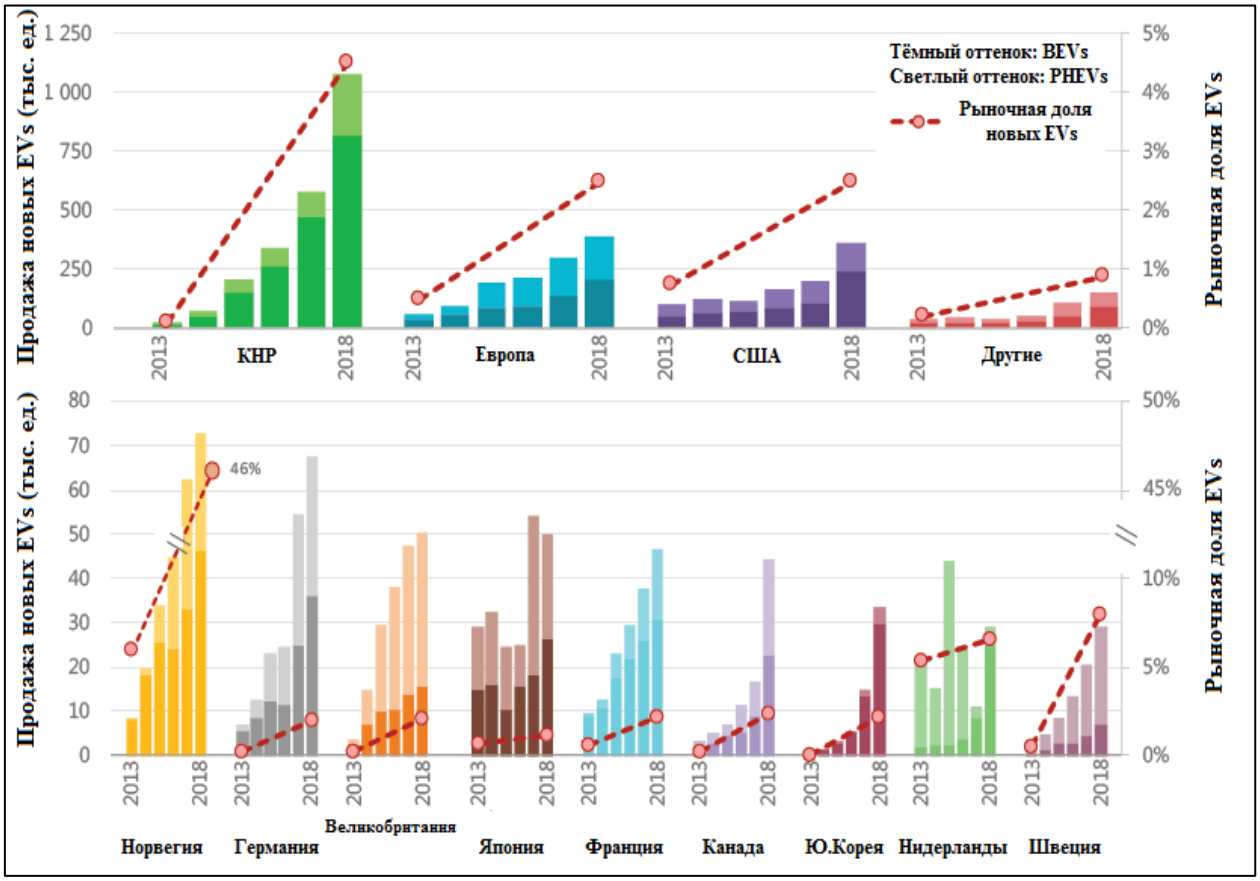


Рис. 34. Продажа новых EVs и их рыночная доля в странах мира (2013-2018 гг.), тыс. ед., %
Источник: IEA

По данным за 2017-2018 гг. около 50% продаж электромобилей приходилось на 25 рынков (рис. 35), расположенных в КНР, Европе, Японии и США [130].

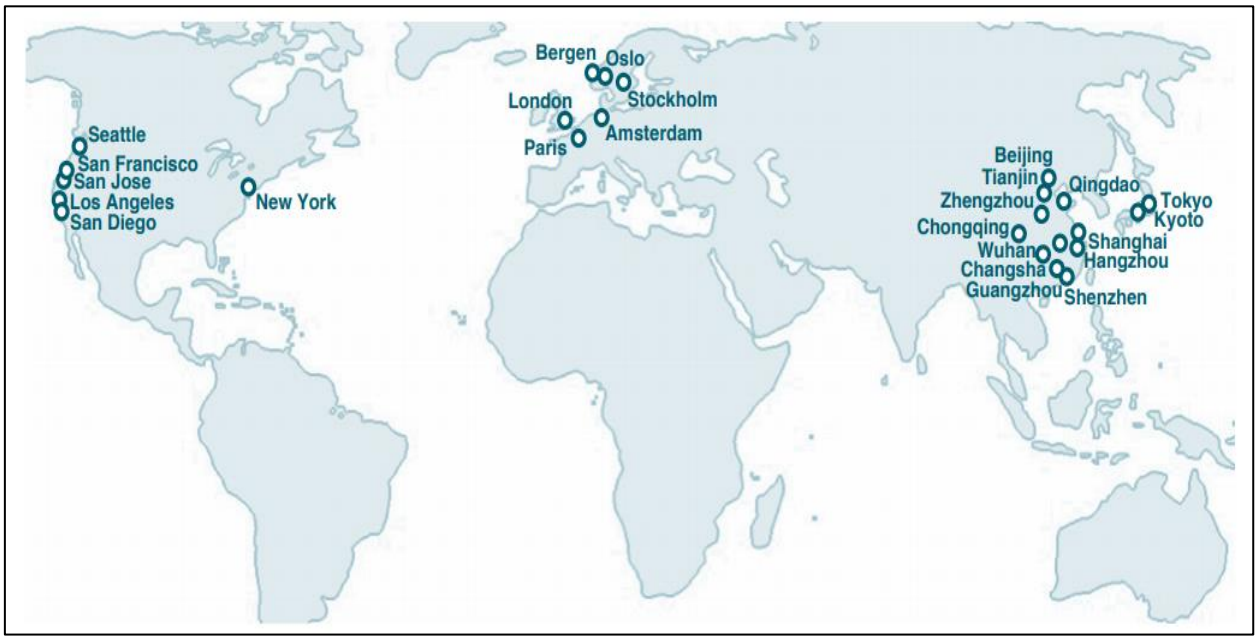


Рис. 35. ТОР 25 рынков по продажам EVs в мире (2017-2018 гг.)
Источник: The International Council on Clean Transportation

К 2025 году ожидается рост продаж EVs и появление сотен новых моделей электромобилей (согласно заявлениям основных автопроизводителей), рис. 36.

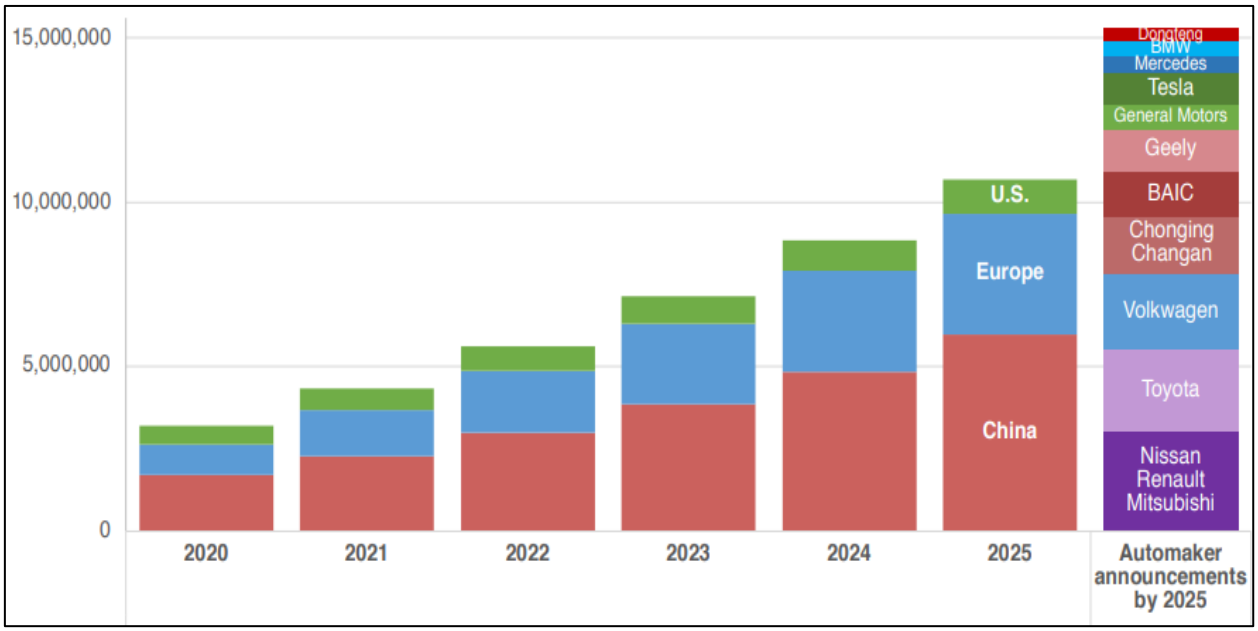


Рис. 36. Долгосрочный прогноз продаж EVs в мире (2020-2025 гг.)
Источник: The International Council on Clean Transportation

Предполагается, что компании направят более $200 млрд. инвестиций для создания новых моделей EVs и в мире будет производиться около 15 млн. электромобилей ежегодно [130].

К 2040 году ожидается, что производство EVs достигнет значения, когда оно обгонит производство традиционных автомобилей с ДВС (рис. 37).

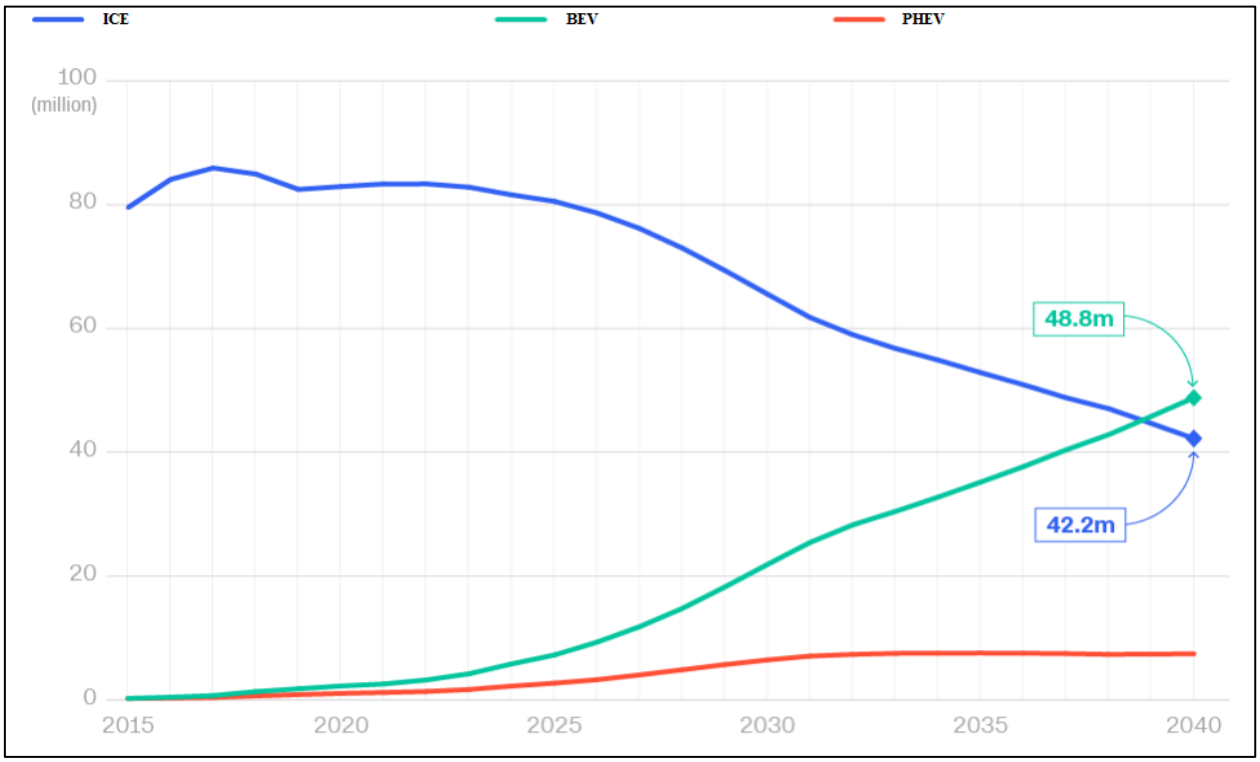


Рис. 37. Долгосрочный прогноз продаж ICEs, BEVs и PHEVs в мире (2015-2040 гг.), млн. ед.
Источник: CNN Business, Bloomberg New Energy Finance

Всего, по данным The Economist, **к 2040 году будет продано более 60 млн. электрических автомобилей** [89].

Основными игроками на рынке EVs являются:

- традиционные автопроизводители (Tesla, BMW, Renault-Nissan и др.),
- компании, предлагающие решения в сфере производства и поставок батарей (Panasonic, Samsung, BYD и др.),
- высокотехнологичные компании, созданные относительно недавно, и ведущие инновационную деятельность как в ранее озвученных направлениях (производство автомобилей / батарей), так и в новых, связанных, например, с микромобильностью, каршерингом и др.

Ниже, на рис. 38, представлены компании – лидеры рынка электротранспорта по количеству продаваемых EVs в расчёте относительно автопроизводителей и поставщиков батарей.

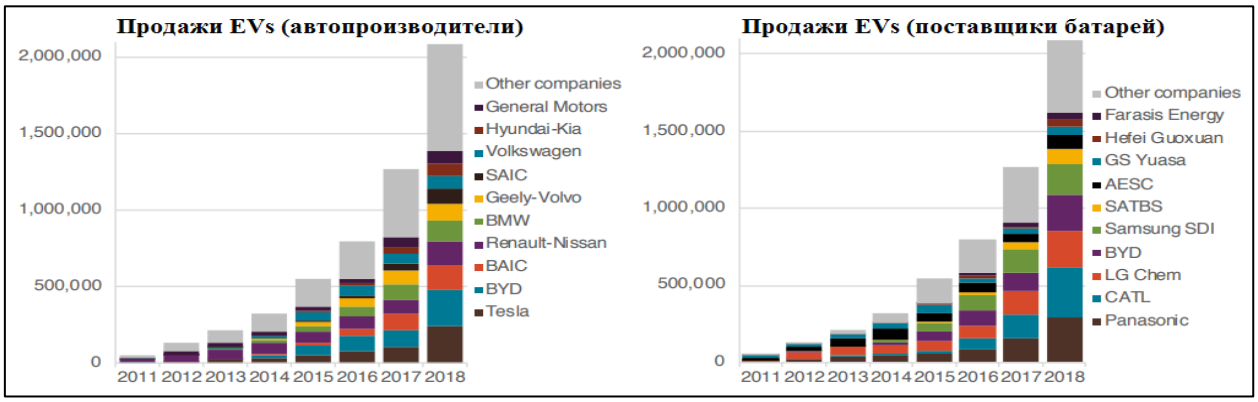


Рис. 38. Продажи EVs в мире, автопроизводители / поставщики батарей (2011-2018 гг.), ед.
Источник: The International Council on Clean Transportation

Одно из ключевых направлений в стратегии компаний, традиционных автопроизводителей – электрификация продуктовой линейки.

Текущим лидером на рынке EVs является американская Tesla, а ведущей моделью электрокара – Tesla Model 3.

Структура продаж электромобилей в мире по данным за неполный 2019 год отображена в таблице 8.

Табл. 8. Структура продаж электромобилей в мире (октябрь 2019 г.)

Модель	Количество, ед.	Доля, %
Tesla Model 3	**221 274**	**13**
BAIC EU-Series	**81 926**	**5**
BYD Yuan / S2 EV	**64 006**	**4**
Nissan Leaf	**58 909**	**3**
Mitsubishi Outlander PHEV	**42 381**	**2**
SAIC Baojun E-Series	**41 889**	**2**
BMW 530e/Le	**41 608**	**2**
Renault Zoe	**38 722**	**2**
Hyundai Kona EV	**36 409**	**2**
BMW i3	**34 050**	**2**
BYD Tang PHEV	**32 030**	**2**
Chery eQ EV	**32 030**	**2**
Toyota Prius PHEV	**31 982**	**2**
Tesla Model X	**30 559**	**2**
Volkswagen e-Golf	**29 401**	**2**
BYD e5	**28 669**	**2**
Geely Emgrand EV	**27 845**	**2**
SAIC Roewe Ei5 EV	**24 343**	**1**
Great Wall Ora R1 EV	**24 206**	**1**
Tesla Model S	**21 794**	**1**
Другие	**819 579**	**59**
Всего	**1 763 612**	**100**

Источник: EV Sales

В будущем экспертами прогнозируется утрата лидерских позиций компанией Tesla и выход на первое место по продажам EVs немецкого концерна Volkswagen (1,4 млн. электромобилей в год), рис. 39.

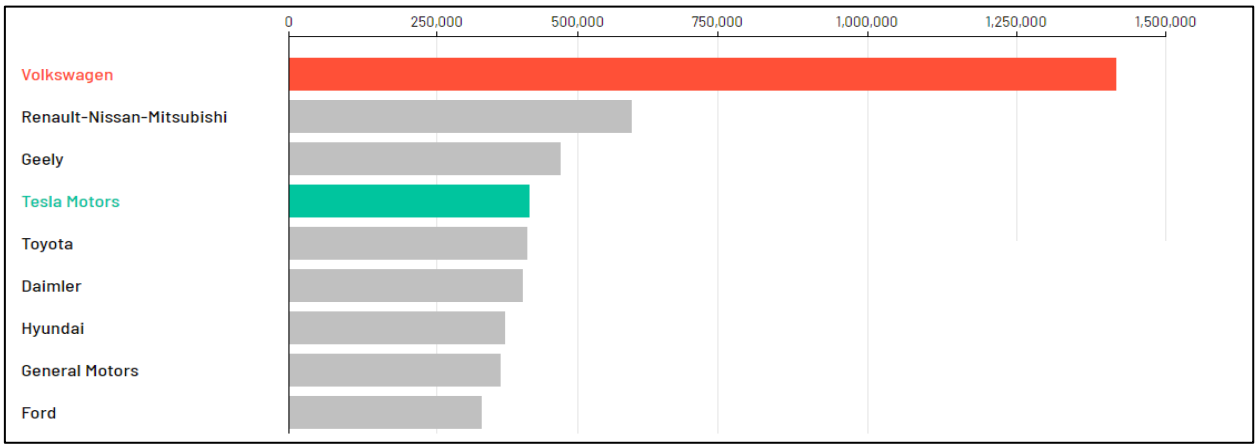


Рис. 39. Прогноз продаж EVs по ключевым игрокам рынка в мире (2025 г.).
Источник: LMC Automotive, CNN Business

Volkswagen имеет потенциал значительно опередить своих конкурентов, а Tesla может уступить позиции китайской Geely и франко-японскому альянсу Renault-Nissan-Mitsubishi.

В 2018 г. рынок EVs, как и рынок AVs, характеризовался рекордным уровнем привлечённых венчурных инвестиций, которые достигли $9,2 млрд. [186]. **С 2016 года, когда их объём был всего на уровне $2,5 млрд. рост составил более 200%.** Динамика венчурных инвестиций в проекты EVs по годам и регионам мира представлена на рис. 40.

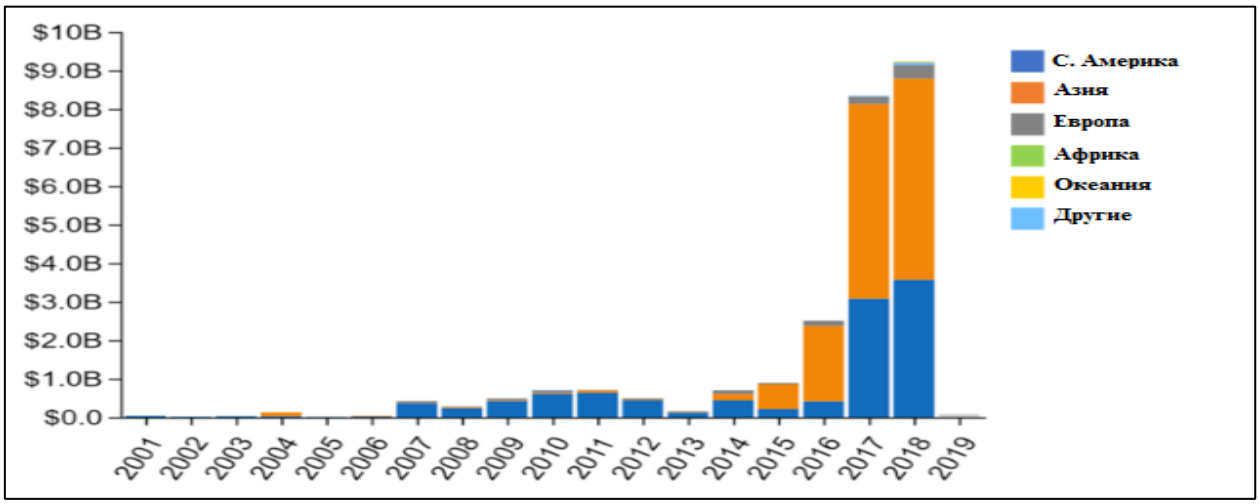


Рис. 40. Динамика венчурных инвестиций в сфере EVs по регионам мира (2001-2018 гг.), млрд. $
Источник: Lux Research

Как заметно из рис. 40, наиболее активными регионами в части венчурного финансирования сделок сегмента EVs являются Азия и Северная Америка. Общее число публичных сделок оценивается CB Insights за последнее время, как не превышающее 100 ежегодно [112].

Если рассмотреть структуру сделок по раундам привлечения инвестиций (рис. 41), то по последним доступным данным, следует отметить следующее.

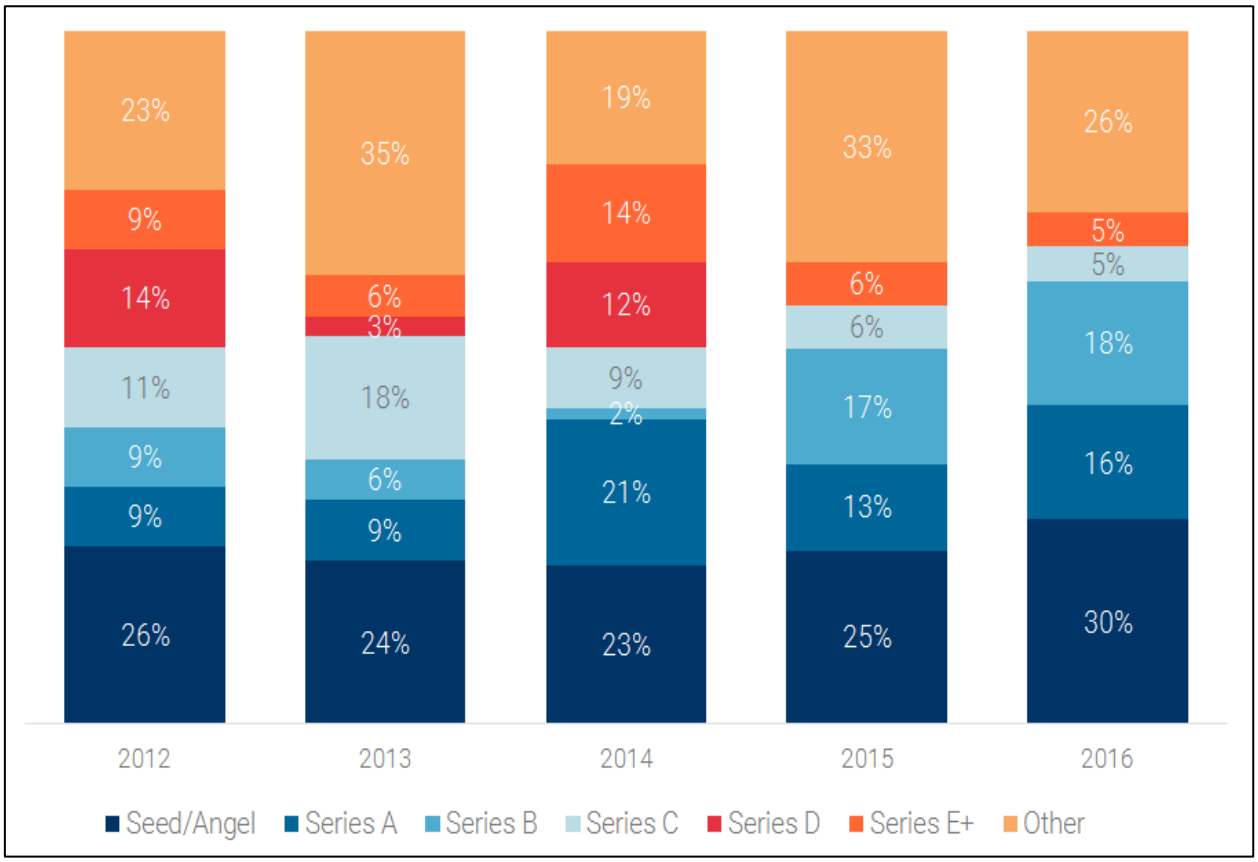


Рис. 41. Структура сделок по раундам привлечения инвестиций в проекты EVs (2012-2016 гг.)
Источник: CB Insights

Около 50% сделок, совершённых в 2016 году, являлись сделками на ранних стадиях финансирования (посевные / ангельские, раунд A) и они, как можно видеть на рис. 41, продемонстрировали небольшой рост за последние годы.

На рис. 42 представлено TOP 25 компаний, которые за последние годы привлекли наибольшее количество венчурных инвестиций.

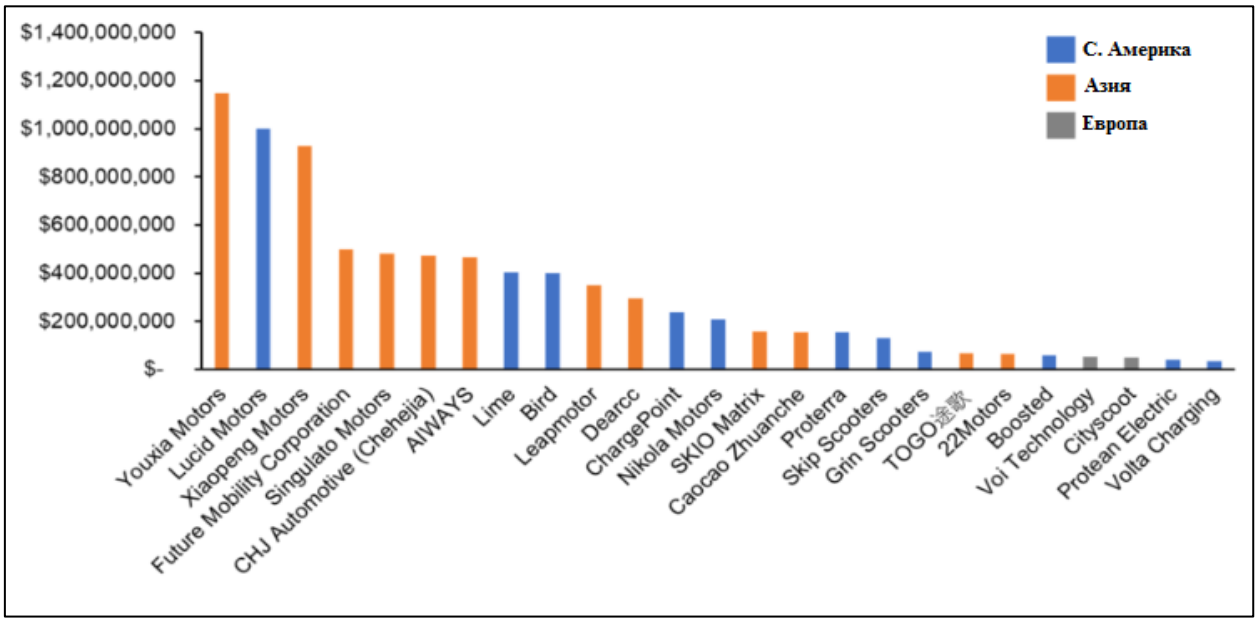


Рис. 42. TOP 25 компаний сферы EVs с наибольшим кол-вом привлечённых инвестиций, $
Источник: Lux Research

Лидирует в части привлечённых инвестиций азиатская Youxia Motors (более $1,2 млрд.), далее следует североамериканская Lucid Motors (около $1 млрд.). Остальные компании, значительная часть которых представляют АТР, привлекли менее $1 млрд.

Всего в мире (на конец 2019 года) было зарегистрировано около 900 высокотехнологичных / инновационных компаний в т.ч. стартапов, которые вели свою деятельность в сфере электрического транспорта. Их наибольшее количество приходилось на Северную Америку (332 компании, 37%), сопоставимое количество расположено в Европе (330 компаний, 37%) и меньшее количество – в Азии (149 компании, 17%) [92].

Следует отметить, что сегодня на рынке электрических автомобилей (также, как и на рынке автономных автомобилей) в явном виде **сформирован высокотехнологический сегмент компаний / стартапов, ведущих инновационную деятельность в сфере EVs, который становится частью экосистемы международного рынка электромобилей.** Карта данных компаний, относящихся к наиболее перспективным стартапам, согласно исследованию CB Insights, представлена на рис. 43.

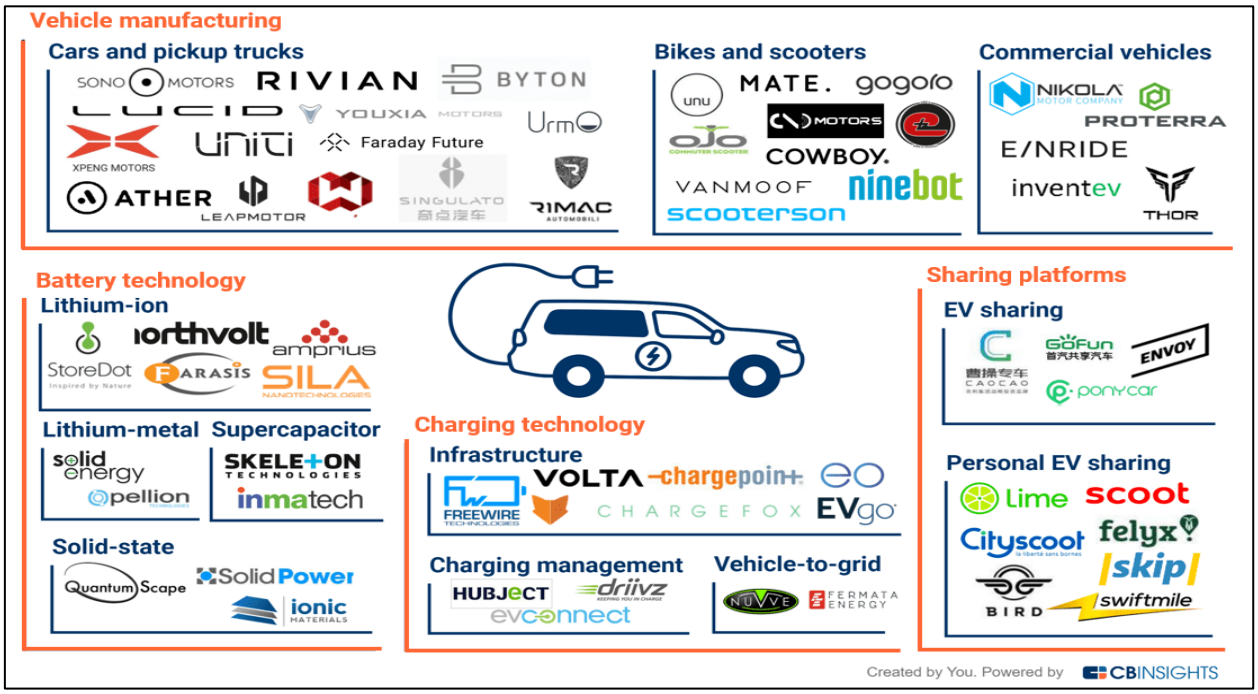


Рис. 43. Карта наиболее перспективных высокотехнологичных стартапов в сфере EVs
Источник: CB Insights

1. Vehicle manufacturing (производство транспортных средств). В данном сегменте работают компании, являющиеся производителями EVs: грузовые и легковые автомобили, а также микроэлектротранспорт. Например, ведущие позиции здесь занимает компания Rivian – американский разработчик электромобилей, который в 2019 году заключил исторически самую крупную сделку на рынке электротранспорта по продаже 100 тыс. электрических грузовых автомобилей Amazon [58]. В других направлениях работают компания Cowboy, которая осуществляет производство электрических велосипедов с сенсорами, позволяющими осуществлять управление, используя мобильное приложение, а также со специально интегрированными фонарями, адаптирующие световые сигналы относительно действий водителя (зажигаются ярче при торможении) [27]; Proterra производит электробусы (на конец 2019 года было продано более 700), а также зарядные станции, батареи и электродвигатели. Отличительной особенностью моделей электрических автобусов данного производителя является запас хода в 560 км на одной зарядке [174].

2. Battery technology (Аккумуляторные батареи). Здесь ведут свою деятельность компании, разрабатывающие батареи для нужд EVs. На сегодняшний день существует несколько технологий производства батарей и в данном сегменте представлены компании, производящие литий-ионные аккумуляторы (StoreDot, Amprius), литий-металлические батареи (Inmatech, Pellion), твердотельные аккумуляторы (Solid Power, Ionic Material).

3. Charging technology (Зарядная инфраструктура). В данном сегменте представлены компании, создающие решения в сфере зарядной инфраструктуры для EVs. Интересными для изучения являются ChargePoint (создание зарядных станций, предоставление доступа через специальное приложение), EV Connect (облачная платформа для управления зарядными станциями и обеспечения взаимодействия по обмену информацией через приложение как с самим водителем, так и с городскими службами).

4. Sharing platforms (Шеринговые платформы). Компании данного направления представляют сервисы, которые работают по схеме, состоящей из нескольких простых шагов: поиск ближайшего свободного EVs, старт поездки на участках, обслуживаемых сервисом, бесплатная парковка. Одной из компаний, предоставляющих подобный сервис является Envoy. Другие компании данного сегмента, например, Lime оказывает услуги по аренде электросамокатов для обеспечения микромобильности городских жителей, а компания Felyx – электроскутеров.

Таким образом, можно сделать вывод о том, что **важнейшие компании рынка EVs (традционные автопроизводители и поставщики батарей) и компании высокотехнологичного сегмента (производство моделей нового поколения EVs, батарей, зарядной инфраструктуры, предоставление услуг мобильности посредством шеринговых услуг) формируют современную экосистему рынка электрических автомобилей**.

Далее рассмотрим потребительские предпочтения при покупке следующего автомобиля, насколько они будут сильны в ближайшие годы относительно альтернативных видов автомобилей (EVs), рис. 44.

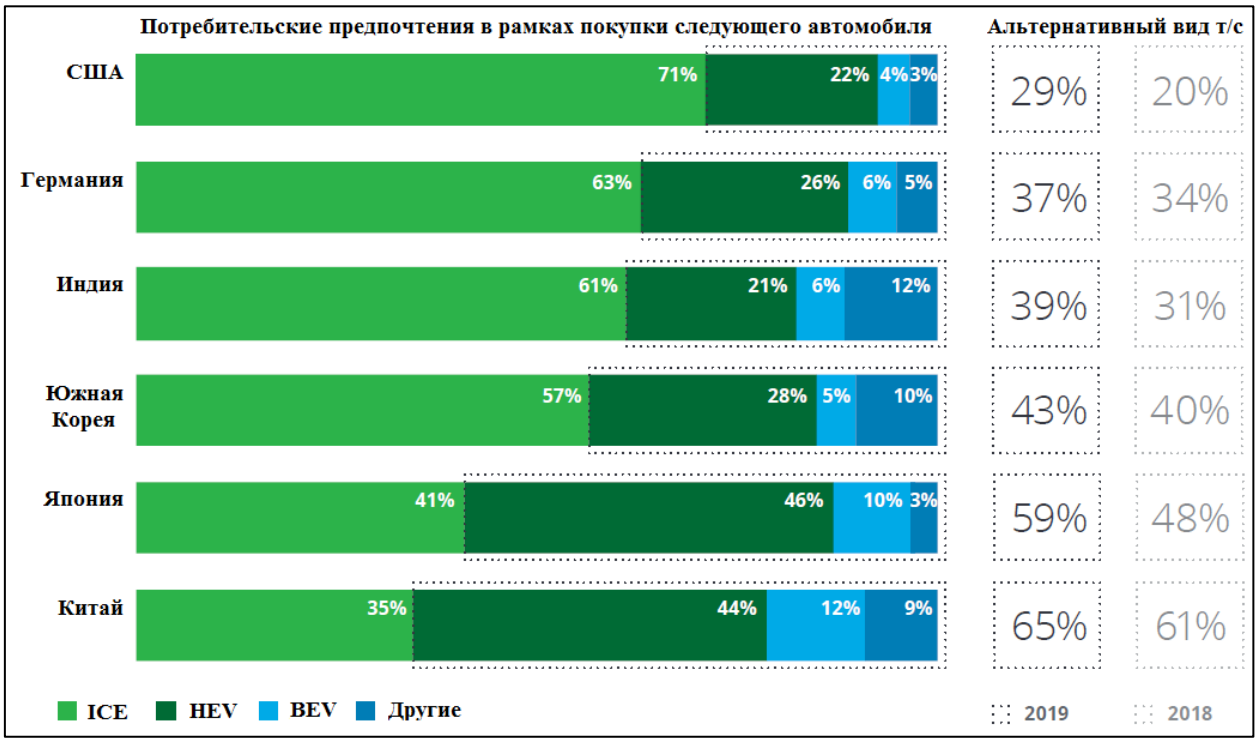


Рис. 44. Потребительские предпочтения в ходе покупки следующего автомобиля (2019 г.), %
Источник: Deloitte

Согласно данным, представленным на рис. 44, **в среднем по миру в 2019 году, отвечая на вопрос о следующем виде автомобиля, которому будет отдано предпочтение, 26% респондентов назвали гибрид, HEV (в 2017 г. – 19%), а полностью электрический автомобиль, BEV выбрали только 6% (в 2017 г. – 5%). Наиболее сильны предпочтения людей относительно альтернативных видов автомобилей в Азии (КНР, Япония, Южная Корея)** [50].

Подводя итог рассмотрению международного рынка электрических автомобилей отметим следующее.

Развитию сферы EVs в мире существенным образом способствовала (и продолжает способствовать) государственная поддержка, выражающаяся в предоставлении субсидий на покупку электромобилей, налоговых льготах и создании различных мотивационных стимулов (бесплатная парковка, движение по выделенной полосе и др.). Также важно отметить, что факторами развития электрического транспорта в мире стали: ужесточение со стороны национальных Правительств стран

требований для традиционных автомобилей (в частности в вопросе предельного объёма выбросов вредных веществ); инвестиционная активность автопроизводителей в сегменте EVs.

Барьерами в части развития рынка электрических автомобилей сегодня выступают: высокая стоимость производства, низкий уровень экономии топлива и слабое развитие сопутствующей инфраструктуры (зарядные станции).

Далее перейдём к рассмотрению деятельности ключевых компаний международного рынка автономного и электрического транспорта.

3.3 Обзор деятельности ключевых компаний международного рынка автономного и электрического транспорта

Alibaba (КНР)

Alibaba – крупнейшая компания в сфере электронной торговли, объединяющая миллионы активных продавцов и сотни миллионов покупателей с декларируемой миссией, направленной на создание условий для ведения бизнеса в любой точке мира. В основе бизнеса Alibaba лежит уникальная бизнес-модель, построенная на сетевой координации и интеллектуальной обработке данных. При этом бизнес компании развивается в совершенно разных сегментах по направлениям B2B, B2C и C2B [8]. Последнее связано с производством товаров / предоставлением услуг «по запросу», что меняет традиционные подходы к бизнесу.

В 2018 году Alibaba заявила о развитии нового направления своей деятельности (разработка автономных транспортных средств). Цель – создать самоуправляемый автомобиль 4 уровня автономности [55]. В рамках данного направления Alibaba проводит свои собственные испытания автономных автомобилей, а также развивает партнёрство с крупнейшим национальным автопроизводителем (SAIC) с целью выпуска подключённых автомобилей. Для развития инноваций в области подключённых автомобилей Alibaba Cloud в партнёрстве с компаний Autonomic (дочерняя компания Ford Smart Mobility) будет работать над созданием в Китае Transportation Mobility Cloud (TMC) – одного из самых передовых в мире решений для подключённых автомобилей [121].

Также компанией реализуется ещё ряд проектов. Так, например, в рамках Tmall Genie Auto – разрабатывается с другими участниками рынка (Volvo, Daimler и др.) «умный» помощник на базе технологии искусственного интеллекта.

Кроме того, Alibaba для укрепления своей конкурентоспособности и выхода на новые рынки финансирует некоторые из стартапов, связанные с

технологиями беспилотного вождения (AutoX) и электрического транспорта (XPeng).

Важно заметить, что компания также занимается работой по производству собственных чипов, которые необходимы как для беспилотного транспорта, так и в других сферах, осуществляющих функционирование на базе технологии искусственного интеллекта.

Apple (США)

Деятельность компании Apple в области разработки автономного и электрического транспорта связана, прежде всего, с проектом Project Titan. За время своего существования проект менял свой профиль. В 2016 году он был направлен на разработку электротранспорта, а в 2017 году был переориентирован на автономный. В конечном итоге в январе 2019 года Apple объявила о приостановке проекта, что повлекло за собой сокращение более 200 сотрудников. Пятью месяцами позже компания подтвердила приобретение стартапа сферы AVs (Drive.ai), который на сегодняшний день привлёк $77 млн. Стоимость стартапа оценивается в $200 млн. По мнению экспертов, данный шаг расценивается, как попытка Apple вернуться к вопросу создания автономного автомобиля после неудачи с Project Titan, связанной с уходом главы проекта и неопределённостью в дальнейшей стратегии [46].

В мае 2019 году сообщалось, что Apple работает над созданием парка корпоративных беспилотных автомобилей на базе Volkswagen T6.

Apple стала третьей в Калифорнии после GM Cruise и Waymo по общему числу зарегистрированных автономных автомобилей. По состоянию на сентябрь 2018 года в парке компании насчитывалось 70 беспилотных автомобилей с общим пробегом 79 745 миль, в то время как в 2017 году данный показатель был равен всего 838 миль [46].

Audi (Германия)

Компания Audi имеет большие планы по созданию автомобилей нового поколения. Её представители заявляют, что к 2023 году на разработку технологий автономного вождения и технологий в сфере экологической

безопасности транспорта будет направлено порядка $16 млрд. В первую очередь, усилия компании будут сосредоточены на обеспечении деятельности подразделения Autonomous Intelligent Driving (AID), занимающегося испытанием 12 беспилотных автомобилей на дорогах общего пользования в Мюнхене. Заявлено, что к 2021 году на базе разработок AID может быть создан сервис автономного такси [46].

На текущий момент времени компания представила несколько прототипов самоуправляемых автомобилей на базе моделей A7 и RS7. Существуют планы по коммерциализации технологий на основе флагманской модели A8, на которой уже сегодня реализована функция автопилота. Модель A8 2019 года выпуска имеет адаптивный круиз-контроль, интеллектуальные системы предотвращения столкновений, распознавания объектов и др.

Baidu (КНР)

Согласно данным McKinsey, к 2030 году китайский рынок автономных транспортных средств может быть оценён в $500 млрд. [46]. Соответственно к нему приковано большое внимание со всего мира и в частности к компаниям – лидерам национального рынка, одной из которых является Baidu.

Baidu в 2017 году представила платформу для автономных автомобилей Apollo с открытым исходным кодом. В 2018 году компанией было получено разрешение правительства Китая на проведение испытаний AVs в Пекине. Полученное разрешение позволяет Baidu тестировать свои транспортные средства в условиях движения в туннелях и в условиях наиболее активных зон городской инфраструктуры. В 2019 году в парке AVs Baidu насчитывалось около 300 автомобилей, которые преодолели около 2 млн. км. В планах компании запуск в ближайшем будущем сервиса беспилотного такси [46].

BMW (Германия)

Компания BMW начала активно реализовывать стратегию развития автономного транспорта с момента демонстрации автомобиля модели i8 на выставке CES 2016. В июле 2019 года она объявила о партнёрстве с немецким автопроизводителем Daimler. К работе над разработкой автономных систем

было привлечено 1 200 специалистов, усилиями которых планируется создать новые модели AVs и ввести их в эксплуатацию к 2024 году.

Ранее, в 2016 году, был создан альянс BMW, Intel и Mobileye, к которому позднее присоединился Chrysler. Целью данного объединения компаний является создание платформы с открытым исходным кодом для вывода на рынок автономного транспорта собственного автомобиля BMW iNEXT в 2021 году. В 2018 году BMW была открыта тестовая зона под Мюнхеном для испытаний автономных автомобилей. К концу 2019 году компания планирует использовать в пилотных проектах 40 AVs на дорогах США и более 80 – совокупно по всему миру.

Bosch (Германия)

Группа компаний Bosh, ведущая историю с 1886 года, – мировой лидер в сфере технологий / решений / услуг, связанных с автомобильной, промышленной, строительной и др. отраслями, работающая в сегментах B2B и B2C.

По данным официального сайта [142], Bosch имеет сильные компетенции в части решений по электромобильности. С начала 2018 года компания получила заказы в этой области на сумму около €13 млрд. (проекты по производству аккумуляторных элементов для легковых автомобилей и лёгких грузовиков). В части электрического транспорта Bosch активно работает с e.GO Mobile (вопросы подключённого автомобиля и послепродажного обслуживания EVs).

Одним из центральных проектов для компании является беспилотный электрический шаттл для пассажирских перевозок [15; 82]. Запуск проекта объясняется стремительным ростом спроса на услуги райдшеринга. В движение шаттл приводит электрическая силовая установка Bosch. Она работает под управлением программного комплекса, анализирующего состояние батареи и в случае необходимости отправляющего шаттл к ближайшей зарядной станции. Система способна прогнозировать оставшийся запас хода, исходя из данных потребления энергии, информации о пробках,

погодных условиях и др. Ориентирование в пространстве осуществляется за счёт радаров, ультразвуковых сенсоров и ПО на основе высокоточных карт. Bosch разработал интерьер своего будущего шаттла так, чтобы обеспечить место для четырёх пассажиров, посадив их друг напротив друга. В шаттле предусмотрены мониторы, к которым можно подключиться всей компанией или одному, а также бортовой Wi-Fi. Консьерж-сервис делает из шаттла своего рода личного ассистента – руководствуясь всей доступной информацией, транспортное средство может давать пассажирам полезные рекомендации, сообщить прогноз погоды. Как только шаттл прибудет к месту назначения, пассажиры смогут оплатить проезд через платежные сервисы от Bosch.

Bosh активно сотрудничает с компанией Daimler в рамках создания услуги по объединению беспилотных такси, каршеринга и сервиса по поиску перевозчиков [81]. Запуск пилотного проекта на базе автономных автомобилей с уровнем автоматизации 4/5 по классификации SAE был запланирован на вторую половину 2019 году в Сан-Хосе (Калифорния, США).

Важным событием для компании в 2019 году было создание совместно с Daimler первой в мире системы по автоматизированной парковке, не требующей участия водителя [46].

Для усиления своей конкурентоспособности в части технологических решений для беспилотного транспорта, «умных» городов и «умного» дома Bosch несколько лет назад инвестировал $1,1 млрд. в строительство нового завода в Дрездене (в частности для производства полупроводников), сформировал партнёрства с ключевыми участниками экосистемы AVs (TomTom в сфере картографии, Mercedes в сфере транспортных средств 4 / 5 уровня автоматизации) [46].

Continental (Германия)

Компания Continental имеет собственную программу разработок в сфере автономного транспорта, в которую, например, входит производство комплектующих для роботизированных транспортных средств (роботакси). Продукты компании используются на беспилотном шаттле EZ10 от EasyMile.

В апреле 2017 году Continental расширил свою исследовательскую деятельность в области автономного и электрического транспорта, открыв центр в Сан-Хосе (США, штат Калифорния). Лаборатория занимается разработкой автомобилей с автономным управлением, которые технологически способны взаимодействовать как друг с другом, так и с дорожной инфраструктурой. Компания также заявила, что инвестирует $300 млн. в развитие технологий, имеющих непосредственное отношение к электрическим и гибридным автомобилям [46].

Являясь членом двух альянсов (NAV, AVCC) Continental активно развивает вспомогательные сферы деятельности, связанные с автономными автомобилями: сенсоры, бортовые компьютеры, операционные системы и отдельные виды ПО. CEO компании Continental прогнозирует, что объём рынка программного обеспечения для AVs увеличится в 4 раза и составит порядка $1,2 трлн. к 2030 году [153].

Didi Chuxing (КНР)

Поглотив подразделение Uber в Китае, компания Didi Chuxing начала вести активную деятельность в области автономного вождения. В марте 2017 года компания открыла исследовательскую лабораторию по разработке искусственного интеллекта на территории Кремниевой долины в США. При лаборатории было создано подразделение, которое займётся созданием интеллектуальных систем вождения и «умной» безопасностью на транспорте [46].

Важно отметить, что Didi Chuxing имеет 60% доли в совместной с Volkswagen компании сферы AVs, расположенной в Шанхае [46].

В феврале 2018 года было объявлено о том, что при участии Didi был впервые продемонстрирован прототип автомобиля с системой автономного управления. Также сообщалось, что компания разработала программное и аппаратное обеспечение для этого автомобиля в сотрудничестве с различными автопроизводителями и поставщиками комплектующих. В мае того же года Didi Chuxing получила разрешение в США на проведение испытаний

автономных автомобилей на дорогах общего пользования Калифорнии. Сегодня парк AVs компании составляет порядка 40 единиц [46].

Ford (США)

В 2015 году компания Ford объявила о начале реализации инициативы «Smart Mobility Plan», позволившей ей в дальнейшем занять ведущее положение в области разработки «подключённых» и автономных автомобилей. По завершению инициативы в марте 2016 г. была создана компания Ford Smart Mobility LLC, основной целью деятельности которой стала реализация бизнес-проектов в сфере CAVs, а также мобильных сервисов.

В июле 2019 года Ford объявила об инвестициях в $4 млрд. в создании отдельного подразделения в Детройте для проведения исследований, разработок, интеграции систем, проработки бизнес-стратегии в сфере AVs. До этого решения в основе деятельности Ford по направлению самоуправляемых автомобилей лежала совместная с VW компания Argo AI, которая за последнее время проводила тестовые запуски автономных автомобилей в Остине (Техас), Майами (Флорида) и Вашингтоне (округ Колумбия). В 2017 г. была приобретена доля в стартапе Argo, который привлёк около $5 млрд. финансирования в течение последних пяти лет. Начиная с 2018 г., Ford проводит тестирование технологий Argo на автомобилях модели Fusion [46].

В 2019 году Ford объявила об открытии исследовательского центра в Тель-Авиве, специализирующегося на создании технологий автономного вождения, бортовых систем мониторинга и кибербезопасности [46].

Таким образом, Израиль стал для Ford важным технологическим хабом, на территории которого также ведут свою деятельность Intel, Continental, Samsung, Daimler и General Motors [46].

Анализируя деятельность Ford, важно заметить, что компания является одним из крупнейших инвесторов Velodyne (разработка лидаров). Инвестиции в области искусственного интеллекта, лидаров и картографии давно стали одними из сфер приоритетных интересов компании.

GM Cruise (США)

General Motors является одной из лидирующих компаний мира среди традиционных автопроизводителей по развитию технологий автономных автомобилей (в частности посредством работы компании Cruise). Cruise была приобретена GM в 2016 году, с этого времени в неё проинвестировали Softbank ($2,25 млрд.) и Honda ($750 млн. с выделением дополнительных $2 млрд. в течение 12 лет) [153].

По состоянию на 2019 год в Cruise реализовывалась программа по запускам беспилотных автомобилей в Сан-Франциско, в испытаниях принимают участие только сотрудники компании. В перспективе планировалось запустить сервис по предоставлению услуг автономных автомобилей совместно с Lyft, однако это было отложено на неопределённый период времени.

GM Cruise активно развивает партнёрство с другими компаниями в т.ч. стартапами (из последних событий в данном направлении – сотрудничество с DoorDash, сервисом по доставке еды).

GM в 2019 году стала участником консорциума AVCC, что является позитивным фактором в развитии технологий AVs компании.

Honda (Япония)

Одним из наиболее актуальных проектов, реализуемых компанией Honda, является разработка беспилотного автомобиля к 2020 году. Инициированный совместно с компанией GM, этот проект уже получил $2,85 млрд. инвестиций. Следующим по значимости проектом этих компаний считается создание водородных топливных элементов (также к 2020 году) [46].

Компания Honda получила разрешение от штата Калифорния на проведение испытаний собственного AV на дорогах общего пользования. Она также активно работает в сфере технологий ADAS, испытывая на модели Civic функции удержания полосы, автоматического торможения и адаптивного круиз-контроля [46].

Важно заметить, что в апреле 2017 года компания открыла свой исследовательский центр под названием Center X, который занимается исследованиями в области искусственного интеллекта, результаты которых могут быть применимы в том числе для сферы автономного транспорта.

Hyundai (Южная Корея)

Лидер южнокорейского и мирового автомобильного рынка, Hyundai, для развития направления по коммерциализации к 2022 году автомобилей 4/5 уровня автономности в т.ч. роботакси создал совместно с ирландской Aptiv (ранее называвшейся Delphi Automotive) компанию, в которую они инвестировали $4 млрд. В 2020 году планируется начать испытания AVs.

Следует отметить, что отдельно Hyundai выступает инвестором в австралийский каршеринговый стартап (Car Next Door), израильскую компанию-лидера по развитию технологии V2X (Autotalks) и созданное совместно Amazon и Fiat – подразделение по развитию AVs (Aurora). Aptiv со своей стороны активно взаимодействует с Lyft и, по заявлениям компаний, они развивают сегмент услуг по беспилотным перевозкам в Лас-Вегасе [46].

Magna (Канада)

В 2019 году ведущая канадская компания-поставщик автомобильных комплектующих Magna объявила о начале строительства завода по производству AVs в Мичигане совместно с компанией Waymo. Первоначально завод будет выпускать автономные версии минивэна Chrysler Pacifica Hybrid и электрический внедорожник Jaguar I-PACE, относящиеся к 4 уровню автономности [46].

NAVYA (Франция)

Созданная в 2014 году, NAVYA является одной из первых французских компаний в сфере проектирования и производства автономного электротранспорта. Ведёт свою деятельность на территории двух стран мира (Франция, США) и имеет штат сотрудников около 300 человек. С первых моделей выпуска её транспортные средства отличает высокий уровень

роботизации, цифровые технологии и отсутствующие, в отличие от традиционных автомобилей, педали / руль [30].

По состоянию на 2019 год компания работает в сфере высокотехнологичных решений для обеспечения пассажирских перевозок и выпускает [30]:

- автономные шаттлы (вместимость до 15 человек, предназначены для использования на территории городов и на частных территориях в качестве решения для «первой-» и «последней мили»);
- автономные автомобили (вместимость от 1 до 6 человек, предназначены для использования в качестве решения для индивидуальных поездок в городское среде).

По информации официального сайта NAVYA [30], она является первой компанией в мире, которой удалось вывести на рынок решения в сфере автономной мобильности и запустить их использование (автономные шаттлы). По данным на середину 2019 года компанией было продано 130 шаттлов во Франции, США, Германии, Швейцарии, Японии и Австралии [12].

Её стратегическими целями являются [30]: (1) продолжение инвестирования в R&D для сохранения статуса одного из технологических лидеров рынка AVs; (2) коммерциализация собственных решений в сфере автономного транспорта; (3) выход на новые рынки (грузовые перевозки, в сфере функционирования аэропортов и др.).

К 2021 году NAVYA планирует занимать 40% рынка автономных шаттлов и существенную долю рынка беспилотных такси. В ближайшее время компания планирует начать реализацию пилотных проектов в сфере грузовых автономных перевозок [30].

Nuro (США)

Компания, базирующаяся в Калифорнии, основана в 2016 году бывшими сотрудниками Google по разработке и исследованию робомобилей и систем автономного вождения (Waymo).

Основной целью деятельности Nuro является автоматизация доставки заказов (магазины, рестораны, прачечные) потребителям. Предлагаемое решение в виде роботизированного транспортного средства способно достигать скорости в 40 км/ч и не рассчитано на сложные логистические маршруты, только фактически работа на участках «последней мили»: от магазина / ресторана до дома клиента [38].

Робомобиль Nuro имеет лобовое стекло, внутренняя часть спроектирована с местом исключительно для ящиков, пакетов и других ёмкостей для хранения товаров. Места для водителя не предусмотрено. Большую часть его функций выполняет надстройка на крыше, где расположены лидар, сенсоры и камеры – с их помощью транспортное средство осуществляет движение в полностью автономном режиме [38].

Одним из успешных проектов для компании стал запуск в 2019 году работы сервиса по доставке продуктов компании Fry’s Food Stores (Kroger) в Аризоне, где создана поддерживающая регуляторная среда для использования автономного транспорта [168].

В планах компании – увеличение числа штатов работы (США), а также международная экспансия бизнеса и расширение списка партнёров.

Одним из приоритетных направлений также становится создание беспилотных грузовых автомобилей, технология производства которых была лицензирована Nuro в 2019 году [183].

Samsung (Южная Корея)

В мае 2017 года компания Samsung получила разрешение на начало испытаний автономных автомобилей на дорогах общего пользования в своей стране-базирования – Южной Корее**.**

В последние годы у Samsung наблюдалась активность на рынке M&A. Так, в 2017 году компанией была приобретена контролирующая доля в Harman (ведущий поставщик решений в сфере подключённых автомобилей). Стоимость сделки составила $8 млрд. [46].

В январе 2018 году на выставке CES Samsung представила новые технологические решения, призванные помочь производителям автомобилей создавать собственные AVs (камеры, предупреждающие водителя о выходе с полосы движения, приближающихся пешеходах и препятствиях, а также адаптивный круиз-контроль). Автомобили, тестирующие новую платформу Samsung (DRVLine), уже проходят испытания на дорогах в Калифорнии и Корее [46].

В декабре 2018 года компанией было объявлено о начале создания инфраструктуры сетей нового поколения и внедрения технологий связи, включая 5G и V2X, для K-City (испытательного полигона в Корее для технологий автономного движения и «умного» города) [46].

Tesla (США)

По данным компании все автомобили, которые были выпущены с 2016 года, включая модель 3 уже оснащены полным комплектом оборудования для автономного движения и обеспечивают уровень безопасности, который существенно превосходит возможности человека. Среди оборудования, которым оснащаются автомобили Tesla: восемь окружных камер, которые дают 360-градусный обзор на дальность до 250 м; 12 ультразвуковых сенсоров, способных обнаруживать твёрдые и мягкие объекты; радар переднего обзора, который позволяет получать изображение сквозь проливной дождь / туман / пыль и даже сквозь автомобиль, осуществляющий движение впереди [79].

Таким образом, при включённом автопилоте водитель в определённых условиях освобождён от выполнения ряда функций (торможение, ускорение, смена линии и др.), однако в некоторых ситуациях требуется его контроль и внимание для переключения управления в ручной режим.

Несмотря на несколько несчастных случаев со смертельным исходом во Флориде, когда был активирован автопилот Tesla, автомобили компании являются достаточно безопасными. По существующей статистике 1 происшествие может случиться на 2,87 млн. миль без активированного

автопилота и на 1,58 млн. миль – с активированным автопилотом. Если рассмотреть общую статистику по США, то здесь 1 происшествие приходится на каждые 436 тыс. миль [153].

Среди наиболее значимых событий 2019 года для Tesla выделяется создание собственного процессора для AVs (его производство будет осуществлять Samsung), что позволило отказаться от ключевого ранее партнёра – Nvidia. Процессор Tesla может обрабатывать 144 TOPS (трлн. операций в секунду), тогда как процессор Nvidia DRIVE AGX Pegasus – 320 TOPS [153].

По словам Илона Маска, автомобили Tesla 5 уровня автономности будут доступны уже в 2020 году и в этот же период компания планирует запустить беспилотные такси.

Toyota (Япония)

Первые упоминания о том, что компания Toyota намерена разрабатывать автономные транспортные средства относятся к 2014 году. В бюджете компании тогда были заложены значительные средства на это, их объём превышал $1 млрд. На базе исследовательского центра компании в сотрудничестве с преподавателями / исследователями ведущих университетов США (Стэнфордский университет, Массачусетский технологический институт, Мичиганский университет), а также с компанией Jaybridge Robotics началась работа по изучению технологий автономного вождения [46].

В январе 2018 года Toyota представила версию своего флагманского автономного автомобиля. Несколько месяцев спустя компания объявила об инвестициях в размере $2,8 млрд., направленных в новую дочернюю компанию (Toyota Research Institute - Advanced Development), которая призвана ускорить коммерциализацию решений компании в сфере автономных и электрических автомобилей [46].

Uber (США)

Uber развивает направление AVs в пассажирском и грузовом сегменте уже несколько лет. Подразделение компании, отвечающее за разработки в

сфере автономных автомобилей (Advanced Technologies Group, ATG), привлекло инвестиции от Toyota, Denso, Softbank, а также основного партнёра – Volvo. Компания совместно с Volvo планирует в 2020 году запустить испытания беспилотных автомобилей на дорогах общего пользования. Эта цель была озвучена после 9-и месячного вынужденного запрета после несчастного случая со смертельным исходом, когда автомобиль Uber сбил пешехода в марте 2018 года. После этого происшествия компанией были приостановлены все тестовые запуски в Аризоне и не продлевалось разрешение на испытания в Калифорнии [46; 153].

Volvo Group (Швеция)

Компания реализуют проекты в сфере автономного транспорта как в грузовом, так и пассажирском сообщении, начиная с 2016 года, когда была запущена специальная программа – Drive Me в Гётеборге.

Один из главных проектов последних лет компании – это беспилотный электромобиль Vera, который задействован для перевозки грузов между логистическим центром и портовым терминалом в Гётеборге. Беспилотная система контролируется оператором, который находится в диспетчерской и отвечает за сам процесс транспортировки. Проект реализуется Volvo Trucks и компанией DFDS (логистика и паромные грузоперевозки), он осуществляется при поддержке Шведского управления инновационных систем Vinnova, Транспортного управления Швеции и агентства Швеции по энергетике в рамках программы стратегических исследований и инноваций транспортных средств FFI. Созданный в 2018 году автомобиль Vera предназначен для перевозки грузов / больших объёмов товаров с максимальной скоростью в 40 км/ч на небольшие расстояния (в логистических центрах, на заводах и в портах) с высокой точностью и регулярностью в выполнении транспортных операций. Целью ближайших лет для Volvo является реализовать функционирование системы, состоящей из нескольких автомобилей Vera, которые объединены в одну сеть и контролируется диспетчером. До полноценного применения беспилотных автомобилей компании требуется их

технологическая доработка, оптимизация системы управления и их адаптация в существующую транспортную инфраструктуру [32]. Пока же итак совершён большой шаг вперёд и грузовые беспилотные автомобили Volvo работают на шахтах, фермерских плантациях, площадках для сбора / сортировки мусора и на других территориях с постоянными повторяющимися маршрутами. С 2020 года компания начнёт представлять финансовую отчётность по работе направления беспилотных грузовых автомобилей, что позволит лучше понять, насколько успешно проходит коммерциализация AVs в грузовом сегменте бизнеса [13]

Примером проекта Volvo в сфере пассажирского транспорта является электрический автобус, созданный Volvo Bus в партнёрстве с транспортной компанией Keolis. В конце 2019 года его работа была представлена недалеко от Гётеборга. Во время тестового запуска электробус успешно преодолел все дорожные участки и выполнил все типы действий, необходимые во время перевозки пассажиров. Процесс движения не полностью автономный – удалённый оператор осуществляет фактически управление автобусом. Volvo и Keolis пока не объявили, когда электробус начнёт работу в автобусных депо.

Volvo активно сотрудничает с компанией Uber, результатом чего стало соглашение о приобретении последней 24 тыс. автомобилей Volvo XC90 в период с 2019 по 2021 год (общая сумма сделки – $1,4 млрд.). Uber планирует создать на базе автомобилей Volvo сервис автономного такси [214].

Waymo (США)

Создана в 2009 году, как подразделение Google, позже была выделена в отдельную компанию. Google наряду с Tesla была одной из первых компаний, начавших инвестировать в R&D по направлению автономных автомобилей. Waymo относится к компаниям, которые практически полностью разрабатывают собственные решения в части AVs (аппаратное и программное обеспечение, чипы).

По состоянию на 2018-2019 гг. дочерняя компания Google тестировала беспилотные автомобили в нескольких штатах. Так, например, в Аризоне было

пройдено 10 млн. миль (в условиях готовности человека взять управление на себя), а в Калифорнии– более 1 млн. миль. При этом Waymo значительно опережает своих конкурентов на рынке AVs по показателю пройденных миль без сбоев в работе (11 154 по дорогам общего пользования в Калифорнии, у следующего вторым GM – 5 205) [153].

К концу 2019 года компания начала испытывала свои автомобили на дорогах Лос-Анджелеса, а в Финиксе (столице штата Аризона) ввела в эксплуатацию коммерческий сервис беспилотного такси (роботакси) для отдельных пользователей – людей бесплатно помогавших в тестировании технологий беспилотного вождения (всего с апреля 2017 года в тестовых запусках приняло участие более 400 человек). Первое время в автомобилях Waymo будет присутствовать водитель в целях безопасности движения, однако несмотря на это, запуск данного сервиса, получившего название Waymo One, признаётся значимой вехой в развитии технологий автономного управления Google. Сервис Waymo One будет доступен в нескольких городах Аризоны 24 часа 7 дней в неделю. Для пользователей было разработано мобильное приложение, которое будет показывать стоимость поездки до её подтверждения, основанную на времени и протяжённости маршрута, также доступны функции вызова оператора компании (как через приложение, так и систему, установленную внутри автомобиля) [218].

Google активно участвует в формировании партнёрских отношений с Nissan и Renault с целью вывести в будущем автономные легковые и грузовые автомобили на рынки Японии и Франции. Оснащение автомобилей необходимым оборудованием планируется производить в Детройте совместно с Magna International.

Глава 4. Рынок автономных и электрических автомобилей Европы

Автомобильная отрасль Европы традиционно является одной из сильнейших в мире относительно качества производимых транспортных средств и предлагаемых сервисов, в том числе с учётом новейших технологических решений. В будущем, как ожидают эксперты, в европейской автомобильной отрасли произойдёт изменение парадигмы с производства и сервисного обслуживания автомобилей на предоставление услуг в сфере перевозки людей и грузов (обеспечение различных вариантов мобильности).

Согласно McKinsey & Company [52], автомобильная отрасль Европы к 2050 году будет характеризоваться завершённым переходом от сложившихся моделей ведения бизнеса к новым, построенным на клиентоориентированности, устойчивой мобильности и позитивных экономических параметрах (новые типы услуг, сокращение транспортных издержек и др.). В основе будущего европейского модели мобильности будут находиться «Люди, Планета и Позитивный экономический эффект», схематично это можно увидеть на рис. 45.

Рис. 45. Характерные особенности европейской модели мобильности к 2050 г.
Источник: McKinsey Center for Future Mobility analysis

Таким образом, к 2050 году прогнозируется качественно новый уровень развития автомобильной отрасли и мобильности в Европе, связанный со следующими параметрами и целями [52]:

- нулевой уровень происшествий и аварий со смертельным исходом за счёт внедряемых в транспортные средства инноваций (в активной и пассивной сферах обеспечения безопасности) и продвинутых технологий ADAS,
- доступность персональных услуг мобильности для 90% населения, включая людей с ограниченными возможностями, подростков и людей пожилого возраста,
- снижение издержек в части мобильности до €0,10 / км, благодаря новым технологиям и шеринговым сервисам,
- высвобождение порядка 50% времени в рамках функционирования автономного транспорта и внедрения соответствующих технологий, что позволит людям использовать его более эффективно, создавая добавленную стоимость, оцениваемую с точки зрения макроэкономики в €1 млрд. / день,
- создание новых возможностей на рынке труда, отвечающим глобальным тенденциям отрасли – ACES,
- достижение нулевого уровня выбросов транспортными средствами и переход к устойчивой мобильности за счёт использования автомобилей с двигателями, работающими на основе электричества, водорода и др. топливных элементов, которые не загрязняют окружающую среду,
- оптимизация дорожного движения, сокращение на 20% заторов и переориентация 20-30% дорог в пространства, приспособленные для жизни и досуга,
- переход от традиционных бизнес-моделей (продажи автомобилей и их послепродажное обслуживание) к новым, связанным с концепцией MaaS и продажей подключённых, автономных и электрических транспортных средств,
- снижение в определённых случаях транспортных издержек на 40% за счёт использования технологий CAVs,

Важно отметить, что **к 2030 году прогнозируется изменения в структуре доходов европейской автомобильной отрасли. Так, если на настоящий момент времени доля услуг на основе данных и совместного пользования (шеринга) составляет в общих доходах 0,2%, то в 2030 году она может достигнуть доли в 27%** [52].

Согласно информации исследования будущего состояния автомобильной отрасли, проведённого McKinsey & Company [52], европейский путь развития характеризуется созданием различных локальных решений в сфере мобильности с потенциалом их масштабирования глобально. Европа имеет возможности оказать значимое влияние на международную экосистему транспорта и мобильности посредством разработки и внедрения инновационных решений в 4 сферах (рис. 46).

Рис. 46. Инновационные решения в автомобильной отрасли Европы к 2050 г.
Источник: McKinsey Center for Future Mobility analysis

В соответствии с представленной выше информацией инновационное развитие европейской автомобильной отрасли будет, в том числе основываться на новых типах транспортных средств – подключённых автономных и электрических автомобилях. Перейдём к анализу рынков последних.

Европейский рынок автономного транспорта – один из самых динамично развивающихся в мире. С 2023 года его совокупные среднегодовые темпы роста прогнозируются на уровне 18,4% (по другим оценкам – более 40% [70]**), а объём рынка – на уровне $191,6 млрд. к 2030**

году [114]. **По состоянию на 2018 год рынок систем на основе технологий для беспилотного движения Европы оценивался в $5,68 млрд.** [117].

Ключевым рынком, на который приходится порядка 20% от совокупного значения по региону, является рынок Германии, где сосредоточено большое количество инновационных компаний, занимающихся вопросами беспилотных транспортных средств. Если за период 2010-2017 гг. в мире было выдано более 5 800 патентов в сфере AVs, то на немецкие компании приходился 51% от их количества (на Европу в общем приходится порядка 60% [52]). Наибольшую долю рынка, как ожидается, будут занимать транспортные средства 4 уровня автономности [52].

Основными драйверами роста рынка выступают [116]:

- государственная поддержка направления AVs,
- повышение спроса на эффективные и безопасные поездки,
- эволюционные изменения в индустрии CAVs,
- совершенствование регуляторной среды.

По данным CrunchBase, в Европе на конец 2019 года было зарегистрировано около 250 высокотехнологичных / инновационных компаний в т.ч. стартапов, которые занимаются созданием решений в сфере автономного транспорта. Европа по данному показателю занимает второе место после Северной Америки [92].

Важно отметить, что значимую роль в развитии рынка автономных транспортных средств в Европе играет создание партнёрств между ключевыми игроками из автомобильной и IT-индустрии.

В 2018 г. Fiat-Chrysler совместно с BMW Group начали сотрудничать по вопросам аппаратного и программного обеспечения систем автономного вождения. Кроме того, они сформировали партнёрские отношения с Delphi и Continental для обеспечения беспилотных автомобилей комплектующими, а также с Intel по вопросам поставки компьютерных чипов. Ещё одним недавним примером стало создание партнёрства между французской PSA

Group с компанией-стартапом, занимающейся современными решениями в сфере автономного движения [115].

Следует также заметить, что по состоянию на конец 2019 года Европейская комиссия активно работает по вопросам, связанным с подключённым и автономным транспортом. Одной из последних инициатив ЕК стало решение о проведении независимого исследования на тему эффектов будущего использования CAVs на европейский рынок труда. Результаты работы предполагается использовать в развитии отраслевого законодательства ЕС [102].

Ключевыми традиционными игроками на рыке автономного и электрического транспорта Европы, которые в ближайшие годы планируют реализацию ряда проектов по развитию AVs и увеличению производства EVs являются компании, которые размещены на карте ниже (рис. 47).

Рис. 47. Основные игроки рынка AVs и EVs в Европе
Источник: Transport & Environment

Стратегии европейских компаний по развитию направления AVs и EVs строятся на следующих стимулах, направленных на формирование конкурентных преимуществ и занятие глобальных лидерских позиций: инвестирование в перспективные технологии, создание партнёрств, реализация планов по слияниям и поглощениям.

Сегодня на европейском рынке электрических автомобилей доступно порядка 100 моделей EVs. К 2025 году согласно планам ключевых автопроизводителей число доступных моделей возрастёт в более чем 3 раза (рис. 48).

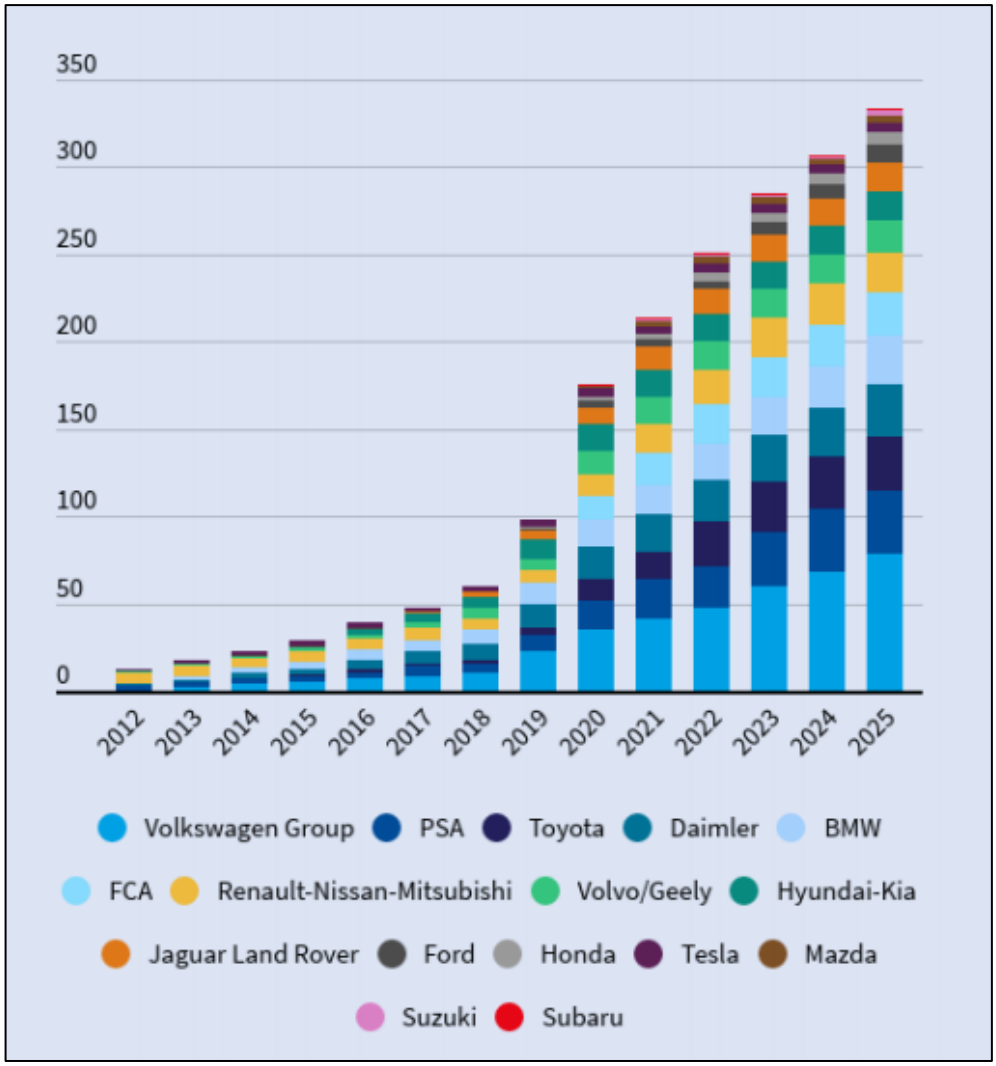


Рис. 48. Доступные модели EVs и прогноз по основным игрокам Европы (2012-2025 гг.), ед.
Источник: Transport & Environment

К 2025 году лидирующие позиции в Европе, как ожидается, займут Volkswagen Group, PSA, Toyota.

В будущем планируется повысить долю европейского региона в мировом производстве батарей для электротранспорта с сегодняшних 6,6% до 13,6% к 2023 г. и до 17,2% к 2028 г. [105]. Достижение заявленных целей будет осуществляться как за счёт существующих заводов / принятых проектов (Existing / Confirmed Battery Production Plant), так и планируемых, достаточно вероятно, к строительству (Likely Battery Production Plant) со сроками ввода в эксплуатацию, некоторых из них к 2023 г. (рис. 49).

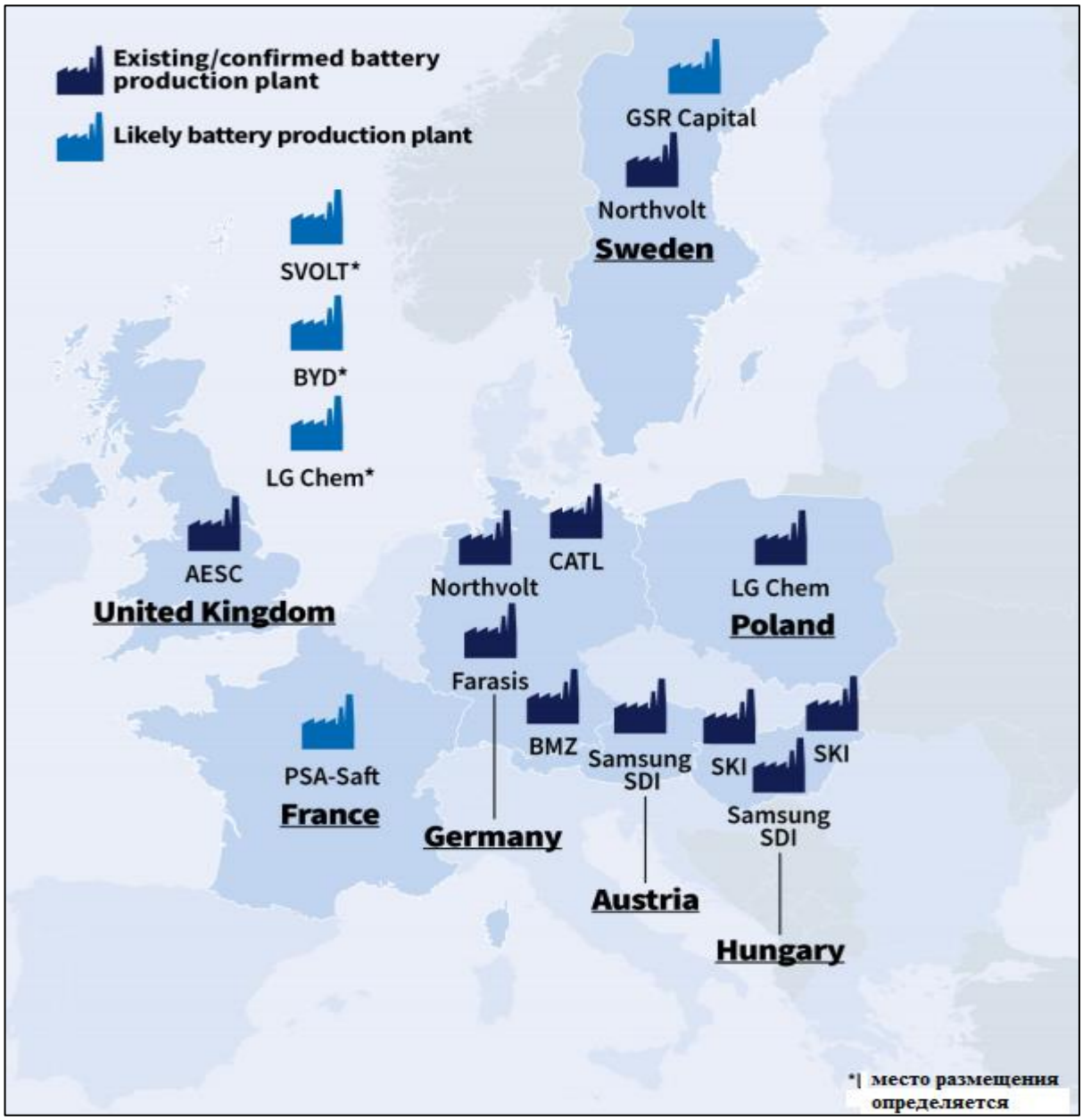


Рис. 49. Заводы по производству батарей для EVs в Европе: существующие и планируемые
Источник: Transport & Environment

В сфере электрического транспорта в Европе находится сопоставимое с Северной Америкой количество высокотехнологичных / инновационных компаний, включая стартапы – 330 компаний [92].

Карта технологических стартапов Европы в сфере мобильности по состоянию на 2019 год размещена в приложении 4.

Перейдём к анализу национальных рынков автономных и электрических автомобилей Европы, среди которых были выбраны следующие наиболее развитые и интересные для изучения страны: Великобритания, Германия, Нидерланды, Норвегия, Финляндия, Франция и Швеция.

4.1 Великобритания

Великобритания является одной из лидирующих стран Европы по развитию рынков автономных и электрических транспортных средств. Краткие оценочные характеристики страны в данной сфере представлены на рис. 50.

Рис. 50. Оценка состояния и развития рынка AVs и EVs Великобритании (2018-2019 гг.)
Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по материалам KPMG и IEA

Занимая 7 место в мире по индексу готовности стран к использованию автономного транспорта, Великобритания находится в группе европейских стран-лидеров по этому показателю, уступая Нидерландам, Норвегии, Швеции и Финляндии [48].

В стране разработана и действует законодательная база, регулирующая использование беспилотных транспортных средств, а также соответствующая национальная стратегия. По факту принятия в 2018 году закона об автономном и электрическом транспорте [63], были внесены изменения в части страхования, а именно – введено обязательное страхование автономных транспортных средств и водителей.

Кроме того, в конце 2018 года были опубликованы стандарты в области кибербезопасности беспилотного транспорта, которые, как предполагается,

будут способствовать скорейшему внедрению технологий автономного вождения [163].

Важно отметить, что в стране создаются условия для реализации пилотных проектов по использованию автономных автобусов и такси. Так, в 2021 году первые испытания беспилотного транспорта пройдут в Лондоне и Эдинбурге. Их проведение финансируется государственным грантом из специально созданного фонда (Connected and Autonomous Vehicles Intelligent Mobility Fund) [123].

Экспертами отмечается ряд проблем, связанных с действующей цифровой и физической инфраструктурой. Великобритания уступает многим странам по показателю покрытия сетью 4G, качеству дорог в особенности второстепенного значения, а также развитию логистической инфраструктуры. Однако при этом, позитивным фактором выступает увеличение национальных инвестиций в развёртывание сети 5G для подключения транспортных средств и пилотных зон для тестирования автономного транспорта [48].

Объём рынка подключённых транспортных средств высокого уровня автономности на перспективу к 2035 году оценивается в £28 млрд. [154].

По существующим оценкам, использование технологий подключённого и автономного транспорта в Великобритании создаст позитивный экономический эффект в размере £62 млрд., который складывается из потребительского сегмента (высвобождение полезного времени во время поездок), предпринимательского сегмента (рост продаж сопутствующих сервисов для CAVs) и государственного сектора (увеличение налоговых поступлений, сокращение числа несчастных случаев) [90].

Стоит также дополнительно отметить такие эффекты как [90]:

- создание к 2030 году 420 000 новых рабочих мест,
- предотвращение порядка 47 000 аварий за 2019-2030 гг.,
- сохранение в период 2019-2030 гг. 3 900 человеческих жизней.

Правительство Великобритании планирует в течение следующих 5 лет выделить порядка £38 млн. на развитие направления, связанного с беспилотными автомобилями [68].

Великобритания по данным на конец 2019 года является страной базирования для 88 высокотехнологичных компаний / инновационных компаний / стартапов, занимающихся созданием решений в сфере автономного транспорта [92].

По состоянию на 2018 год страна по количеству зарегистрированных электрических транспортных средств в размере 184 030 единиц занимала второе место в Европе после Норвегии [134]. Динамика парка за последние 5 лет представлена на рис. 51.

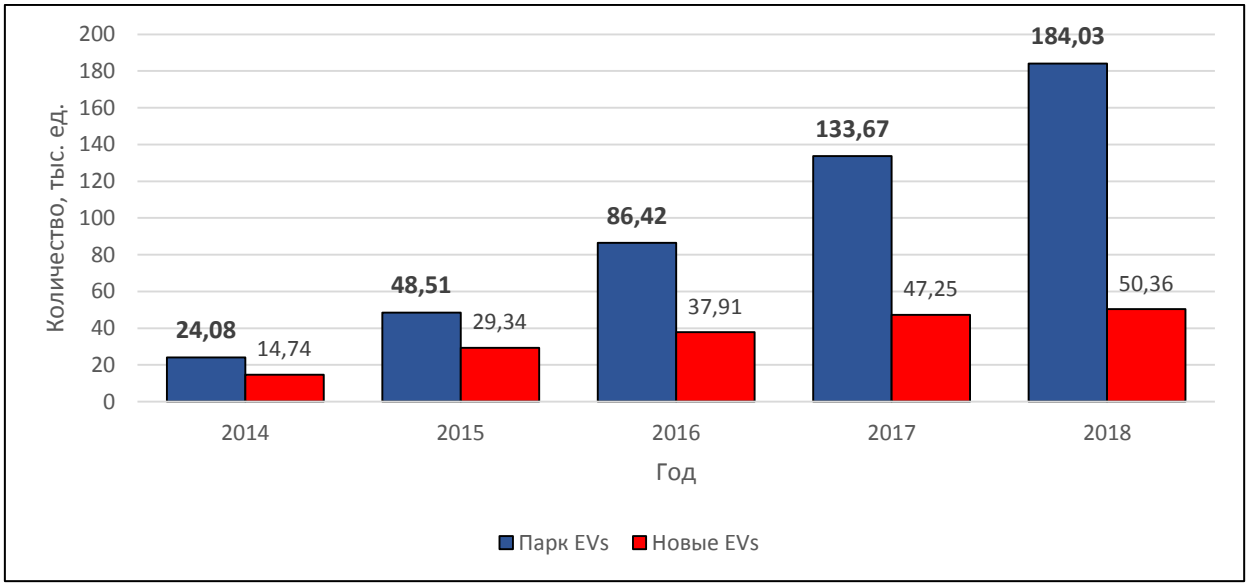


Рис. 51. Динамика парка EVs (BEV & PHEV) Великобритании (2014-2018 гг.), тыс. ед.
Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным IEA

С 2014 года количество электромобилей увеличилось в более чем 7 раз, совокупные среднегодовые темпы роста парка превысили 50%. Рыночная доля EVs составляла в 2018 году порядка 2,1%, за пять лет она увеличилась на 1,5 п/п. За этот же промежуток времени количество зарядных станций возросло в два раза и составляло, по данным IEA за 2018 г. [134], 17 424 станции.

Государство активно стимулирует использование электрических транспортных средств. В 2018 году была принята национальная стратегия

перехода к использованию экологически безопасного транспорта (The Road to Zero), в том числе за счёт повышения количества используемых электромобилей к 2030 году. Среди мер поддержки электротранспорта Правительством Великобритании было предложено выделять гранты на приобретение электрических автомобилей и создание зарядных станций.

Следует также отметить, что на 2019 год, в стране были зарегистрированы 65 высокотехнологичных компаний / инновационных компаний / стартапов, которые вели свою деятельность по направлению электрического транспорта [92].

4.2 Германия

На сегодняшний день рынок беспилотных и электрических транспортных средств Германии находится в стадии активного развития. Краткие оценочные характеристики страны в этой сфере указаны на рис. 52.

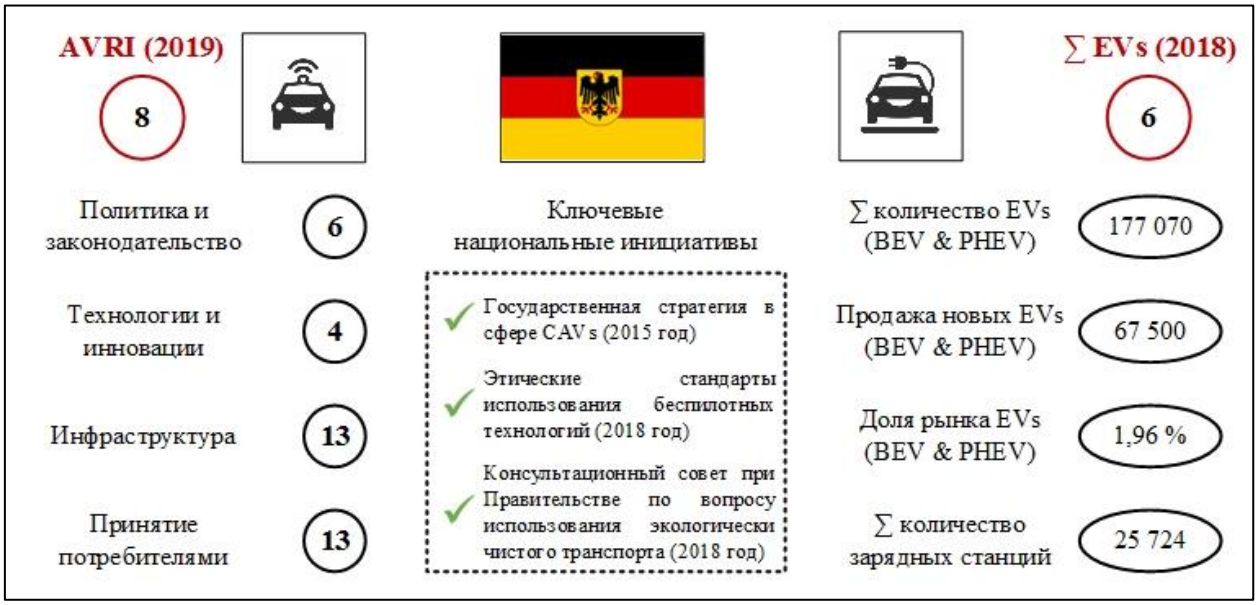


Рис. 52. Оценка состояния и развития рынка AVs и EVs Германии (2018-2019 гг.)
Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по материалам KPMG и IEA

Германия, являясь одним из признанных мировых лидеров, занимает 8 место по глобальному индексу готовности стран к использованию автономного транспорта, уступая в Европе по данному показателю Нидерландам, Норвегии, Швеции, Финляндии и Великобритании. При этом Германия является первой в списке европейских стран по количеству выданных патентов на технологии автономного транспорта (в расчёте на душу населения; особенно сильные позиции занимает компания Bosch [48]), уступая в мире только Японии и Южной Корее.

Анализируя условия формирования и развития рынка автономного транспорта важно отметить, что в Германии уже несколько лет (с 2015 года) действует национальная стратегия по использованию подключённых и беспилотных транспортных средств. В 2017 году была принята и введена законодательная база, регулирующая использование на дорогах высокоавтоматизированных и полностью автономных транспортных средств.

Важной вехой стал также и 2018 год, когда Германия впервые в мире предложила этические стандарты использования технологий беспилотного движения [65].

По состоянию на 2018-2019 гг. в стране насчитывалось несколько десятков пилотных участков, где проходят испытания автономные транспортные средства. Так, например, только публичными транспортными операторами в Берлине, Гамбурге и Франкфурте наряду с национальным транспортно-логистическим оператором Deutsche Bahn тестируются беспилотные автобусы на более чем 20 участках [48].

Одним из факторов, ограничивающим развитие автономного транспорта Германии может выступать, по мнению экспертов, федеративное устройство страны, согласно которому каждый регион активно развивает инновации, но в будущем это может стать барьером на национальном уровне, т.к. возможны сложности при непосредственно системном внедрении технологии беспилотного движения [48].

К 2030 году рынок автономных транспортных средств Германии может достигнуть объёма в $28 млрд., совокупные среднегодовые темпы роста оцениваются на уровне 20,2% [126].

По данным CrunchBase, в Германии находятся 39 высокотехнологичных компаний / инновационных компаний / стартапов, ведущих работу в сфере автономного транспорта [92].

Карта ведущих компаний-стартапов Германии, формирующих национальную экосистему в сфере беспилотных автомобилей представлена в приложении 5. Отдельно (в приложении 6-8 размещены схемы, отражающие ключевые партнёрства немецких компаний – лидеров автомобильной отрасли мира с другими участниками рынка AVs).

В 2018 году в Германии было 177 070 электромобилей (3 место в Европе) [134], динамика парка EVs за последние годы отображена ниже, на рис. 53.

В 2018 году количество электрических автомобилей увеличилось в 7 раз относительно уровня 2014 года, совокупные среднегодовые темпы роста в

2014-2018 гг. составляли 48%. Рыночная доля электромобилей в 2018 году практически достигала 2%, увеличившись за пять последних лет на 1,5 п/п. За этот же период времени количество зарядных станций выросло в 9 раз и на 2018 год их насчитывалось 25 724 единицы [134].

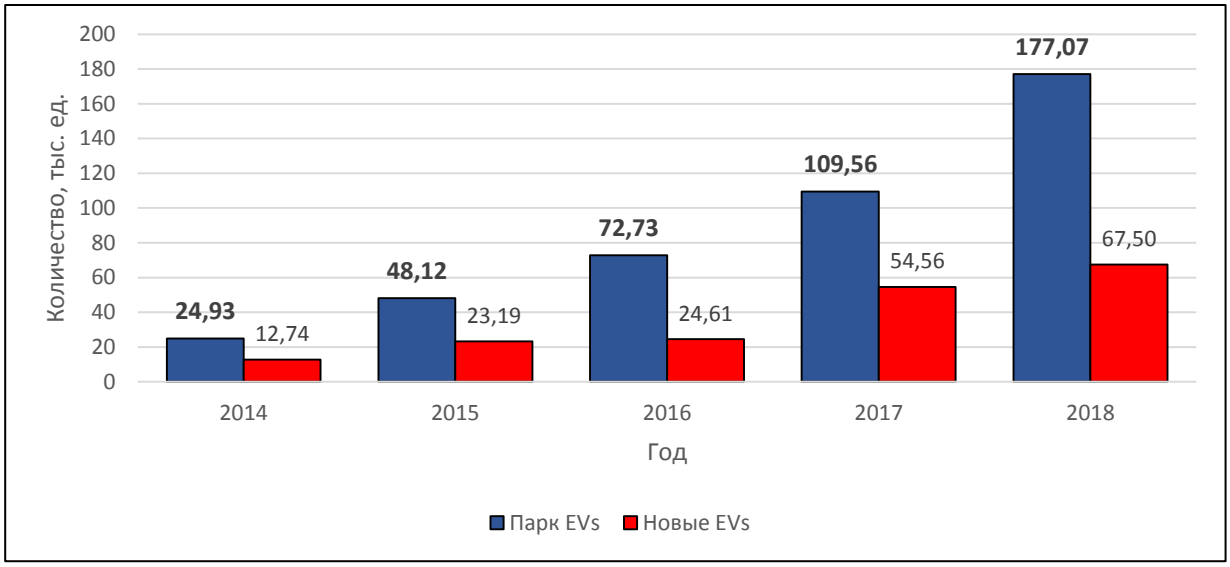


Рис. 53. Динамика парка EVs (BEV & PHEV) Германии (2014-2018 гг.), тыс. ед.
Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным IEA

Во второй половине 2018 года в Германии был создан консультационный совет при Правительстве по вопросу использования экологически чистого транспорта, целью которого станет разработка мер по сокращению выбросов вредных веществ [128]. Одной из таких мер признаётся переход на использование электромобилей. В 2019 году Правительство Германии совместно с автопроизводителями договорились о повышении уровня субсидий покупателям электрических транспортных средств. Такая программа стимулирования рассчитана до 2025 года и будет действовать на паритетной основе, когда 50% от установленной суммы субсидий выделяет государство, 50% – бизнес [127].

По данным на 2019 год в Германии была зарегистрирована 51 компания (в т.ч. стартапы), представляющая сектор высокотехнологических / инновационных решений в сфере электрического транспорта [92].

4.3 Нидерланды

Рынок автономного и электрического транспорта Нидерландов является одним из самых развитых в мире, его базовые характеристики представлены на рис. 54.

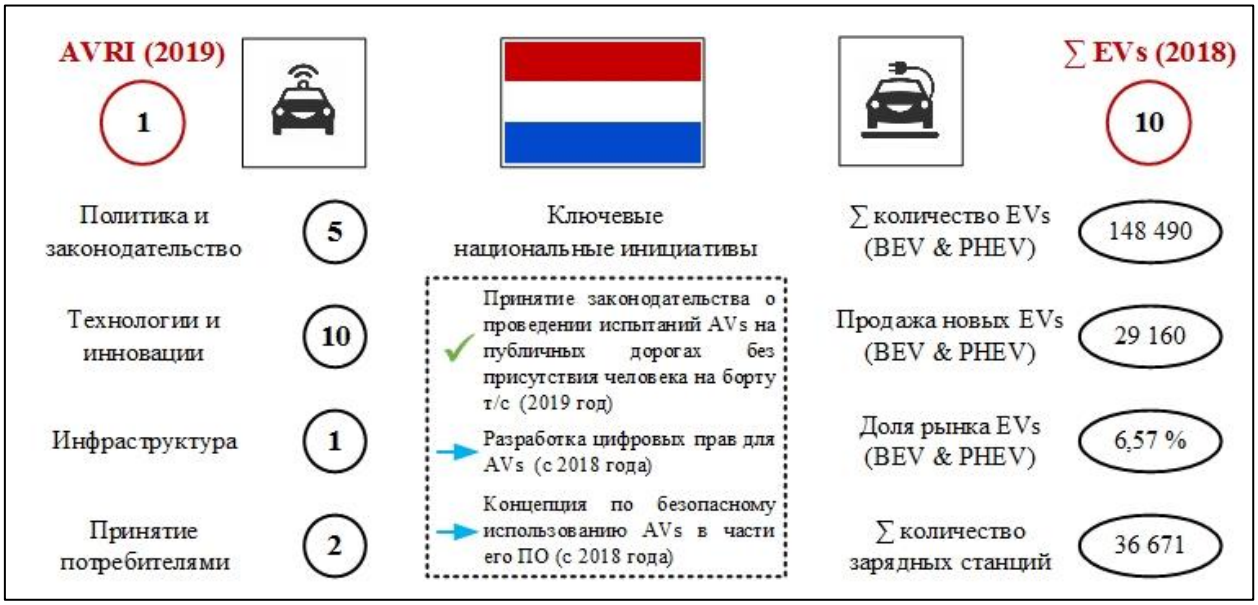


Рис. 54. Оценка состояния и развития рынка AVs и EVs Нидерландов (2018-2019 гг.)
Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по материалам KPMG и IEA

Нидерланды занимают первое место в мире по индексу готовности стран к использованию автономного транспорта в течение двух последних лет [48]. На настоящий момент времени в стране создана инновационная экосистема для развития и внедрения технологий беспилотного вождения, работа которой подкреплена актуальной законодательной базой. Правительство Нидерландов уделяет последней особое внимание, некоторые из инициатив являются уникальными в мире.

В течение 2018-2019 гг. были приняты нормативные правовые акты, регулирующие проведение испытаний автономного транспорта на дорогах общего пользования, в том числе без присутствия человека на борту, но с условием осуществления им обязательного удалённого контроля за транспортным средством [137]. С 2018 года государством запущены процессы по разработке цифровых прав для AVs (аналог водительских прав, но для автономного транспортного средства на предмет соответствия работы

программного обеспечения и технологий беспилотного вождения разрабатываемым регуляторами критериям) [99], а также созданию концепции безопасной эксплуатации автоматизированных транспортных средств.

В 2018 году в Нидерландах тестировалось использование 250 беспилотных грузовых автомобилей по модели караванного движения. В будущем работа таких транспортных средств способна оптимизировать использование дорожной сети, экономить от 5 до 15% потребляемого топлива и способствовать внедрению «умных» решений [160].

С 2020 года в рамках программы Smart Mobility запланированы тестовые испытания беспилотного транспорта непосредственно в городской среде – в столице, г. Амстердам [51].

Рассматриваемая страна является домашней для 7 высокотехнологических компаний / инновационных компаний, включая стартапы [92].

Нидерланды занимают 5 место в Европе по количеству электрических транспортных средств, их количество в 2018 году достигало 148 490 единиц [134]. Динамика данного показателя за период 2014-2018 гг. отображена на рис. 55.

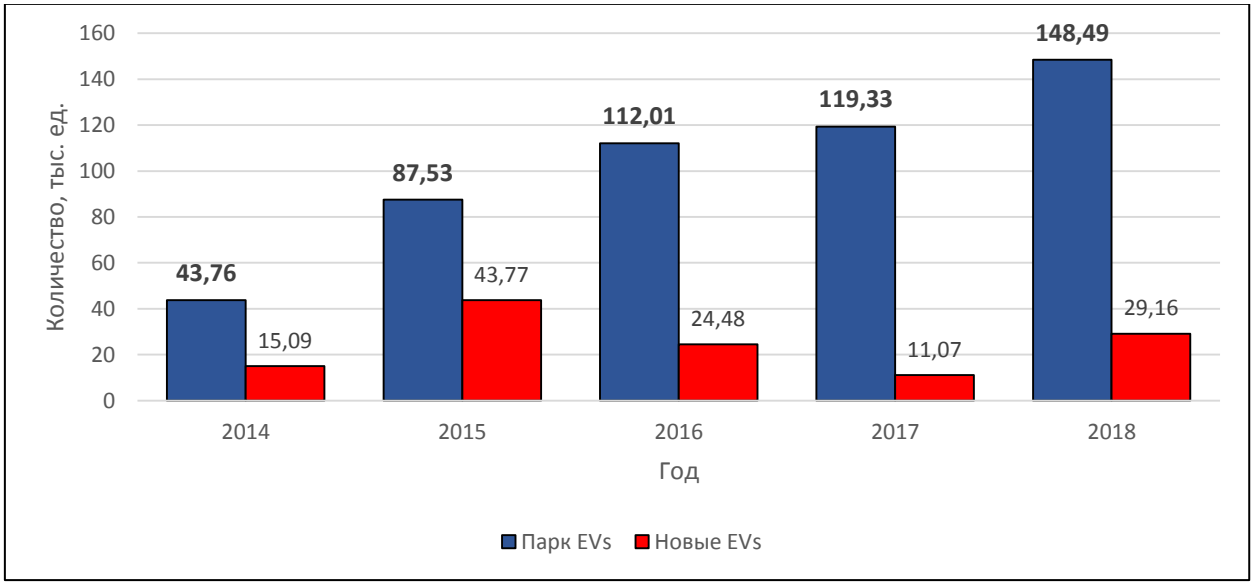


Рис. 55. Динамика парка EVs (BEV & PHEV) Нидерландов (2014-2018 гг.), тыс. ед.
Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным IEA

За пять последних лет количество электромобилей в стране выросло более чем в три раза, совокупные среднегодовые темпы роста были на уровне 28%. Рыночная доля EVs в 2018 году составляла 6,57% (третий показатель в мире после Норвегии и Швеции), с 2014 года она увеличилась на 2,7 п/п. По количеству зарядных станций (36 671 единица) Нидерланды занимают первое место в Европе, уступая в мире только КНР и США. За пять лет общее число зарядных станций возросло в 3 раза [134]. Однако, если рассматривать количество станций для зарядки EVs по плотности размещения из расчёта на 100 км асфальтированных дорог, то здесь страна занимает первое место с большим отрывом от других государств мира [161].

Правительство Нидерландов установило стратегически важную цель – перейти не позднее 2030 года к продажам 100% всех пассажирских транспортных средств, которые будут характеризоваться нулевыми выбросами вредных для окружающей среды веществ. Как предполагается, с 2030 года в среднем ежегодно около 400 тыс. электрических транспортных средств, предназначенных для перевозки людей, будут реализовываться в Нидерландах. Одной из главных мер Правительства по поддержке сегмента EVs является снижение налоговой нагрузки на электротранспорт. Государство, наряду с бизнес-сообществом, также активно занимается вопросами развития инфраструктуры для электрических транспортных средств (в том числе ряд проектов реализуется по схеме PPP) и к указанному выше году прогнозирует появление более 1,8 млн. зарядных станций разной формы собственности [156].

При изучении опыта Нидерландов в развитии EVs, ключевыми факторами успеха обычно выделяют многоуровневую государственную поддержку, активное развитие инноваций и кооперация.

В стране, по данным на 2019 год, 20 технологических компаний / стартапов вели свою деятельность в сфере инновационных решений, связанных с электротранспортом [92].

4.4 Норвегия

Норвегия является страной-лидером в мировом масштабе согласно актуальной оценке состояния и развития рынка автономного и электрического транспорта. Краткие характеристики страны в этом контексте можно изучить, обратившись к рис. 56.

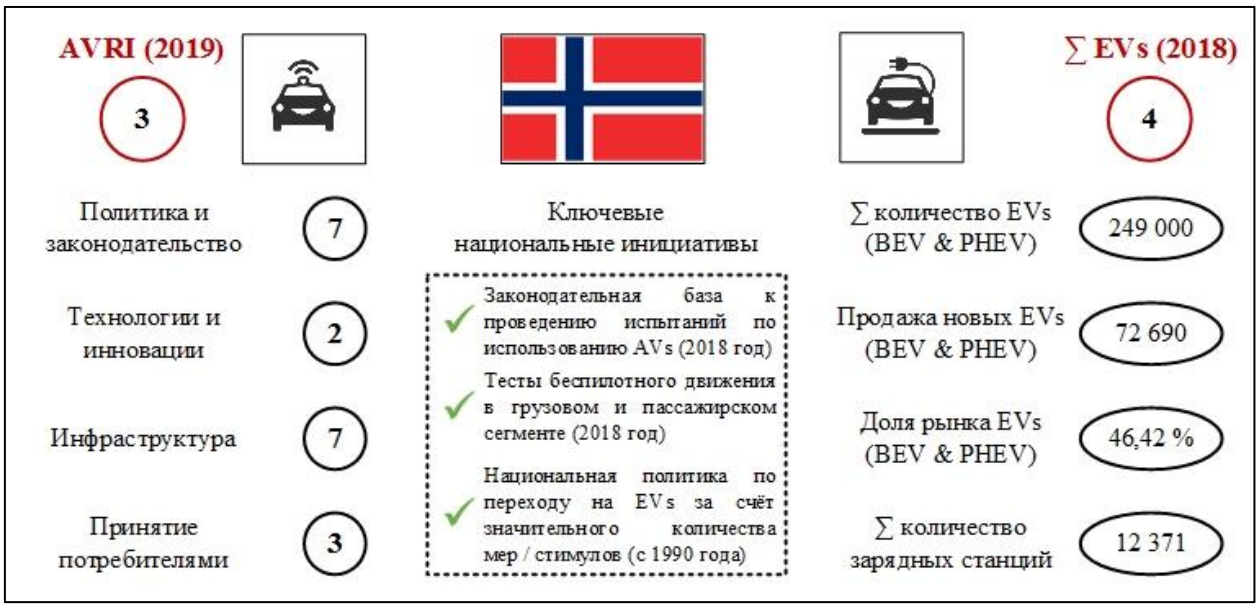


Рис. 56. Оценка состояния и развития рынка AVs и EVs Норвегии (2018-2019 гг.)
Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по материалам KPMG и IEA

В Европе Норвегия занимает второе место после Нидерландов по индексу готовности стран к использованию автономного транспорта [48].

По состоянию на 2018 год в стране была принята законодательная база, открывшая возможности для проведения испытаний беспилотных транспортных средств на дорогах общего пользования. При этом Министерством транспорта и коммуникаций установлен запрет на движение полностью автоматизированного транспортного средства без участия человека. Максимальная скорость для тестирования автобуса была установлена на уровне 7,5 миль / час (~12 км/ч) с количеством пассажиров не превышающим 6 человек [182]. К концу 2018 года стало известно о запуске пилотных участков в столице страны – Осло и использовании около 50 беспилотных автобусов в экспериментальном режиме [74]. Также

необходимо заметить, что в Норвегии на 2019 год запланированы испытания в сфере работы автономного грузового транспорта.

Как отмечают эксперты, первые результаты испытаний беспилотных автобусов были положительными, у пассажиров не вызывают страх технологии автономного вождения, и в связи с этим страна небезосновательно по субиндексу «принятие потребителями» в индексе AVRI занимает одно из лидирующих мест в мире [48].

В стране зарегистрированы 2 компании, занимающиеся высокотехнологичными и инновационными решениями в сфере автономного транспорта [92].

Норвегия является ярким лидером Европы и мира по развитию рынка электромобилей, которые в перспективе могут перейти на работу в автономном режиме. Так, по состоянию на 2018 год, в стране было зарегистрировано 249 000 электрических автомобилей [134]. Динамика общего парка электромобилей Норвегии в течение последних пяти лет представлена на рис. 57.

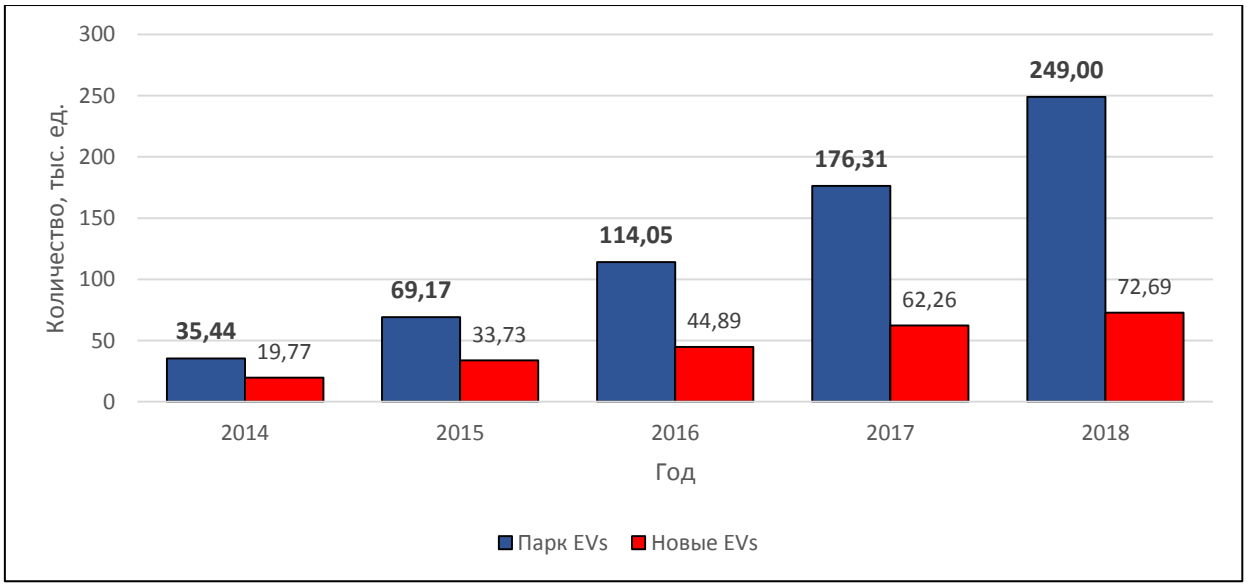


Рис. 57. Динамика парка EVs (BEV & PHEV) Норвегии (2014-2018 гг.), тыс. ед.
Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным IEA

По показателю количества электромобилей Норвегия занимает первое место в Европе и четвёртое место в мире, уступая КНР, США и Японии. По сравнению с 2014 годом количество электрических транспортных средств

возросло в 7 раз, совокупные среднегодовые темпы роста национального парка EVs практически достигли 48%. Рыночная доля электромобилей в 2018 году составила рекордное для страны значение – 46,42%, увеличившись за пять лет на 33 п/п. За аналогичный период времени количество зарядных станций возросло в 2,3 раза и на 2018 год оно оценивалось в 12 371 единиц [134].

В 2019 году также наблюдается рост продаж электрических транспортных средств (в марте, например, доля электромобилей в общих продажах автомобилей превысила 60%). Как отмечается экспертами, общий парк электромобилей Норвегии потенциально мог бы расти ещё более высокими темпами, если бы не долгий период ожидания импорта транспортных средств для тысяч граждан страны [104].

Вышеуказанные показатели развития рынка электромобилей во многом обусловлены активной политикой государства ещё с 1990 года, заключающейся во внедрении специальных мер / стимулов использования электрических транспортных средств (значительные налоговые льготы, доступ к полосам движения общественного транспорта, низкие тарифы и др.), направленных на достижение цели по продаже к 2025 г. 100% транспортных средств с нулевым уровнем загрязнения. Важно также отметить, что на современном этапе большое внимание государством уделяется вопросу создания инфраструктуры зарядных станций. В 2017 было принято решение о развёртывании станций по зарядке электромобилей из расчёта на каждые 50 км основных дорог Норвегии [167].

По данным CrunchBase [92], в 2019 году в Норвегии вела свою деятельность 1 компания, которую можно отнести к высокотехнологическому сектору по направлению электрического транспорта.

4.5 Финляндия

Рынок автономного и электрического транспорта Финляндии находится в стадии активного развития, его оценочные характеристики представлены на рис. 58.

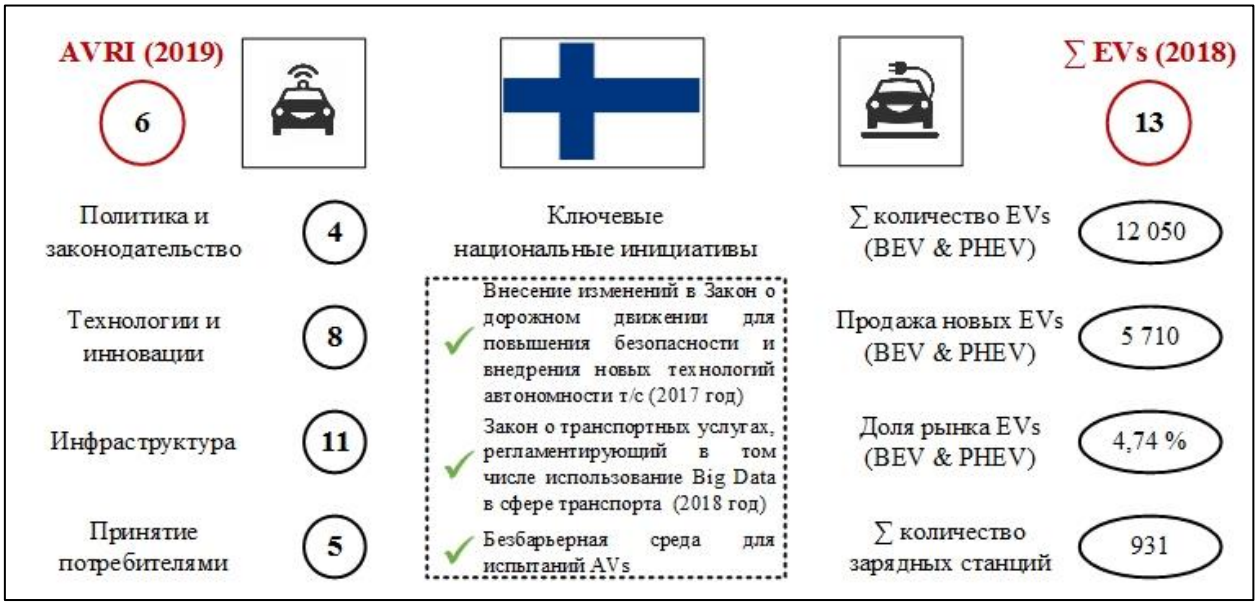


Рис. 58. Оценка состояния и развития рынка AVs и EVs Финляндии (2018-2019 гг.)
Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по материалам KPMG и IEA

По индексу готовности стран к использованию автономного транспорта Финляндия занимает четвёртое место в Европе, уступая Нидерландам, Норвегии и Швеции, но при этом опережая Великобританию и Германию [48].

В Финляндии действует благоприятная регуляторная среда для развития рынка автономных транспортных средств. Недавно принятая законодательная база [54; 203] позволяет различным компаниям (не только национальным, но и зарубежным) проводить тестовые запуски беспилотных транспортных средств на дорогах общего пользования, а также заниматься созданием новых бизнес-моделей за счёт получения прав доступа к обработке больших данных, генерируемых национальной транспортной сферой.

В Финляндии приоритетом является использование в будущем беспилотных микроавтобусов в сегменте пассажирских перевозок. За последние годы в стране были реализованы несколько пилотных проектов по их запуску. Первые краткосрочные испытания автобусов вместимостью до 10

человек состоялись ещё в 2015 году на участках от железнодорожного вокзала Кивисто, Вантаа [97].

В 2018 году в одном из районов Хельсинки были запущены уже регулярные испытания беспилотного микроавтобуса с электроприводом на дорогах общего пользования (линия RobobusLine).

По итогам тестовых запусков будет принято решение о возможности ввести автономные автобусы для коммерческой эксплуатации после 2020 года. Данный транспортный сервис рассматривается с точки зрения повышения эффективности «последней мили», где общественный транспорт не обеспечивает необходимый уровень качества в части непосредственно персональной мобильности.

Важно также заметить, что в стране реализуются пилотные проекты (в том числе в сложных климатических условиях) по использованию беспилотного грузового транспорта, подключённого посредством сети 5G. [165].

Финляндия является страной базирования для 4 компаний, ведущих высокотехнологичные / инновационные разработки в сфере AVs [92].

По количеству электромобилей Финляндия занимает 8 место в Европе, в 2018 году её парк оценивался в 12 050 единиц [134]. Динамика последних лет по данному показателю отображена ниже (рис. 59).

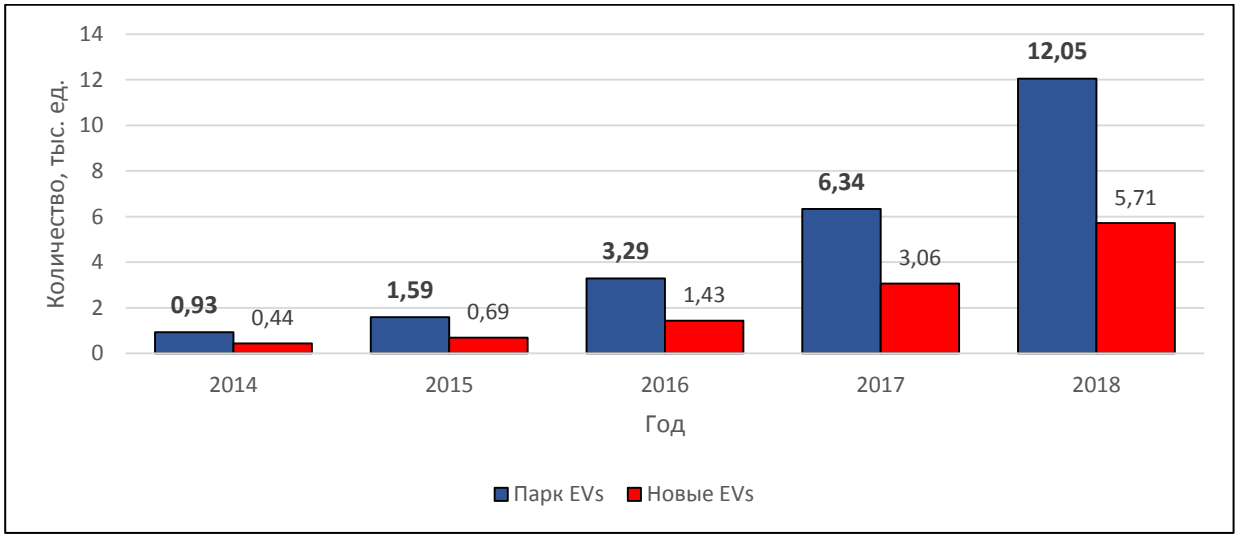


Рис. 59. Динамика парка EVs (BEV & PHEV) Финляндии (2014-2018 гг.), тыс. ед.
Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным IEA

Если сравнивать количество электромобилей Финляндии за пять последних лет, то оно возросло практически в 13 раз. Совокупные среднегодовые темпы роста парка EVs страны в 2014-2018 гг. – 66,9%. Рыночная доля электрических транспортных средств составила в 2018 году 4,74% (+4,3 п/п к 2014 году), что является одним из достаточно высоких показателей по Европе, если не принимать во внимание лидера региона – Норвегию. За анализируемый период времени количество зарядных станций в Финляндии возросло более чем в два раза и по состоянию на 2018 год составило 931 ед. [134].

Развитию сегмента электротранспорта способствует активная поддержка государства. На период 2018-2021 гг. действует национальная программа субсидий для приобретающих в пользование электромобили, позволяющая компенсировать затраты на уровне €2 000 [175]. К 2030 году Правительство Финляндии планирует достигнуть цели по использованию в стране не менее 250 тыс. электромобилей [191].

В Финляндии на текущий момент времени зарегистрированы 9 высокотехнологичных компаний / инновационных компаний, включая стартапы, которые ведут свою деятельность по направлению EVs [92].

4.6 Франция

По состоянию на 2018-2019 гг. Франция не входит в группу стран – мировых лидеров по развитию рынка автономного и электрического транспорта. Её оценки в этой сфере следующие (рис. 60).

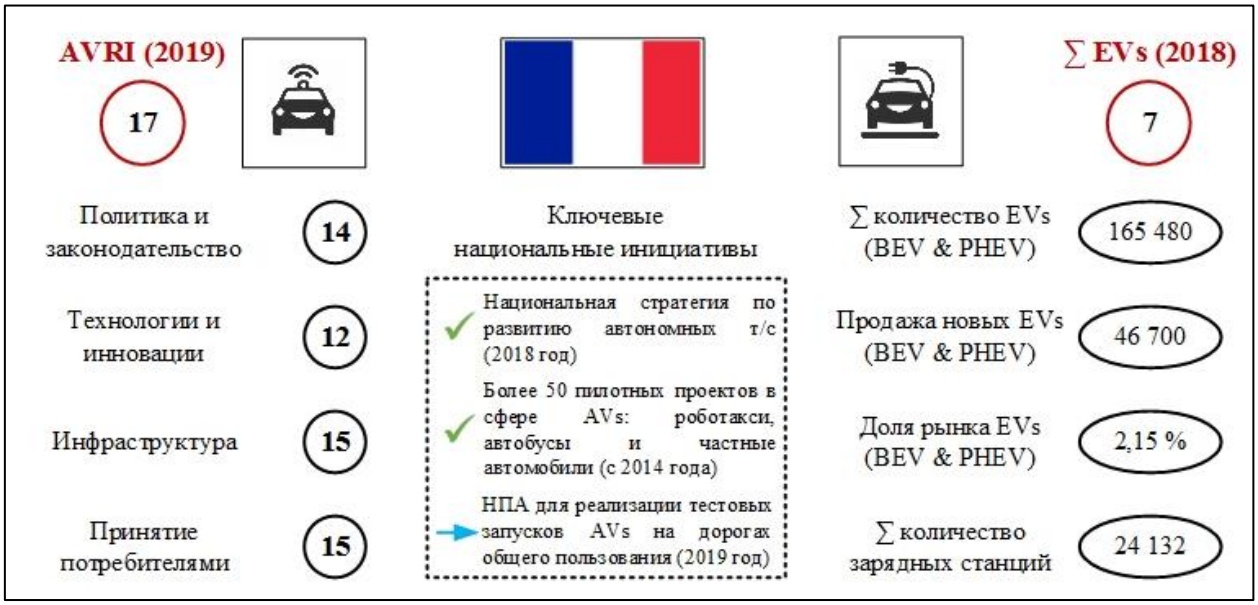


Рис. 60. Оценка состояния и развития рынка AVs и EVs Франции (2018-2019 гг.)
Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по материалам KPMG и IEA

Франция занимает 8 место в Европе по индексу готовности стран к использованию автономного транспорта, уступая Нидерландам, Великобритании, Германии, Австрии и группе Скандинавских стран [48].

В 2019 году в стране ожидается принятие законодательных актов, регламентирующих проведение испытаний автономных транспортных средств 4 уровня на дорогах общего пользования. Правительство Франции рассчитывает получить значимые результаты в использовании высокоавтоматизированных транспортных средств в 2020-2022 гг. Отдельные проекты по тестированию работы беспилотных транспортных средств в ограниченном масштабе реализуются с 2014 года.

Следует особо отметить, что во Франции действует национальная стратегия по развитию автономного транспорта, в соответствии с которой к 2030 году планируется начать использовать беспилотные транспортные средства не только в пассажирском, но и в грузовом сегменте [100].

Экспертами отмечается, что французская экосистема по развитию технологий автономного транспорта достаточно эффективна в части взаимодействия / партнёрских связей с компаниями и регионами мира, где ведутся соответствующие разработки. Большим преимуществом страны выступает политика государства, заключающаяся в предоставлении значительных налоговых льгот при проведении исследований и разработок в том числе в сфере AVs [48].

Во Франции, по данным этого года, ведут деятельность 20 высокотехнологичных компаний, включая стартапы, создающие инновационные решения в сфере автономного транспорта [92].

В 2018 году во Франции было зарегистрировано 165 480 электромобилей и по данному показателю она занимала 4 место в Европе после Норвегии, Великобритании и Германии [134]. Рассмотрим динамику французского парка EVs в 2014-2018 гг., рис. 61.

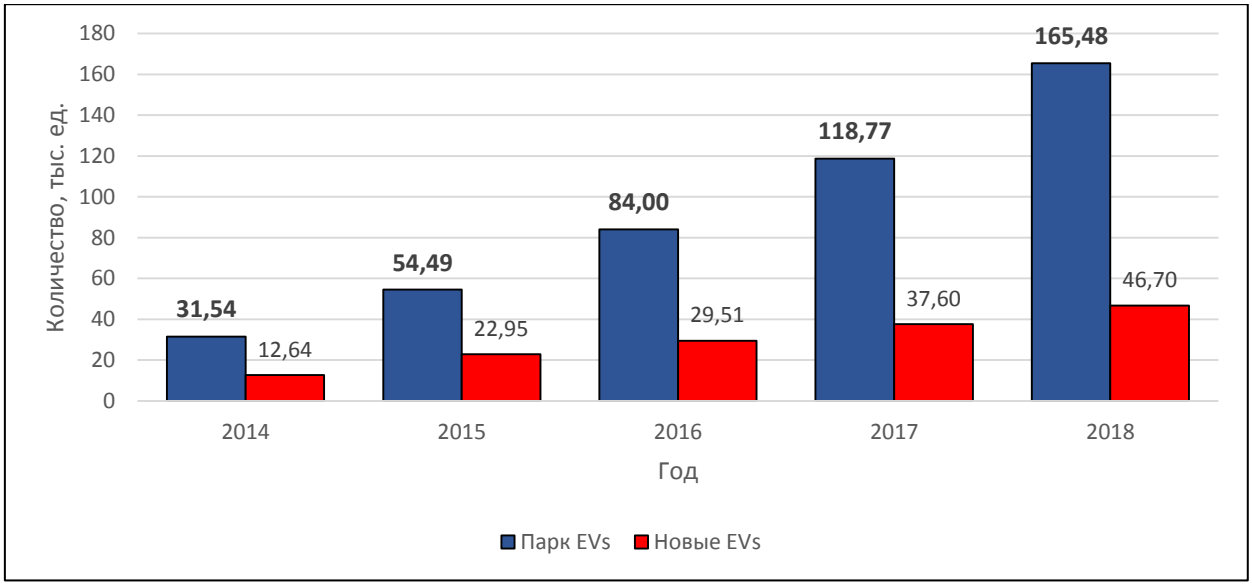


Рис. 61. Динамика парка EVs (BEV & PHEV) Франции (2014-2018 гг.), тыс. ед.
Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным IEA

Количество электрических автомобилей во Франции с 2014 года выросло в более чем 5 раз, совокупные среднегодовые темпы роста парка электромобилей составили 39%. В 2018 году рыночная доля EVs оценивалась на уровне 2,15%, что 1,45 п/п выше уровня 2014 года. За последние пять лет

количество зарядных станций увеличилось более чем в 13 раз, в 2018 году их число находилось на уровне 24 132 единиц [134].

Президентом страны поставлена цель увеличить продажу электрических транспортных средств, в частности в пять раз к 2020 году. Во Франции на настоящий момент времени действуют различные меры, которые стимулируют приобретение EVs через программы государственных субсидий и утилизацию автомобилей с дизельным двигателем [44].

В 2019 году стало известно о том, что Франция направит €700 млн. инвестиций в течение пяти лет на программу по созданию производств батарей для электрического транспорта. Данная программа преследует несколько стратегических целей, среди которых: приобретение страной лидерства в технологии производства батарей для EVs и снижение зависимости от азиатских компаний. В части долгосрочных параметров развития рынка электрических транспортных средств Правительство Франции планирует добиться показателя использования электромобилей на уровне 1 млн. к 2022 году [122].

По современным оценкам [92], во Франции зарегистрированы 32 технологические компании / инновационные компании / стартапы, предлагающие решения в сфере электрического транспорта.

4.7 Швеция

Рынок автономного и электрического транспорта Швеции является одним из самых развитых как в Европе, так и в мире. Его основные характеристики представлены на рис. 62.

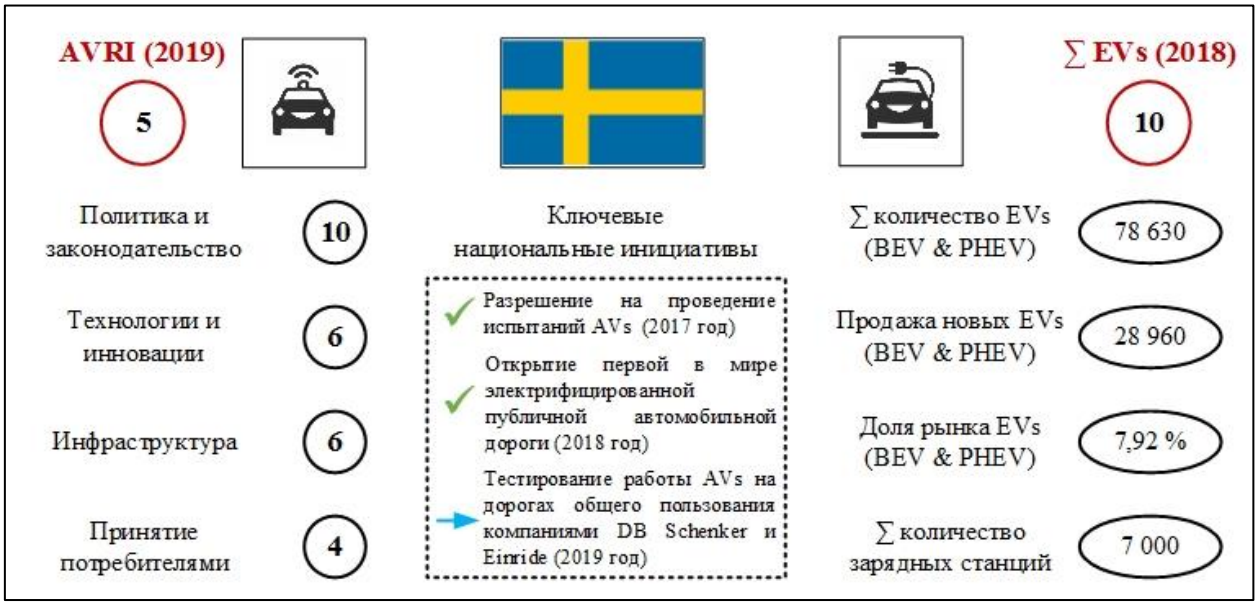


Рис. 62. Оценка состояния и развития рынка AVs и EVs Швеции (2018-2019 гг.)
Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по материалам KPMG и IEA

Согласно местам рейтинга по индексу готовности стран к использованию автономного транспорта, Швеция является третьей в Европе, уступая только Нидерландам и Норвегии [48].

Швеция характеризуется высоким уровнем развития регуляторной и инновационной среды для проведения испытаний автономных транспортных средств. Один из ключевых проектов, старт реализации которому был дан в 2019 году – это тестирование автономного грузового автомобиля на публичных дорогах компаниями DB Schenker (Германия) и Einride (Швеция). В 2018 году ими был инициирован запуск электрического беспилотного автомобиля, предназначенного для выполнения грузовых перевозок (T-pod) на территории логистического хаба DB Schenker в Йёнчёпинге. Полученное в 2019 году разрешение на использование T-pod на дорогах общего пользования действует до конца 2020 года. Компании планируют использовать беспилотный транспорт для отработки грузовых операций на маршруте,

связывающим склад и грузовой терминал DB Schenker. К проекту также присоединились шведские телекоммуникационные компании (Ericsson и Telia), которые обеспечат подключение автомобиля T-pod посредством высокопроизводительной сети нового поколения стандарта 5G [192].

Кроме этого, необходимо упомянуть, что в Швеции с 2018 года проходят испытания беспилотные автобусы (Nobina) и автомобили (Volvo).

Проект по работе автономного автобуса был запущен в северной части Стокгольма на небольшом по протяжённости участке, где скорость движения была ограничена 20 км/ч. По действующим регуляторным нормам на борту автономного автобуса, вмещающего 12 пассажиров, должен находиться водитель, готовый в случае непредвиденных обстоятельств взять управление в свои руки [188].

Тестовые испытания автономных автомобилей Volvo проводятся в Гётеборге с максимальным ограничением по скорости движения в 60 км/ч. При этом, компания планирует начать коммерциализацию технологии беспилотного движения в 2021 году [217].

Швеция является домашней страной для 12 технологических компаний / стартапов, предлагающих инновационные решения для развития AVs [92].

По состоянию на 2018 год в Швеции использовались 78 630 электромобиля, динамика парка за последние пять лет представлена на рис. 63.

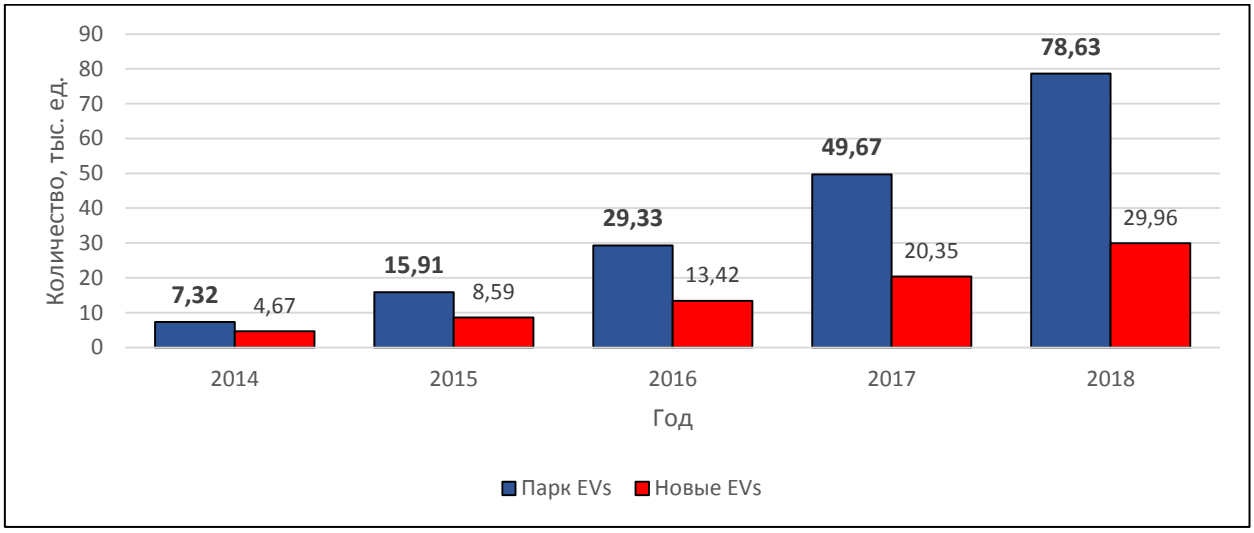


Рис. 63. Динамика парка EVs (BEV & PHEV) Швеции (2014-2018 гг.), тыс. ед.
Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным IEA

По количеству электрических транспортных средств Швеция занимает шестое место в Европе.

Важно отметить, что по доле электромобилей на национальном рынке, 7,92% [134], Швеция одна из лидирующих стран мира, она занимает второе место по данному показателю после Норвегии.

Всего с 2014 года количество электрических автомобилей возросло в более чем 10 раз, совокупные среднегодовые темпы роста в 2014-2018 гг. составляли 60%, а доля EVs выросла на 6,5 п/п. В 2018 году количество зарядных станций оценивалось на уровне 7 000, с 2014 года оно возросло в 6 раз [134].

В Швеции реализуется значительное число мер по переходу на использование экологически чистого транспорта, развитию рынка электромобилей, в том числе за счёт государственных грантов.

Одним из приоритетных проектов последних нескольких лет стало создание первой в мире публичной электрифицированной автомобильной дороги. В 2018 году был введён в эксплуатацию участок протяжённостью 2 км, находящийся в районе аэропорта Арланда. Согласно национальному плану электрических автомобильных дорог, опубликованному в конце 2018 года, рассматривается возможность электрификации 1 365 км, объединяющие крупнейшие города Швеции (Стокгольм, Мальмё, Гётеборг). На них приходится значительная часть грузовых национальных перевозок [219].

В Швеции сегодня представлено 25 компаний, сфера деятельности которых связана с высокотехнологическими / инновационными направлениями по развитию электрического транспорта [92].

Глава 5. Рынок автономных и электрических автомобилей Северной Америки

Совокупный среднегодовой темп роста рынка автономных автомобилей в Северной Америке на период 2023-2030 гг. оценивается на уровне 17,1%. К 2030 году он может достигнуть объёма в $52,3 млрд. [166].

Среди основных драйверов роста можно выделить потребность в безопасных и эффективных решениях, эволюционные изменения в технологии подключённого автомобиля, увеличение исследований и разработок в сфере автономных автомобилей, а также регуляторная поддержка со стороны государства (в том числе субсидии).

В Северной Америке с технологиями автономного движения связывают большие ожидания в частности относительно вопроса безопасного движения. На дорогах США ежегодно погибают десятки тысяч человек, в Канаде – более 1,5 тыс. Более 90% аварий происходит по причинам, связанным с человеческим фактором [73].

По данным CrunchBase [92], Северная Америка лидирует по количеству высокотехнологичных компаний / стартапов – 460, которые ведут свою деятельность в сфере инновационных решений, связанных с автономным транспортом. В сфере электрического транспорта здесь представлено 332 компании, регион незначительно опережает по их числу Европу.

В текущей главе проведём анализ рынков AVs и EVs двух основных стран региона – Канады и США.

5.1 Канада

Канада является одной из лидирующих стран мира в сфере развития рынков автономного и электрического транспорта, её актуальные оценки отображены на рис. 64.

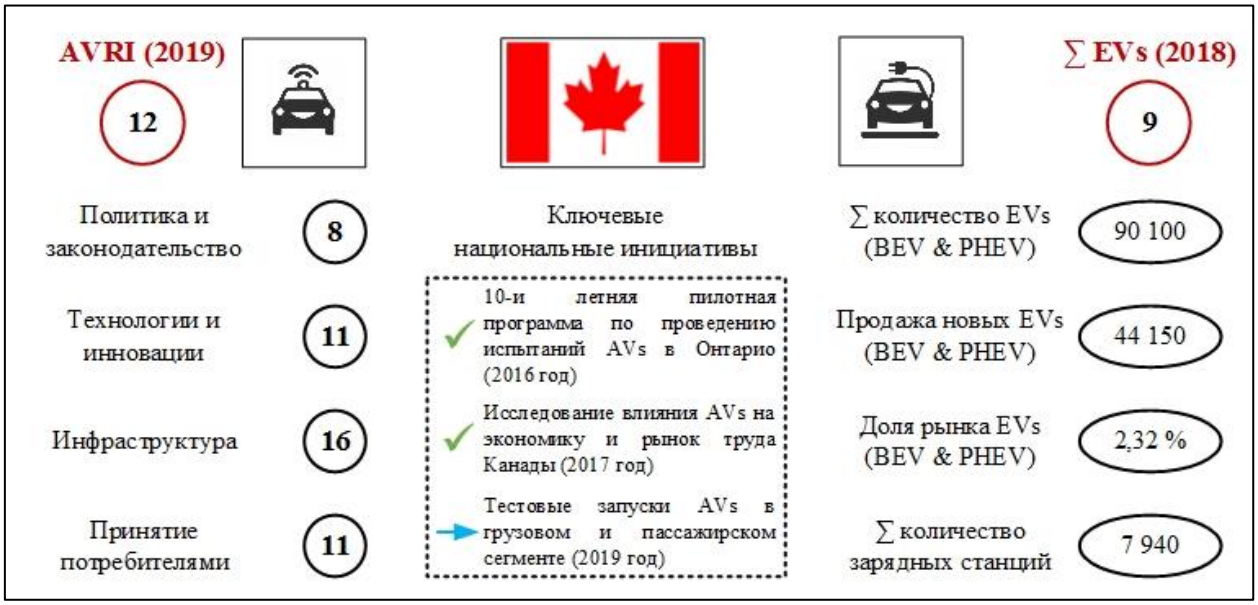


Рис. 64. Оценка состояния и развития рынка AVs и EVs Канады (2018-2019 гг.)
Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по материалам KPMG и IEA

Канада занимает 12 место в мире по индексу готовности стран к использованию автономного транспорта. Правительство страны видит большие перспективы в использовании технологий автономного движения, страна находится на одном из первых мест в мире по государственным инвестициям в пилотные проекты использования автономного транспорта [48].

Важнейшим регуляторным документом, с принятием которого в 2016 году были активизированы процессы развития беспилотного движения Канады, стала пилотная программа по проведению испытаний AVs на дорогах общего пользования в Онтарио [169]. В 2019 году данная программа была актуализирована с учётом новых достижений в сфере развития технологий AV, также был дан старт масштабной реализации тестовых запусков автономных автомобилей как в пассажирском, так и в грузовом сегменте, но исключительно в условиях строгих ограничений для всех возможных

вариантов (правила соблюдения безопасности, обязательное наличие человека на борту транспортного средства и др.) [170]. Важно отметить, что первый проект по запуску автономного автомобиля состоялся на следующий год после принятия программы – в 2017 году на улицах Оттавы.

Столичный регион является лидирующим по развитию рынка AVs, карта ведущих компаний-стартапов Канады, формирующих национальную экосистему в сфере беспилотных автомобилей представлена в приложении 9.

По данным исследования, инициированного Правительством Канады, сфера CAV в ближайшие годы окажет позитивное влияние на национальную экономику. Если в 2016 году общее количество занятых в этой отрасли (и непосредственно связанных с ней) составляло 213 300 человек, то к 2021 году это количество возрастёт на 34 700 человек [73].

Факторами, ограничивающими развитие рынка AVs Канады, по мнению экспертов, выступают: большой размер территории страны, удалённая доступность отдельных пунктов, недостаточно высокий уровень покрытия сетью 4G. Среди основных преимуществ страны: высококвалифицированные трудовые ресурсы, эффективная работа органов государственной власти различных уровней и существенная финансовая поддержка пилотных проектов в сфере беспилотного транспорта, а также открытая и привлекательная для квалифицированных специалистов миграционная политика [48].

В Канаде в 2019 году были зарегистрированы 36 высокотехнологичных / инновационных компаний, ведущих разработки в сфере AVs [92].

По количеству электрических транспортных средств Канада занимает 9 место в мире, существенно уступая США. Динамику национального парка электромобилей можно проследить, изучив рис. 65.

В 2018 году общее количество электрических автомобилей Канады составило 90 100. С 2014 года оно выросло в более чем 8 раз, совокупные среднегодовые темпы роста за анализируемый период были порядка 53%. По данным на 2018 год рыночная доля EVs – 2,32% (+ 1,97 п/п к 2014 г.), а общее

количество зарядных станций – 7 940 (рост более, чем в 3 раза относительно уровня 2014 года) [134].

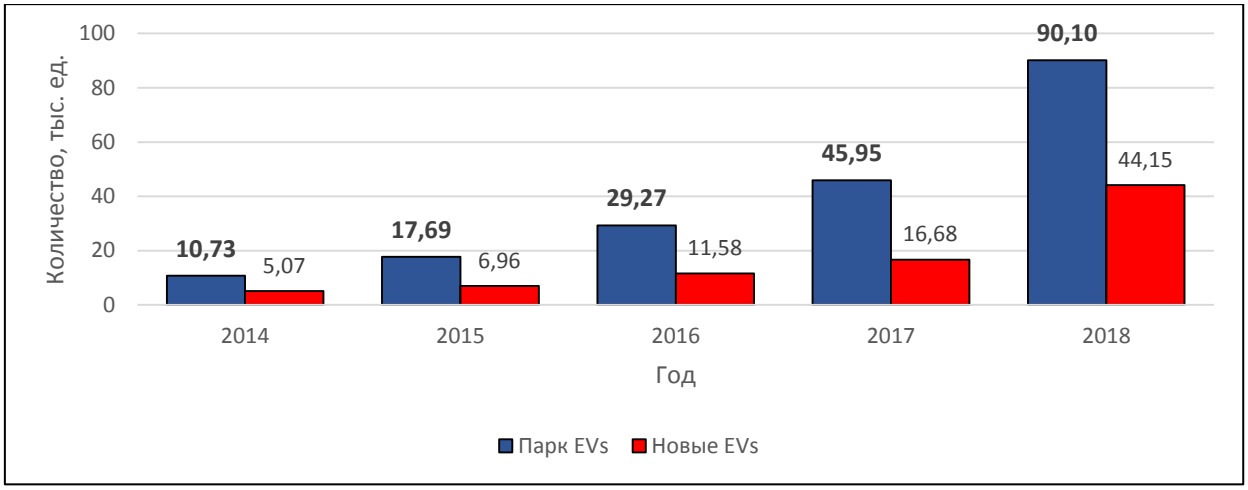


Рис. 65. Динамика парка EVs (BEV & PHEV) Канады (2014-2018 гг.), тыс. ед.
Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным IEA

На сегодняшний день в Канаде доступно более 40 моделей электрических транспортных средств [196], государство разработало ряд инициатив по стимулированию приобретения EVs (субсидии на приобретение, сокращение налоговой нагрузки [220]). За 2018 год количество продаваемых новых EVs увеличилось в более чем два раза. При этом, если ещё относительно недавно (в 2010 году) инвестиции в электрические транспортные средства совершенно отсутствовали, то по состоянию на 2017 год они превысили $1 млрд. [196].

В рамках долгосрочных задач Правительство Канады установило цель довести к 2040 году продажу транспортных средств с нулевым уровнем загрязнения к 100% (с промежуточными целями: 10% – к 2025 году и 30% – к 2030 году). Для достижения этой цели государство, помимо принимаемых мер, связанных с налогами и субсидиями, выделит порядка $5 млн. автопроизводителям, а также будет способствовать развитию зарядной инфраструктуры (инвестиции в размере $310 млн.) [196].

Важно также заметить, что в стране по данным на 2019 год, в сфере электрического транспорта вели свою деятельность 50 высокотехнологичных / инновационных компаний, включая стартапы [92].

5.2 США

Соединённые Штаты Америки занимают одни из самых высоких мест мира в сфере текущего состояния и развития рынков автономного и электрического транспорта. Краткие оценочные характеристики страны представлены на рис. 66.

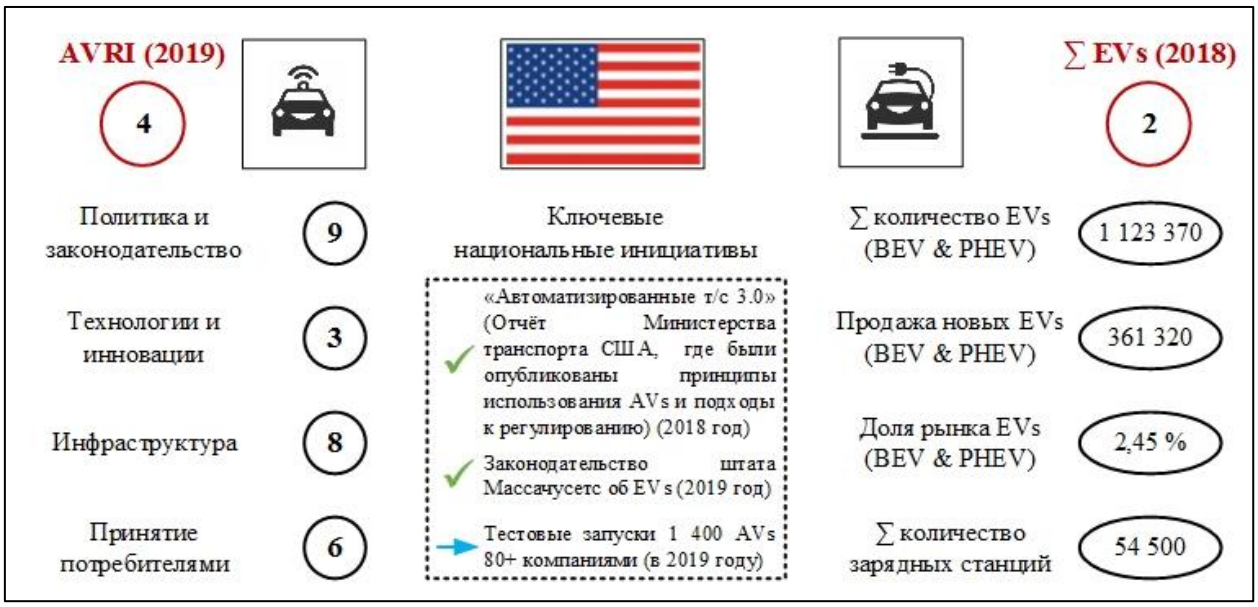


Рис. 66. Оценка состояния и развития рынка AVs и EVs США (2018-2019 гг.)
Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по материалам KPMG, IEA, TechCrunch

США занимают 4 место в мире по индексу готовности стран к использованию автономного транспорта. Ключевыми конкурентными преимуществами страны в этом отношении являются технологии и инновации [48].

В конце 2018 года Министерство транспорта США опубликовало отчёт, посвящённый будущему транспортной отрасли «Автоматизированные транспортные средства 3.0» [173], где были сформулированы 6 принципов развития национального сегмента AVs:

- приоритет безопасности,
- сохранение технологически нейтрального подхода в политике,
- создание современной регуляторной системы,
- устранение барьеров, создание бесшовной операционной среды,

- экспертная поддержка, демонстрация лучших практик и реализация пилотных проектов,
- защита свободы выбора американских граждан в части управления личным транспортным средством.

За последние десятилетия государством в партнёрстве с участниками рынка было инвестировано более $700 млн. в R&D в развитие технологии V2X для её максимально эффективного использования на территории всей страны [173]. В следующие 5 лет Правительство США планирует инвестировать $4 млрд. в развитие технологии автономных автомобилей [68].

Согласно данным Министерства транспорта США (по состоянию на середину 2019 года) [171] на территории страны проходили испытания 1 400 беспилотных транспортных средств различных категорий, запуск которых осуществлялся более чем 80 компаниями в 36 штатах + в Вашингтоне (округ Колумбия). Калифорния является одним из первых штатов, где стало возможным испытывать AVs на публичных дорогах, и она занимает сегодня первое место в США по числу инновационных компаний, развивающих технологии беспилотного вождения.

Всего, по состоянию на 2019 год, 29 штатов приняли законодательство относительно автономных автомобилей и открыли возможности для тестирования AVs в рамках строго установленных законом условий [68].

Объём рынка AVs США может составить $560 млрд. к 2035 году, общая сумма сэкономленных средств за счёт использования автономных транспортных средств оценивается на уровне $1,3 трлн., в частности за счёт следующих экономических эффектов [216]:

- повышение производительности в использовании транспортного парка, благодаря сокращению дорожных заторов ($138 млрд.),
- экономия топлива ($169 млрд.),
- повышение эффективности в рамках использования автономных транспортных средств ($507 трлн.),
- минимизация аварий и несчастных случаев ($488 млрд.).

По оценке DRAUP [68], использование бизнес-моделей на основе AVs в США уже к 2025 году может способствовать экономии в $7 трлн.

В США отдельные штаты и города имеют свои подходы к развитию рынков автономного и электрического транспорта. Исходя из имеющихся полномочий, они по-разному могут вести политику и формировать законодательные инициативы, поэтому нельзя однозначно оценить политику государства в этом вопросе.

В стране по состоянию на 2019 год были зарегистрированы 425 высокотехнологичных компаний / инновационных компаний / стартапов, которые работали в сфере беспилотного транспорта [92].

Рынок электрических транспортных средств США по итогам 2018 года был вторым в мире после рынка КНР. Общее количество американских электромобилей составляло более 1,1 млн. единиц [134], за пять лет оно возросло почти в 4 раза.

Динамика парка EVs Соединённых Штатов Америки с 2014 года представлена на рис. 67.

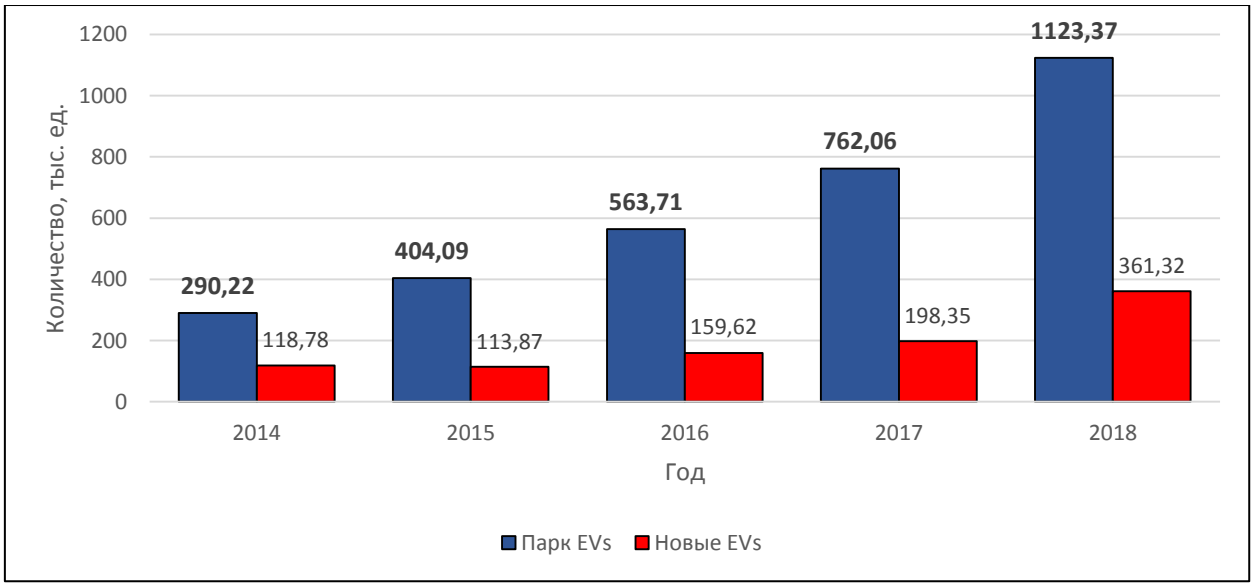


Рис. 67. Динамика парка EVs (BEV & PHEV) США (2014-2018 гг.), тыс. ед.
Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным IEA

Совокупные среднегодовые темпы роста парка EVs США в течение 2014-2018 гг. составляли более 30%. Рыночная доля электромобилей в общем парке в 2018 году была на уровне 2,45%, что на 1,7 п/п больше аналогичного

показателя 2014 года. По количеству зарядных станций страна также является одним из лидеров в мире, 54 500 станций по состоянию на 2018 год (в 2,4 раза больше показателя 2014 года) и уступает лишь КНР [134].

В США по состоянию на конец 2018 года действовало большое количество мер поддержки электротранспорта. Одним из самых активных штатов в этом вопросе является Калифорния, на которую приходится (в том числе благодаря политическим инициативам руководства штата) 50% всего рынка EVs страны. В 2018 году в Калифорнии были поставлены цели по наличию 5 млн. экологически чистых транспортных средств на дорогах к 2030 году и 250 тыс. зарядных станций к 2025 году [41].

В 2019 году в США 277 компаний, в том числе стартапов высокотехнологической / инновационной сферы работали по направлению, связанным с развитием электротранспорта [92].

Глава 6. Рынок автономных и электрических автомобилей АТР

Объём рынка автономных автомобилей АТР оценивается в $44,69 млрд. к 2024 году. Совокупные среднегодовые темпы роста могут составить 58,7% [59].

Внедрение технологий автономного вождения играет важное значение для региона с точки зрения обеспечения безопасности движения. В АТР ежегодно случается порядка 645 тыс. дорожных аварий [59].

Ключевыми драйверами роста рынка AVs и EVs признаётся активность развивающегося Китая (поддержка государства, стремительное развитие новейших технологий в т.ч. обеспечивающих работу AVs, например, 5G), а также активность технологических лидеров региона и ключевых автопроизводителей из Японии и Южной Кореи.

Важное значение в АТР также, как и в других регионах мира, играет формирование партнёрств. Например, в 2017 году немецкая Bosch объединила усилия с Baidu и Nvidia для реализации проекта беспилотного транспорта в КНР (Apollo), позднее к реализации проекта было привлечено более 100 партнёров по всему миру [116].

Экосистема рынка AVs АТР, сформированная в том числе за счёт партнёрств представлена в приложении 10.

В рамках исследования рынка AVs и EVs Азии планируется проанализировать национальные рынки ключевых стран региона, к которым были отнесены: Австралия, Индия, КНР, Сингапур, Южная Корея и Япония.

6.1 Австралия

Австралия занимает средние позиции в мире по актуальной оценке состояния и развития рынков автономного и электрического транспорта (рис. 68).

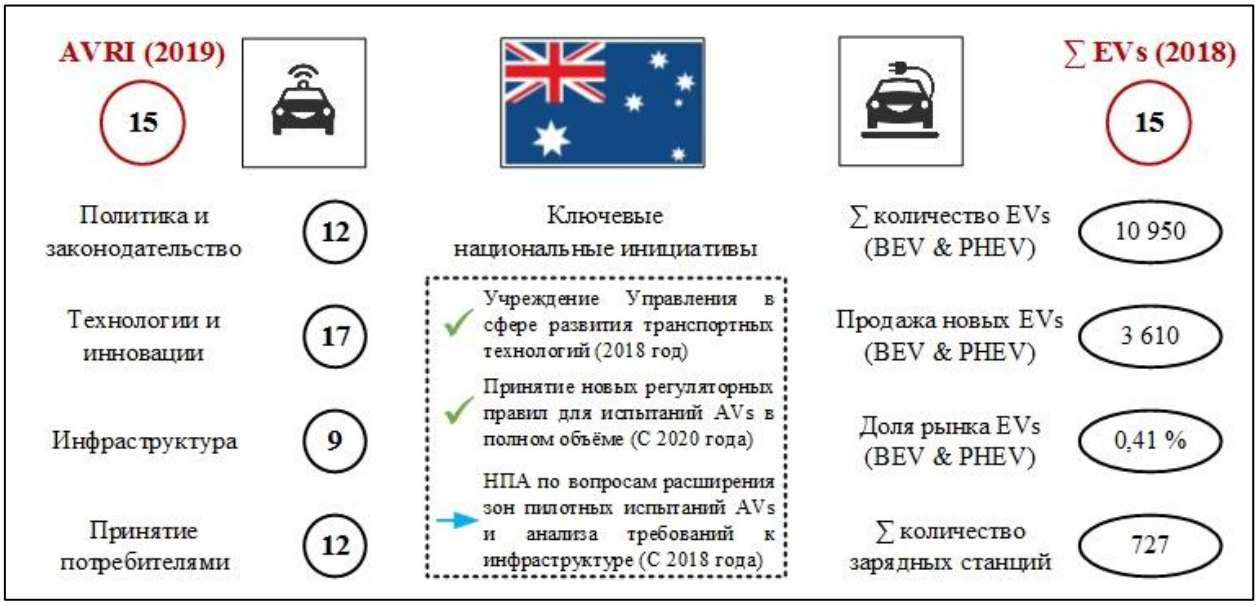


Рис. 68. Оценка состояния и развития рынка AVs и EVs Австралии (2018-2019 гг.)
Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по материалам KPMG и IEA

Австралия, занимая 15 место в мире по индексу готовности стран к использованию автономного транспорта, в АТР уступает только Сингапуру и Новой Зеландии. Одним из важных факторов развития национальной сферы AVs выступает проводимая с 2016 года реформа установленных ранее правил дорожного движения с целью обеспечить возможность тестовой эксплуатации полностью автоматизированных транспортных средств, начиная с 2020 года [212]. Кроме того, важно отметить, что в 2018 году федеральным Правительством было создано специальное Управление по развитию транспортных технологий для безопасного и ответственного применения инновационных решений в транспортной сфере страны в условиях объединения правительств и ответственных ведомств штатов и территорий Австралии. На данную инициативу было затрачено $7,1 млн. На сегодняшний день государство стремится в целом совершенствовать регуляторную среду, связанную с автономным движением транспортных средства, в частности

решаются вопросы расширения зон пилотных испытаний AVs и формируются требования к инфраструктуре [48].

В 2019 году проводились тестовые запуски беспилотных автобусов, одним из ключевых проектов стало их испытание на территории Олимпийского парка в Сиднее [61]. Всего по текущим оценкам в стадии пилотных запусков или их подготовки десятки инициатив, связанных с AVs как в пассажирском, так и грузовом сегментах [62].

Австралия является страной базирования для10 высокотехнологичных / инновационных компаний, включая стартапы, которые работают в сфере автономного транспорта [92].

В Австралии по итогам 2018 года было зарегистрировано 10 950 электромобилей (3 место в АТР) [134]. На рис. 69 можно отследить, как менялся парк EVs страны, начиная с 2014 года.

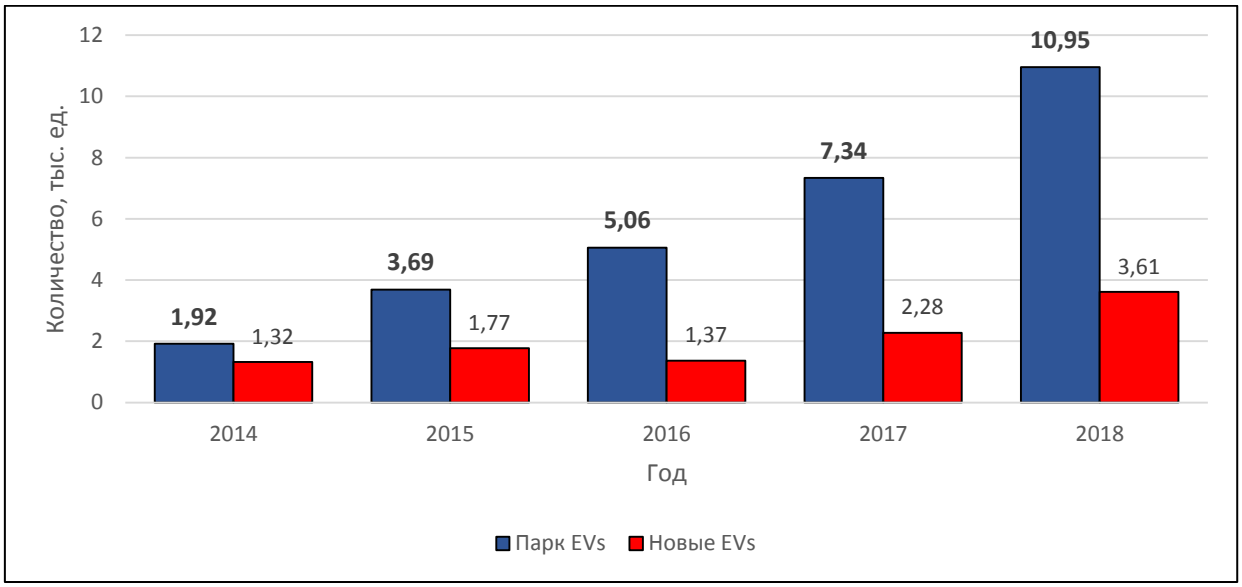


Рис. 69. Динамика парка EVs (BEV & PHEV) Австралии (2014-2018 гг.), тыс. ед.
Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным IEA

За последние 5 лет парк электромобилей Австралии увеличился более чем в 5,5 раз, совокупные среднегодовые темпы роста составляли 42%. EVs в 2018 году занимали рыночную долю в 0,41% (+0,3 п/п к 2014 году), общее количество зарядных станций оценивалось 727 единицами [134].

Как показал анализ, в Австралии по состоянию на 2019 год не было явно выраженных целей по развитию рынка электрических транспортных средств.

Национальная стратегия [53] в этом отношении представляет собой лишь документ, на одной странице которого обозначены общие векторы, направленные на развитие EVs Австралии в общем виде (необходимость перехода на электрические транспортные средства, развитие инфраструктуры, консультации с правительствами штатов и региональными властями, выделение грантов и др.).

В 2019 году в Австралии состоялись выборы в Федеральный парламент. Ожидается, что в скором времени будут сформулированы чёткие цели развития национального рынка электротранспорта [103].

Отметим также, что в стране зарегистрированы 13 компаний, которые можно отнести к технологичному / инновационному бизнесу в сфере EVs [92].

6.2 Индия

По современным оценкам, рынок автономного и электрического транспорта Индии развивается медленными темпами, страна имеет низкие баллы по основным критериям оценки, рис. 70.

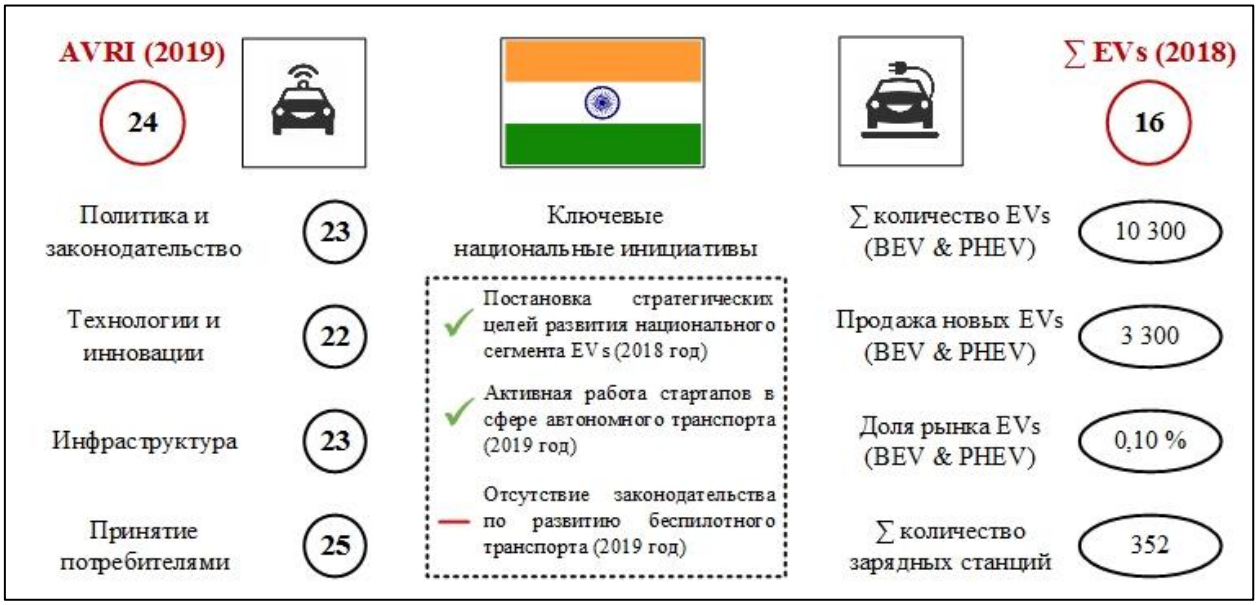


Рис. 70. Оценка состояния и развития рынка AVs и EVs Индии (2018-2019 гг.)
Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по материалам KPMG и IEA

Индия занимает 24 место в мире по индексу готовности стран к использованию автономного транспорта [48]. Несмотря на достаточно низкие результаты по рейтингу AVRI и выводы согласно проведённому опросу граждан страны [190], в ходе которого был установлен достаточно высокий уровень принятия для себя технологий автономного движения, Правительство Индии не стремится закрепить в законодательном поле вопросы AVs, их испытаний и таким образом стимулировать к развитию данный сегмент транспорта.

Исключением из вышесказанного являются беспилотные технологии в сфере железнодорожного транспорта, где существует позитивный опыт, например, эксплуатация поезда в метро Мумбаи, перевозящего пассажиров на 33 км участке [155]. Этот проект в последующем может дать начало формированию мер по развитию аналогичных технологий в автомобильной отрасли.

Важно отметить, что даже в условиях отсутствия ярко выраженной заинтересованности государства в развитии AVs, в Индии по состоянию на начало 2018 года работало несколько перспективных стартапов, развивающих направление беспилотных технологий для разного класса машин. Перспективы развития компаний могут связываться с экспортными рынками, особенно учитывая специфику страны их базирования.

В Индии в сфере беспилотного транспорта работают 37 высокотехнологических компаний / инновационных компаний / стартапов [92].

По количеству используемых электромобилей в 2018 году Индия с парком EVs 10 300 единиц занимала 16 место в мире [134], уступая всем ключевым конкурентам по рынку АТР. Изменения в количестве электромобилей страны за последние несколько лет можно изучить, перейдя к рис. 71.

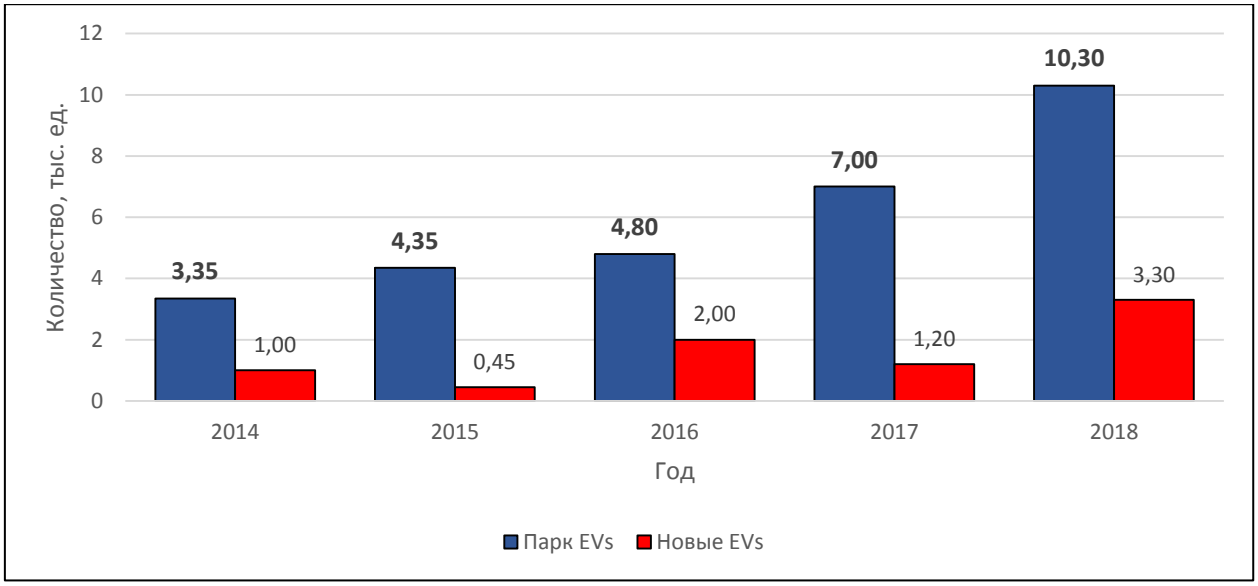


Рис. 71. Динамика парка EVs (BEV & PHEV) Индии (2014-2018 гг.), тыс. ед.
Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным IEA

С 2014 года количество электромобилей в Индии возросло в 3 раза, совокупные среднегодовые темпы роста составляли 25%. На конец 2018 года рыночная доля EVs в общем парке оценивалась в 0,10% (+0,06 п/п к 2014 году), а количество зарядных станций было на уровне 352 (увеличение в 14 раз по сравнению с 2016 годом) [134].

По состоянию на 2019 год Индия имеет стратегические цели по развитию сегмента электрических транспортных средств, в соответствии с которыми планируется достигнуть рыночной EVs на уровне 30% к 2030 году.

Руководство страны в достаточно сильной степени заинтересовано в развитии сегмента электротранспорта по сравнению с AVs. Много внимания как Правительством страны, так и практически всеми штатами Индии уделяется выработке политики, непосредственно связанной с EVs: разработаны меры поддержки электрических транспортных средств фискального и нефискального характера. Ключевой целью государства в исследуемом вопросе установлено достижение к 2030 году доли электромобилей в общем парке на уровне не ниже 30% [143].

В Индии, по данным CrunchBase [92], на современном этапе развития страны зарегистрированы 35 высокотехнологических компаний / стартапов, которые ведут работу в инновационной сфере по развитию направления электрического транспорта.

6.3 КНР

Китайский рынок автономного и электрического транспорта является одним из самых развитых в мире. Его краткие оценочные характеристики отображены на рис. 72.

Рис. 72. Оценка состояния и развития рынка AVs и EVs КНР (2018-2019 гг.)
Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по материалам KPMG и IEA

По индексу готовности стран к использованию автономного транспорта КНР занимает 20 место в мире, уступая в АТР Сингапуру, Новой Зеландии и Австралии [48]. Следует заметить, что в ближайшей перспективе Китай может обогнать данные страны и занять одну из лидирующих позиций в АТР и в мире. КНР в целом отстаёт на настоящий момент времени от США в создании и тестировании технологий беспилотного вождения, однако страна сокращает данный разрыв, во многом благодаря активной политике по поддержке AVs со стороны Министерства транспорта и Государственного комитета по развитию и реформам.

Обозначенная выше перспектива возможна за счёт активных действий Правительства КНР (в части выстраивания нормативно-правового регулирования работы сегмента AVs, а также его поддержки) и бизнеса (в части стимулирования развития технологий беспилотного вождения, проведения испытаний, в том числе на дорогах общего пользования и

завоевания статуса конкурентоспособности своих решений относительно существующих в мире).

Согласно актуальным стратегическим планам Правительства Китая, государство видит к 2025 году страну мировым лидером по развитию технологий искусственного интеллекта и автономных транспортных средств. Экспертами отмечаются следующие возможные предпосылки для этого [139]:

- компании КНР, занимающиеся вопросами AV догоняют по своему технологическому развитию западных конкурентов и в скором времени могут их обогнать за счёт более высоких темпов роста; принимая во внимание также, что для китайских городов большое значение в будущем будет иметь эффективное использование автономных транспортных средств, компании при поддержке государства стремятся предлагать инновационные решения для сегмента AVs и имеют значительно бóльший объём данных для испытаний систем искусственного интеллекта и беспилотных технологий, генерируемых работой транспортной сферы;
- реализация плана Made in China 2025, согласно которому государство официально провозглашает цель по становлению Китая мировым лидером в сфере автономного и электрического транспорта; в ближайшие годы предполагается выделение сотен млрд. долларов инвестиций в построение инновационной экосистемы, создание «умных» автомобилей, а также подготовку тысяч экспертов в сфере технологии искусственного интеллекта;
- страна может стать первой в мире, осуществившей полноценное развёртывание сети нового поколения (5G) и соответствующей для CAVs инфраструктуры; уже сейчас Китай значительно опережает своих конкурентов из западных стран и планирует стать лидером по использованию технологии 5G к 2020 году;
- китайские потребители становятся более восприимчивыми к внедрению новых технологий по сравнению с потребителями из других стран (в том числе из развитых); так, например, недавний опрос показал, что 3/4 жителей КНР могли бы уже сейчас использовать автономный автомобиль,

тогда как в западных странах – всего 1/2 от числа опрашиваемых и меньше готовы на это.

К 2035 году в Китае прогнозируется использование на дорогах общего пользования 8,6 млн. автономных автомобилей, из которых 3,4 млн. достаточно вероятно будут полностью автономными, а 5,2 млн. – частично, но с высоким уровнем автономности порядка 50% [66].

Всего, по данным CrunchBase [92], Китай является страной базирования для 40 высокотехнологичных компаний, включая стартапы, которые ведут инновационную деятельность в сфере автономного транспорта.

По количеству электрических транспортных средств Китай занимает уверенное первое место в мире, превосходя идущими вторыми США более чем в два раза. Всего по итогам 2018 года в стране насчитывалось 2 306 300 электромобилей [134]. Динамику парка EVs КНР с 2014 года можно увидеть, обратившись к рис. 73.

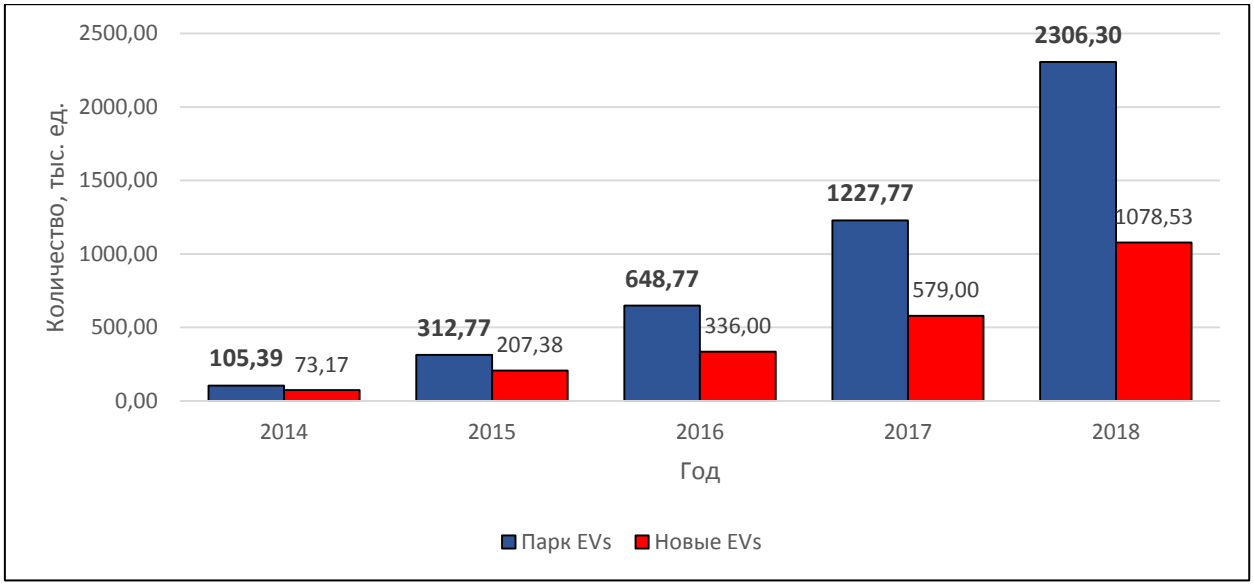


Рис. 73. Динамика парка EVs (BEV & PHEV) КНР (2014-2018 гг.), тыс. ед.
Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным IEA

Если сравнить количество электромобилей в 2018 году по отношению к 2014, то можно отметить следующее. Парк EVs вырос практически в 22 раза, за пять лет совокупные среднегодовые темпы роста достигали более 85%. На настоящий момент времени рыночная доля электрических автомобилей

составляет 4,48% (+4,1 п/п к 2014 году), а общее количество зарядных станций оценивается в 275 тыс. единиц (рост в 9 раз по отношению к 2014 году) [134].

Динамичное развитие электротранспорта в стране стало возможным за счёт политики Правительства КНР, которое с 2009 года разрабатывает и внедряет меры поддержки EVs и зарядной инфраструктуры. С 2014 года реализуется поддержка национальных производителей электрических автомобилей за счёт государственных субсидий [88].

Всего, по состоянию на 2019 год, в КНР работали 52 компании, представляющие высокотехнологичное / инновационное направление в развитии электрического транспорта [92].

6.4 Сингапур

Сингапур является одной из лидирующих стран мира по развитию рынка автономного и электрического транспорта, оценки страны приведены на рис. 74.

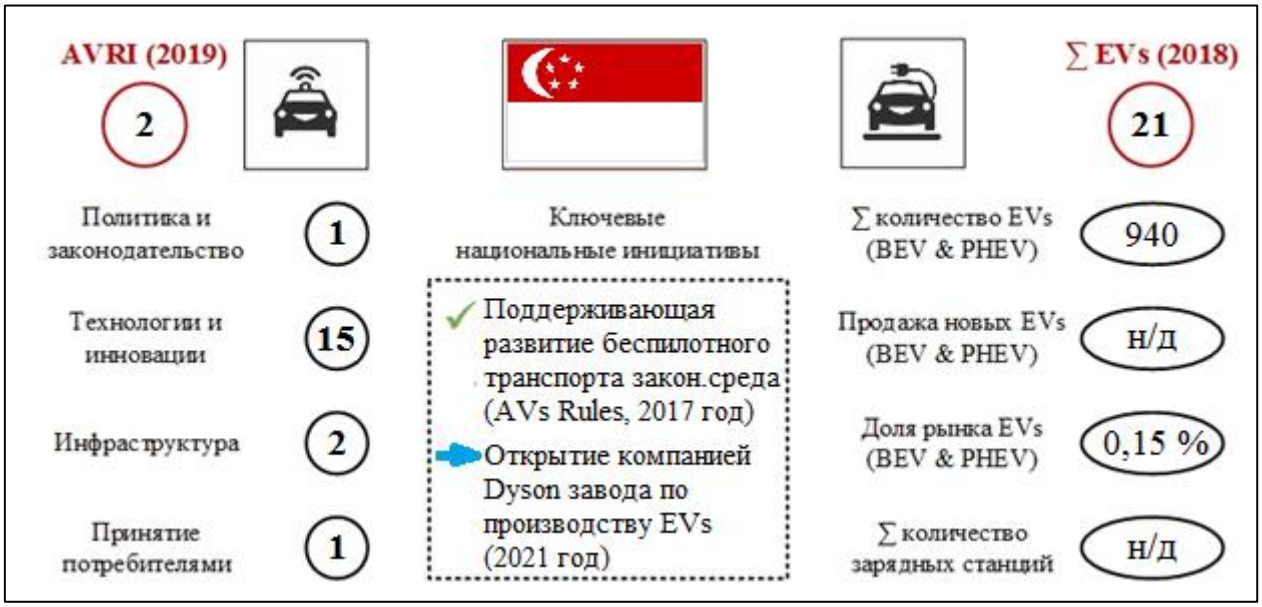


Рис. 74. Оценка состояния и развития рынка AVs и EVs Сингапура (2018-2019 гг.)
Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по материалам KPMG, LTP, Reuters

Сингапур занимает 2 место в мире и 1 место в АТР по индексу готовности стран к использованию автономного транспорта [48]. Правительство страны прилагает большие усилия, чтобы сделать Сингапур мировым центром развития беспилотных технологий.

В феврале 2017 года были приняты регуляторные правила (AV Rules), в соответствии с которыми стало возможным проведение тестовых запусков беспилотных автомобилей на дорогах общего пользования [140].

Несколько лет назад в Сингапуре был открыт специализированный Центр по исследованиям и испытаниям автономных автомобилей (CETRAN) при Наньянском технологическом университете. В Центре существует тестовая площадка, имитирующая реальный город (автобусные остановки, светофоры, высотные здания и др.) и различные погодные условия. Информацию, которая будет получена по результатам испытаний, государство

планирует использовать для выработки национальных стандартов в сфере AVs [48].

На сегодняшний день в стране активно реализуются проекты по испытаниям беспилотного транспорта. Правительство объявило о том, что в некоторых районах города (Punggol, Tengah, Jurong) с 2022 г. ожидается запуск автономных автобусов и шаттлов в непиковые периоды и в рамках модели «по требованию» [48].

Эксперты KPMG отмечают, что в Сингапуре действуют очень высокие ставки налогов на личный автотранспорт (около 2/3 стоимости), а это, в свою очередь, может открыть стимулы для внедрения AV.

По данным на 2019 год в Сингапуре были зарегистрированы 6 высокотехнологичных компаний / стартапов, которые создавали инновационные решения в сфере AVs [92].

Если рассматривать рынок электрического транспорта, то Сингапур, учитывая небольшое по мировым меркам население, имеет маленький парк EVs, который насчитывает 940 электромобилей. Динамика количества зарегистрированных в стране электрических автомобилей с 2014 г. отображена на рис. 75.

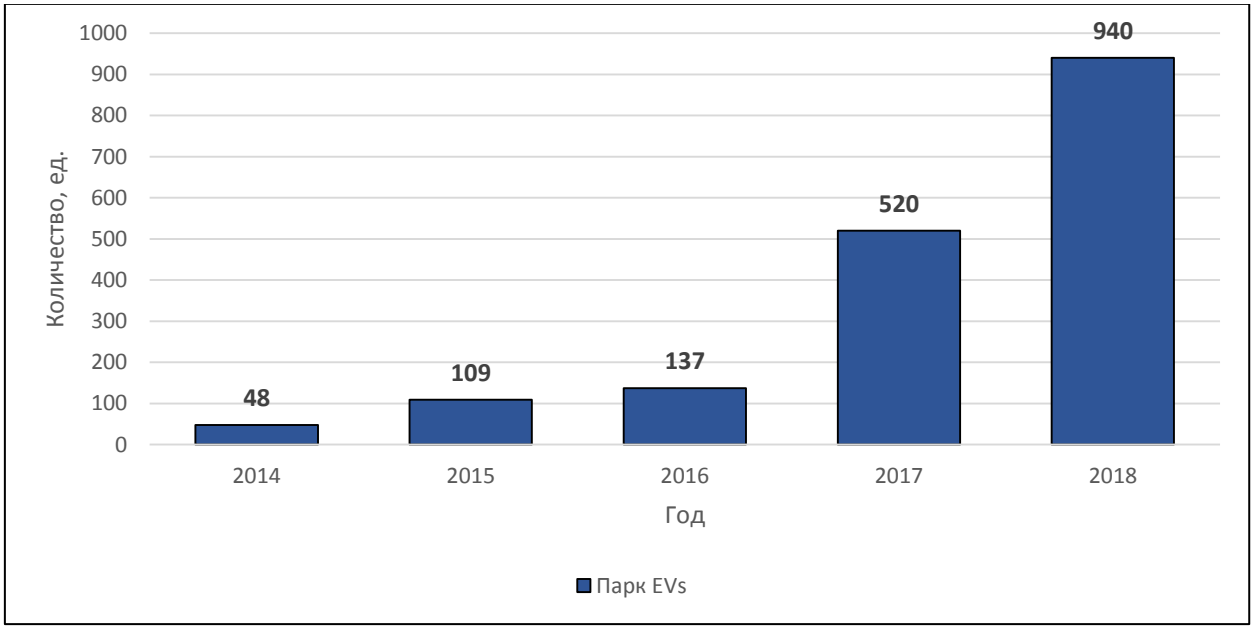


Рис. 75. Динамика парка EVs (BEV & PHEV) Сингапура (2014-2018 гг.), ед.
Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным LTA

За пять лет парк EVs вырос практически в 20 раз, совокупные среднегодовые темпы роста составляли более 80%.

Основные планы по развитию электротранспорта Сингапура связываются с запуском Dyson завода по производству EVs в 2021 году [101] и развитием (со стороны различных компаний) зарядной инфраструктуры.

На сегодняшний день в сфере создания технологических / инновационных решений направления «электрический транспорт» в Сингапуре занято 9 компаний [92].

6.5 Южная Корея

Южная Корея имеет хорошо развитый рынок автономного и электрического транспорта со средними по миру оценками текущего состояния и перспектив дальнейшего развития (рис. 76).

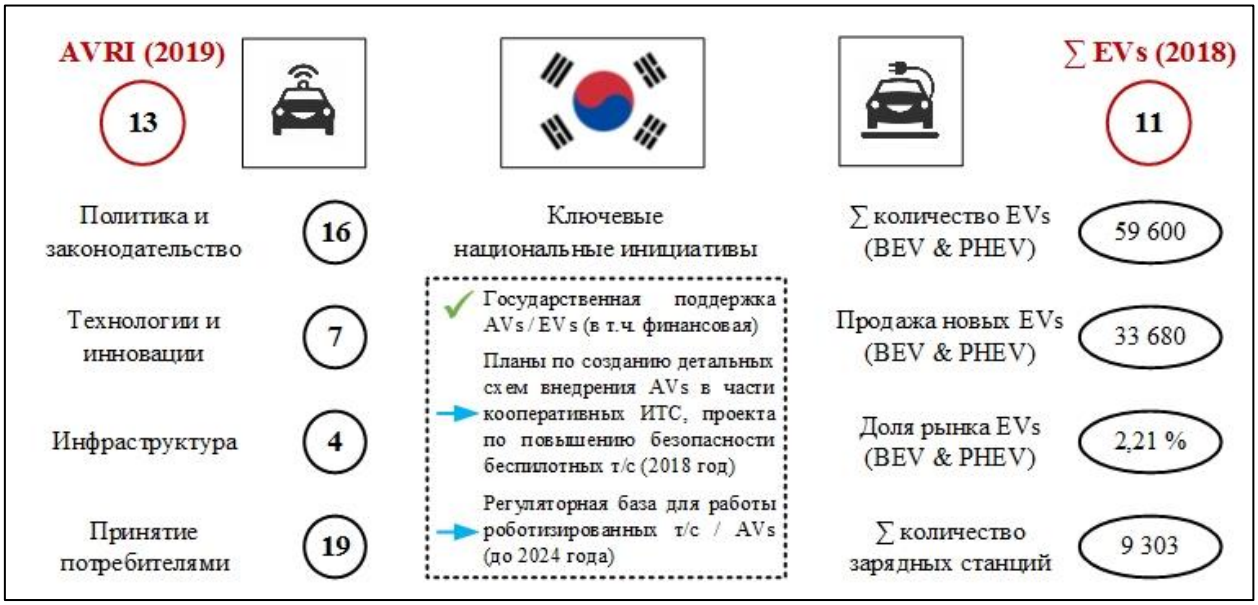


Рис. 76. Оценка состояния и развития рынка AVs и EVs Южной Кореи (2018-2019 гг.)
Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по материалам KPMG, IEA, Bloomberg

Занимая 13 место в мире по индексу готовности стран к использованию автономного транспорта [48], Южная Корея за последние годы достигла значимых результатов в развитии направления автономных транспортных средств. Страна в лице государства и бизнеса работает над скорейшей коммерциализацией технологий автономного вождения.

В конце 2018 года в районе г. Хвасон было завершено строительство испытательного участка / «города» (K-City) площадью более 360 тыс. м^2 для тестовых запусков (максимально приближенных к реальным) беспилотных автомобилей. Испытания AVs третьего уровня автономности будут осуществляться национальным телекоммуникационным оператором KT и Управлением безопасности на транспорте в условиях подключения автомобилей по стандарту 5G. По существующим регуляторным правилам в кабине транспортного средства должен будет находиться человек на случай возникновения чрезвычайных обстоятельств [148].

Незадолго до открытия K-City, также в 2018 году, KT провела испытания автономного автобуса на территории международного аэропорта Инчхон. Автобус преодолел расстояние в 2,2 км, двигаясь со скоростью 30 км/ч. Во время движения были успешно выполнены все запланированные задачи (остановка во время запрещающего сигнала светофора, смена полосы и др.). Данный проект нацелен на создание в будущем «умного» аэропорта будущего. Взаимодействие управления аэропортом и KT продолжится в сфере 5G, AI, Big Data и IoT [149].

Важным событием 2018 года в сфере AVs Южной Кореи стал выпуск технологическим лидером страны (Samsung) программно-аппаратной платформы для автономного транспорта (DRVLINE™), а также создание специального фонда объёмом в $300 млн. для развития инновационных решений в сфере автомобильного транспорта [181].

По состоянию на конец 2019 года стало известно о том, что Hyundai Motor Group начнёт в скором времени испытания AVs в Каннамгу (юго-восточная часть Сеула) [141].

В стране зарегистрированы 10 высокотехнологичных компаний / стартапов, ведущих инновационную деятельность в сфере AVs [92].

В части развития рынка электрических автомобилей Южная Корея также имеет определённые успехи. Страна с общим количеством электромобилей 59 600 единиц занимает 3 место по данному показателю в АТР [134]. Динамика парка EVs за 5 последних лет представлена на рис. 77.

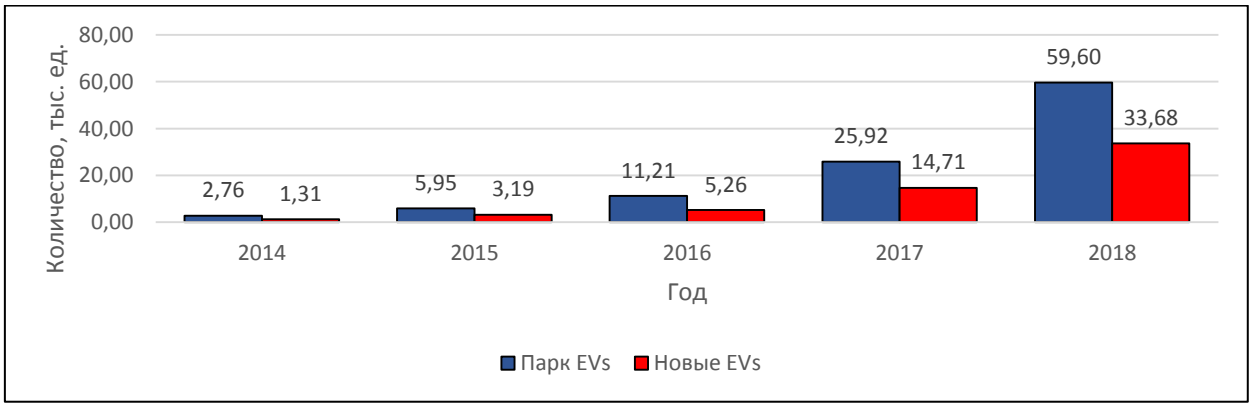


Рис. 77. Динамика парка EVs (BEV & PHEV) Южной Кореи (2014-2018 гг.), тыс. ед.
Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным IEA

На 2018 год количество электромобилей практически в 22 раза превысило показатель 2014 года. Совокупные среднегодовые темпы роста в течение 5 лет были зафиксированы на уровне 85%. В 2018 году рыночная доля EVs составляла 2,21%, что на 2,09 п/п выше значения в 2014 году; общее количество зарядных станций оценивалось в 9 303 единицы, за пять лет оно выросло практически в 24 раза [134].

В конце 2019 года президентом страны было объявлено, что южнокорейские компании инвестируют более $50 млрд. в течение следующего десятилетия для создания транспортной инфраструктуры будущего. Государство также выделит около $2 млрд. на поддержку новейших разработок и технологий, связанных с развитием рынка автономного и электрического транспорта. К 2027 году (или на 3 года раньше) планируется коммерциализация полностью автономных автомобилей, а к 2030 году – повышение рыночной доли электромобилей и транспортных средств на водородных топливных элементах до 33% в общих объёмах продаж. Стимулирование перехода на электротранспорт будет осуществляться, в том числе за счёт государственных субсидий [185].

Южная Корея является страной базирования для 3 высокотехнологичных / инновационных компаний, которые работают в сфере электрического транспорта [92].

6.6 Япония

Рынок автономного и электрического транспорта Японии является одним из самых развитых в мире. Оценочные характеристики страны указаны ниже, на рис. 78.

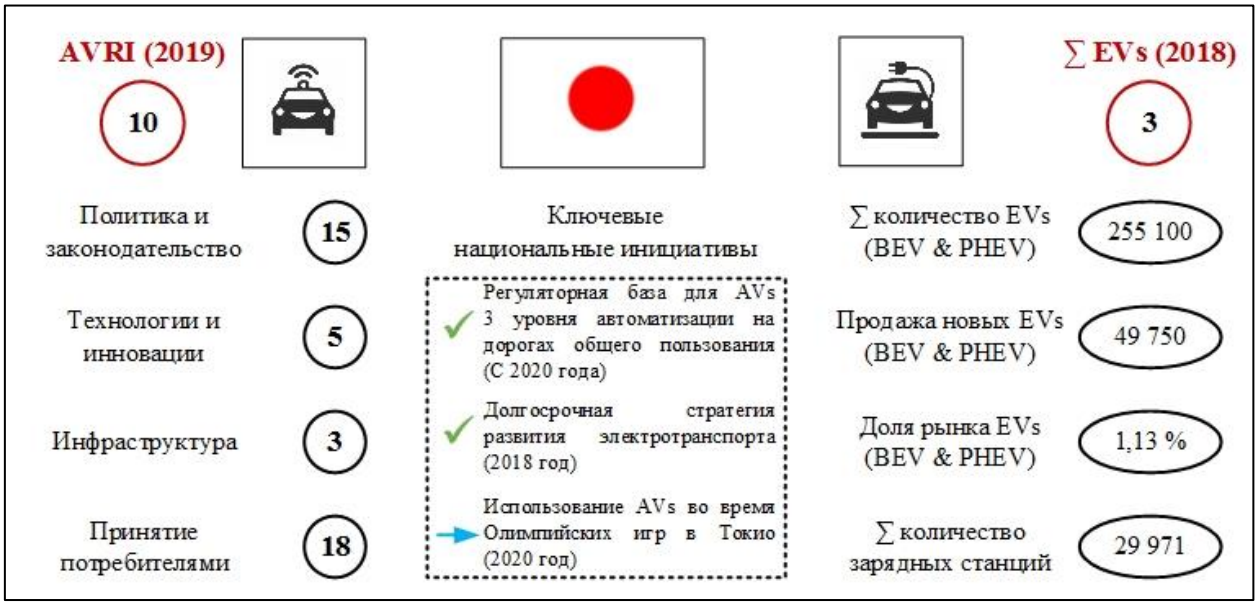


Рис. 78. Оценка состояния и развития рынка AVs и EVs Японии (2018-2019 гг.)
Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по материалам KPMG, IEA, материалам СМИ

Япония занимает 10 место в мире по индексу готовности стран к использованию автономного транспорта. Являясь мировым технологическим лидером, страна активно развивает технологии автономного движения, в которых она видит значительные перспективы для транспортной системы и населения. Позитивными эффектами от внедрения беспилотного транспорта признаются: сокращение аварийности и количества заторов на дорогах, повышение эффективности использования дорожной сети и, что особенно важно с учётом социально-демографических характеристик страны, предоставление услуг мобильности для людей пожилого возраста [48].

В сентябре 2019 года Правительство Японии утвердило правила для использования AVs 3 уровня автономности на дорогах общего пользования [85]. Ожидается, что они вступят в силу в 2020 году и откроют путь для заявленной властями цели по формированию полноценного рынка AVs к 2025 году. До 2022 года запланированы периодические тестовые испытания

беспилотных автомобилей более 20-и компаний на дорогах общего пользования [147].

В 2019 году в Японии проводились испытания беспилотных автобусов, которые планируются к использованию во время Олимпийских игр 2020 года в Токио. Более 100 автобусов Toyota и Nissan будут задействованы летом следующего года для перевозки спортсменов, болельщиков и официальных лиц. Для обеспечения безопасности на борту будет присутствовать человек, готовый в случае возникновения нештатных ситуаций, взять управление в свои руки [146].

В качестве справочной информации в приложении 11 представлены основные партнёрства лидера национального рынка Японии – компании Toyota с другими участниками рынка.

В Японии работают 18 высокотехнологичных компаний, в том числе стартапы, которые предлагают новейшие решения в сфере автономного транспорта [92].

Япония является ведущей после Китая в АТР и одним из мировых лидеров по развитию электротранспорта. В 2018 году количество зарегистрированных EVs составило 255 100 единиц [134]. Динамика парка электромобилей продемонстрирована на рис. 79.

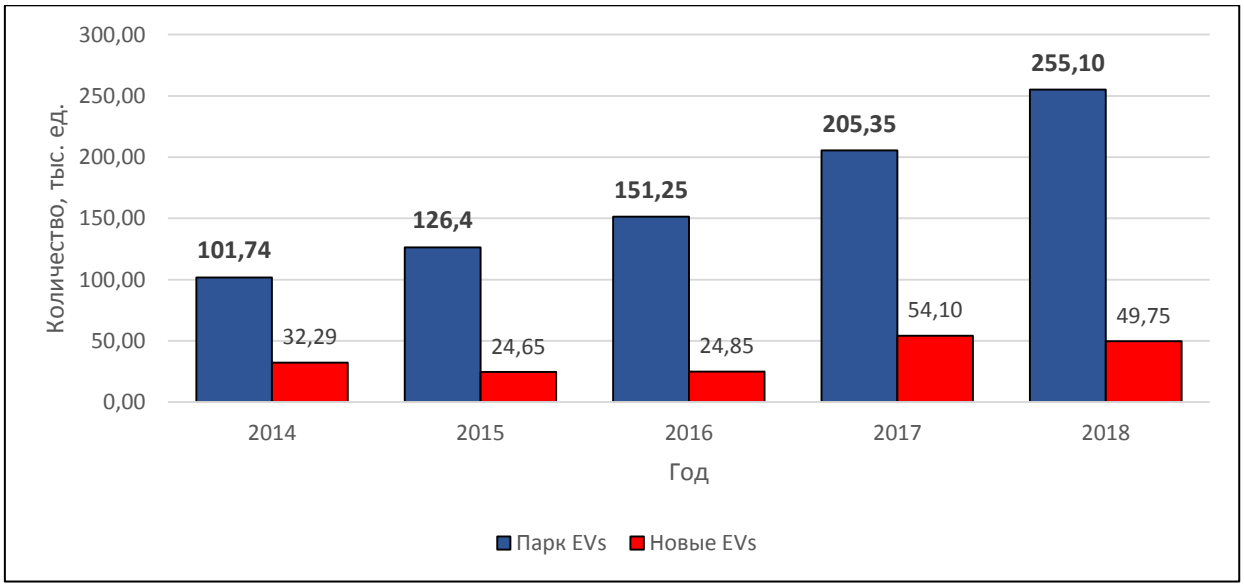


Рис. 79. Динамика парка EVs (BEV & PHEV) Японии (2014-2018 гг.), тыс. ед.
Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным IEA

За пять лет количество EVs выросло в 2,5 раза, совокупные среднегодовые темпы роста составили 20%. Рыночная доля электромобилей по состоянию на 2018 год составляла 1,13% (+0,44 п/п к 2014 г.), общее количество зарядных станций было зафиксировано на уровне 29 971 ед. (в 2,6 раза больше показателя 2014 г.) [134].

В Японии реализуется политика «Well-to-Wheel Zero Emission», направленная на достижение к 2050 году нулевых выбросов за счёт перехода на электрические транспортные средства разных типов. Для реализации этой цели государство работает совместно с бизнесом в лице автопроизводителей и поставщиков [145].

По итогам опроса, проведённого Rakuten Insight в июне 2019 года [151], среди наиболее значимых стимулов перехода на электротранспорт со стороны потребителей были названы: государственные субсидии на приобретение электромобиля, наличие зарядной инфраструктуры в близости с местом проживания / работы, бесплатное (субсидируемое) парковочное место, специальные полосы для движения и др.

В стране по направлению EVs работают 16 национальных высокотехнологичных компаний / инновационных компаний / стартапов [92].

Глава 7. Рынок автономных и электрических автомобилей стран из разных регионов мира

В данной главе будут рассмотрены рынки автономных и электрических автомобилей стран, не вошедших в ранее выделенные географические регионы. Речь пойдёт о рынках Бразилии и Южной Африки, анализ которых необходим для проведения сравнительного анализа рынка России в том числе с рынками стран, представляющих группу БРИКС (КНР и Индия были проанализированы в главе 6).

7.1 Бразилия

Бразилия имеет один из наименее развитых рынков автономного и электрического транспорта относительно рассмотренных ранее стран. Оценки его состояния и развития отображены на рис. 80.

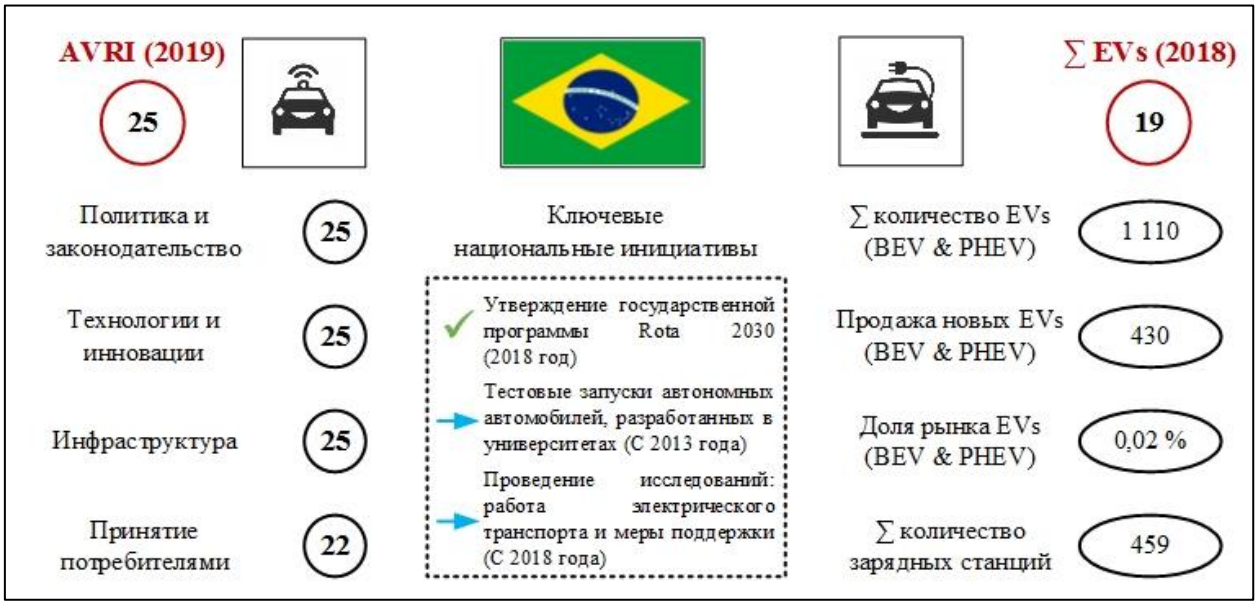


Рис. 80. Оценка состояния и развития рынка AVs и EVs Бразилии (2018-2019 гг.)
Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по материалам KPMG и IEA

Бразилия занимает 25 место в мире по индексу готовности стран к использованию автономного транспорта. По состоянию на 2019 год не было зафиксировано наличия законодательной базы, регламентирующей использование AVs. Одной из инициатив, имеющих косвенное отношение к анализируемому рынку, является государственная программа Rota 2030 (стоимостью $560 млн.), принятая в 2018 году. Согласно данному документу, в Бразилии предусматриваются налоговые льготы для компаний, которые занимаются вопросами повышения эффективности и безопасности автомобилей, а также научно-исследовательской деятельностью по данному направлению. Rota 2030 в том числе касается использования автомобилей с двигателями, работающими на ископаемом топливе и этаноле, который получается в ходе переработки сахарного тростника [48].

Несмотря на отсутствие нормативной правовой среды для работы AVs, с 2013 года в Бразилии осуществляются тестовые запуски беспилотных

автомобилей. Данные проекты реализуются в основном в рамках инициатив со стороны национальных университетов (университет Сан-Паулу, Федеральный университет Экспириту-Санту) [48].

В Бразилии зарегистрированы на современном этапе 8 компаний, которых можно отнести к высокотехнологичной и инновационной сфере AVs [92].

По количеству электромобилей Бразилия занимает одно из последних мест в мире относительно рассмотренных ранее стран. Всего, по состоянию на окончание 2018 года, в стране было зарегистрировано 1 110 EVs [134], динамика парка показана на рис. 81.

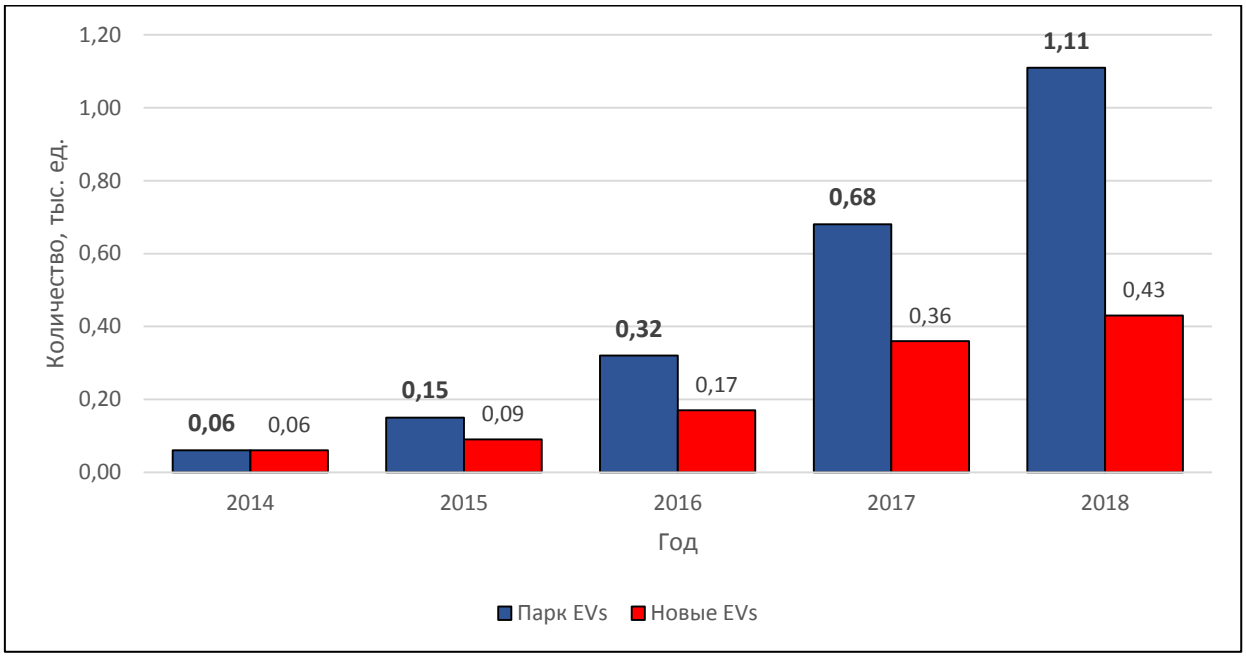


Рис. 81. Динамика парка EVs (BEV & PHEV) Бразилии (2014-2018 гг.), тыс. ед.
Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным IEA

Если сравнивать парк электромобилей за 2014-2018 гг., то можно отметить следующее. Общее количество EVs за пять лет возросло в 18 раз, совокупные среднегодовые темпы роста составляли почти 80%. Рыночная доля электромобилей на настоящий момент времени оценивается в 0,02%, а количество зарядных станций в 459 единиц [134].

По результатам проведённого анализа, в Бразилии не было установлено наличия законодательных инициатив по стимулированию развития электротранспорта – только исследования и планы создания дорожных карт

[84], которые в будущем могут быть использованы в политике, направленной на создание мер поддержки EVs.

Важно отметить, что в стране работают (имеют производственные активы) некоторые из компаний, завоевавших международное признание. Среди них, например, японская Toyota, которая в 2018 году представила в Бразилии один из первых в мире гибридных автомобилей [211].

В завершение заметим, что в Бразилии работают 3 высокотехнологичных / инновационных компаний, ведущих свою деятельность в сфере развития электрического транспорта [92].

7.2 Южная Африка

Южная Африка, принимая во внимание данные на рис. 82, не отличается высокими оценочными характеристиками относительно развития рынка автономного и электрического транспорта.

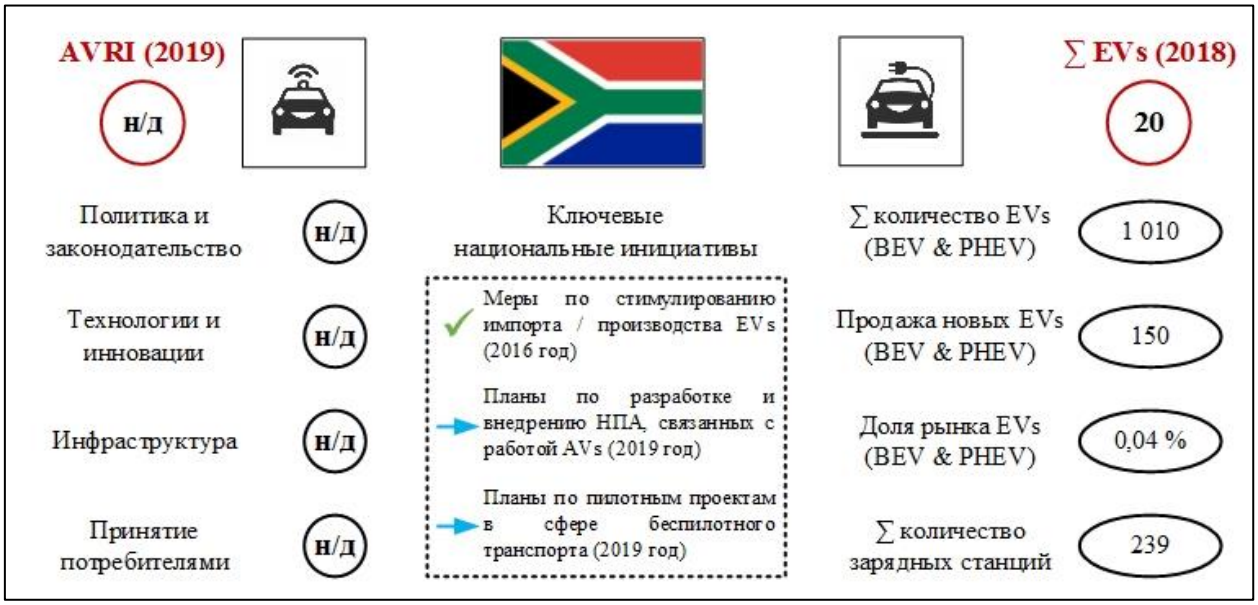


Рис. 82. Оценка состояния и развития рынка AVs и EVs ЮАР (2018-2019 гг.)
Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по материалам Business Tech, Business Day и IEA

По данным на окончание 2019 года в стране было установлено только наличие планов по разработке законодательства для работы автономных транспортных средств [184].

С позиции развития рынка электротранспорта в Южной Африке обозначены меры стимулирующего характера по импорту / производству EVs согласно государственной программе «Automotive Production and Development Programme». В стране отсутствует производство электрических транспортных средств, однако Правительство заинтересовано в том, чтобы его организовать [136].

По текущему количеству парка электромобилей (1 010 единиц) Южная Африка занимает 20 место. С 2014 года парк EVs увеличился в 20 раз, совокупные среднегодовые темпы роста были на уровне 82% [134]. Динамику количества электромобилей можно отследить, обратившись к рис. 83.

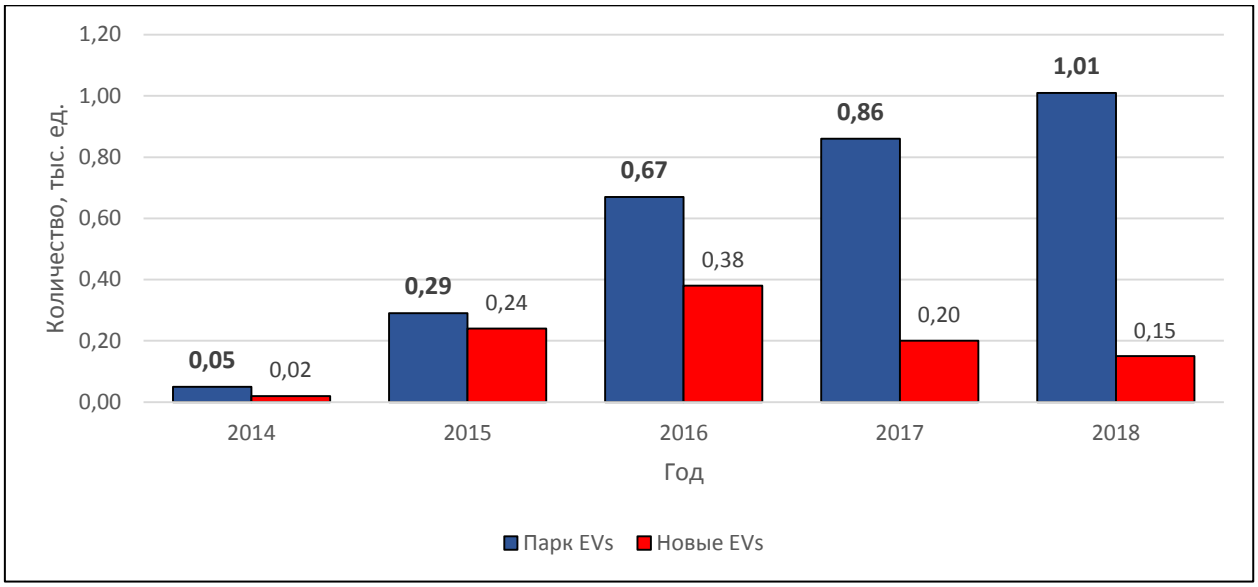


Рис. 83. Динамика парка EVs (BEV & PHEV) ЮАР (2014-2018 гг.), тыс. ед.
Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным IEA

Рыночная доля электромобилей в Южной Африке составляла в 2018 году 0,04%, а количество зарядных станций оценивалось на уровне 239 [134].

В ЮАР в высокотехнологичной / инновационной сфере EVs зарегистрирована 1 компания (ZEST WEG Group) [92].

Глава 8. Рынок автономных и электрических автомобилей России

Рынок автономного и электрического транспорта Российской Федерации отстаёт в своём развитии от группы стран-лидеров из Европы, Северной Америки, АТР, однако обгоняет некоторые из стран группы БРИКС. Оценки страны представлены на рис. 84.

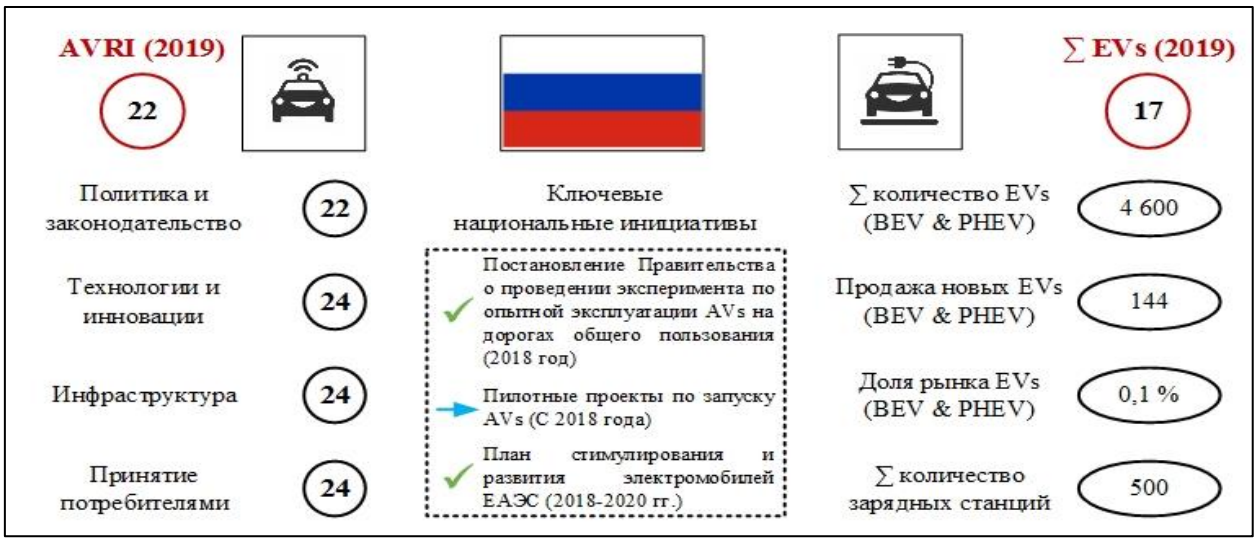


Рис. 84. Оценка состояния и развития рынка AVs и EVs РФ (2018-2019 гг.)
Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по материалам KPMG, IEA, ЕЭК

Россия занимает 22 место в мире по индексу готовности стран к использованию автономного транспорта, опережая Мексику, Индию и Бразилию [48]. Важным для страны событием стало подписание в ноябре 2018 года постановления Правительства Российской Федерации, разрешающее проводить испытания высокоавтоматизированных транспортных средств на дорогах общего пользования [2]. Для тестовых запусков AVs были выбраны Москва и республика Татарстан.

Следует отметить, что важными драйверами развития национального рынка AVs выступают реализация следующих инициатив государства: Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» [3], НТИ [2] и План мероприятий («дорожная карта») НТИ «Автонет» [6].

Ниже представим более подробный анализ правового эксперимента по опытной эксплуатации беспилотных автомобилей, инфраструктуры для AVs, Платформы «Автодата» и технологического конкурса «Зимний город».

Правовой эксперимент по опытной эксплуатации высокоавтоматизированных транспортных средств на автомобильных дорогах общего пользования Российской Федерации

Рабочей группой по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях реализации плана мероприятий («дорожной карты») Национальной технологической инициативы «Автонет» (далее – Рабочая группа) инициирована разработка и принятие постановления Правительства Российской Федерации от 26 ноября 2018 г. № 1415 «О проведении эксперимента по опытной эксплуатации на автомобильных дорогах общего пользования высокоавтоматизированных транспортных средств» [2].

Вышеуказанное постановление Правительства Российской Федерации создаёт нормативную правовую базу, позволяющую осуществлять с 1 декабря 2018 г. по 1 марта 2022 г. тестирование высокоавтоматизированных транспортных средств (ВАТС) на дорогах общего пользования в Москве и в Республике Татарстан.

Допуск высокоавтоматизированного транспортного средства к участию в эксперименте осуществляется на основании заключения ФГУП «НАМИ» о соответствии транспортного средства с внесёнными в его конструкцию изменениями требованиям безопасности.

Собственник ВАТС должен застраховать и поддерживать застрахованным в период проведения опытной эксплуатации риск ответственности по обязательствам, возникающим вследствие причинения вреда жизни, здоровью или имуществу других лиц в пользу третьих лиц на сумму ₽10 млн. в отношении каждого ВАТС.

В период проведения тестирования ВАТС собственник ВАТС обязан осуществлять видеофиксацию действий водителя и окружающей дорожно-транспортной обстановки во время проведения эксперимента, обеспечивать хранение видеозаписей о действиях водителя и об окружающей дорожно-транспортной обстановке во время проведения эксперимента в течение не

менее 10 лет и предоставлять доступ к таким данным по запросу Министерства внутренних дел Российской Федерации и (или) Министерства промышленности и торговли Российской Федерации.

В эксперименте в настоящее время принимает участие более 50 высокоавтоматизированных автомобилей.

По состоянию на конец 2019 года рассматривается вопрос о расширении территории проведения вышеописанного правового эксперимента. В частности, Рабочей группой было одобрено включение в территорию проведения правового эксперимента территории: Московской области, Владимирской области, Нижегородской области, Новгородской области, Чувашской Республики, Ленинградской области, г. Санкт-Петербурга, Самарской области и Краснодарского края. Соответствующий проект постановления готовится Правительством Российской Федерации к принятию.

Инфраструктура эксплуатации высокоавтоматизированных транспортных средств и Платформа «Автодата»

Применение автомобилей с высокой степенью автоматизации управления требует создания интеллектуальной инфраструктуры, обеспечивающей эффективность и безопасность их эксплуатации. Такая инфраструктура должна решать следующие группы задач:

- Обеспечение безопасности информационного обмена между автомобилями, а также между автомобилями и элементами дорожной инфраструктуры путем генерации и распределение сертификатов безопасности V2X,
- Обеспечение безопасного подключения автомобиля к необходимым облачным ресурсам (цифровые карты дороги, обновления встроенного программного обеспечения, удалённой диагностики и т.д.),
- Обеспечения доставки информации от систем ИТС («умной дороги») для повышения безопасности и эффективности дорожного движения,

- Контроль состояния автомобилей с высокой степенью автоматизации управления, сбор информации об их эксплуатации с целью выявления аномалий и неисправностей.

В Российской Федерации указанные задачи предполагается решать при помощи платформы «Автодата», создаваемой в рамках направления «Автонет» Национальной технологической инициативы, во исполнение пункта 1 перечня Поручений Президента Российской Федерации от 14 января 2017 г. № Пр-77 и пункта 1 поручения Правительства Российской Федерации от 25 января 2017 г. № АД-П9-340 о проработке предложений по созданию российской сервисной информационно-телематической платформы и её внедрению в серийные модели автомобильных производителей, реализующих легковые автомобили в Российской Федерации. Минпромторгом России на основании работы, проведенной совместно с НП «ГЛОНАСС», Агентством стратегических инициатив, Минэкономразвития России, Минкомсвязи России и Минтрансом России представлен в Правительство Российской Федерации доклад о целесообразности создания российской сервисной информационно-телематической платформы, которая обеспечит сбор и консолидацию данных об автомобилях, их собственниках, дорожно-транспортной инфраструктуре, навигационных данных, как формируемых на борту транспортных средств, оснащенных навигационно-связными устройствами, так и содержащихся в различных существующих государственных и корпоративных информационных системах.

Создание Платформы является федеральным инфраструктурным проектом, который позволит собрать и актуализировать уникальный объём качественной информации для управления беспилотным транспортом, обеспечить цифровизацию автотранспортной отрасли, создать прозрачный, безопасный рынок автомобилей с пробегом, значительно увеличить рынок финансовых и страховых продуктов на основе доверенной остаточной стоимости, предоставит возможность планирования транспортной

инфраструктуры, а в перспективе обеспечит переход к справедливому транспортному налогу.

Социально-экономическими эффектами от внедрения станет:

- снижение аварийности на дорогах на 30% за счет повышения культуры вождения (справедливые тарифы ОСАГО с учетом реального пробега, стиля вождения, используемых дорог, времени суток и других факторов);
- снижение нагрузки на ГИБДД, следственные органы и судебную систему,
- снижение уровня мошенничества за счет возможности реконструкции транспортных инцидентов,
- прогнозирование длительности эксплуатации и развития дорожно- транспортной инфраструктуры,
- повышение собираемости налогов за счёт легализации рынка подержанных автомобилей, в перспективе переход к справедливому транспортному налогу,
- повышение прозрачности логистических операций, формирование электронных транспортных накладных и путевых листов,
- получение исходных данных для прогнозирования чрезвычайных и опасных ситуаций на транспорте.

Конкурс «Зимний город»

Технологический конкурс Up Great «Зимний город» проводится РВК, Фондом «Сколково» и АСИ и направлен на поиск прорывных решений в сфере беспилотного транспорта. Задача конкурса – создать и продемонстрировать беспилотный автомобиль, способный передвигаться по городу в условиях русской зимы на уровне среднестатистического водителя.

В декабре 2019 г. в Подмосковье завершились финальные испытания технологического конкурса Up Great «Зимний город». Лучший результат в ходе первого в России массового заезда беспилотников в зимних условиях

показала команда из Санкт-Петербурга StarLine. Автомобиль смог преодолеть городской маршрут в 50 км за 4 часа – с учётом начисленных штрафных минут за нарушения правил дорожного движения.

На конкурс поступило более 30 заявок от команд со всей России. В финальном масс-старте беспилотников приняли участие пять команд: НГТУ (Нижний Новгород), StarLine (Санкт-Петербург), Авто-РТК (Таганрог, Курск), Зимний город МАДИ (Москва) и BaseTracK (Москва). На полигоне были имитированы условия реальной городской среды: воссозданы движения пешеходов и других автомобилей, установлены светофоры, организованы регулируемые и нерегулируемые перекрестки, железнодорожный переезд и тоннель.

В ходе проведённых соревнований команды выходили на старт дважды: первый заезд был прерван из-за затора, который возник на трассе в результате остановки на полосе одного из участников. После второй попытки дойти до конца конкурсного маршрута удалось команде StarLine. Расстояние в 50 км беспилотник преодолел за 2 часа 47 минут. Однако ещё 73 штрафные минуты были добавлены к итоговому результату за нарушения правил дорожного движения, наиболее частым из которых стал проезд на красный сигнал светофора. По условиям «Зимнего города» для преодоления технологического барьера общее время прохождения трассы не должно было превысить 3 часа.

Возвращаясь к вопросу о состоянии рынка AVs в России, отметим, что по информации на 2019 год проектами в сфере беспилотного транспорта были заняты «Яндекс», «НАМИ», «Камаз», Volgabus и некоторые другие. У одного из технологических лидеров страны, компании «Яндекс», наблюдаются значимые результаты, пилотные проекты реализуются не только на территории России, но и в США и Израиле. Испытания технологий AVs проводится в разных регионах мира для того, чтобы в частности проверить эффективность беспилотного транспорта в любых географических и дорожных условиях [14].

По информации UBS, **к 2030 году объём всего рынка автономного транспорта России составит около $9,5 млрд. в случае запуска коммерческих беспилотных грузоперевозок или $4 млрд. при их отсутствии.** В банке подчеркивают, что вопросы безопасности использования беспилотных автомобилей, не слишком детальные «дорожные карты», запаздывание законодательного регулирования и другие факторы могут повлиять на развитие рынка и отсрочить внедрение автономных транспортных средств в коммерческую эксплуатацию [19].

Характеризую текущее состояние рынка автономных автомобилей, следует отметить, что в России на конец 2019 года были зарегистрированы 9 высокотехнологичных компаний / стартапов, ведущих разработки в инновационной сфере по развитию беспилотного транспорта [92].

Далее перейдём к рассмотрению особенностей будущих потребителей на национальном рынке AVs. Потенциально российские потребители готовы рассматривать вариант приобретения автономного автомобиля. Согласно результатам опроса PwC [18], 58% респондентов из всех возрастных групп выразили готовность принять положительное решение. При этом наиболее подготовленной к рассмотрению возможности приобретения AV группой оказалось молодое поколение (20-34 года) – 67%, менее подготовленной – люди более старшего возраста, рис. 85.

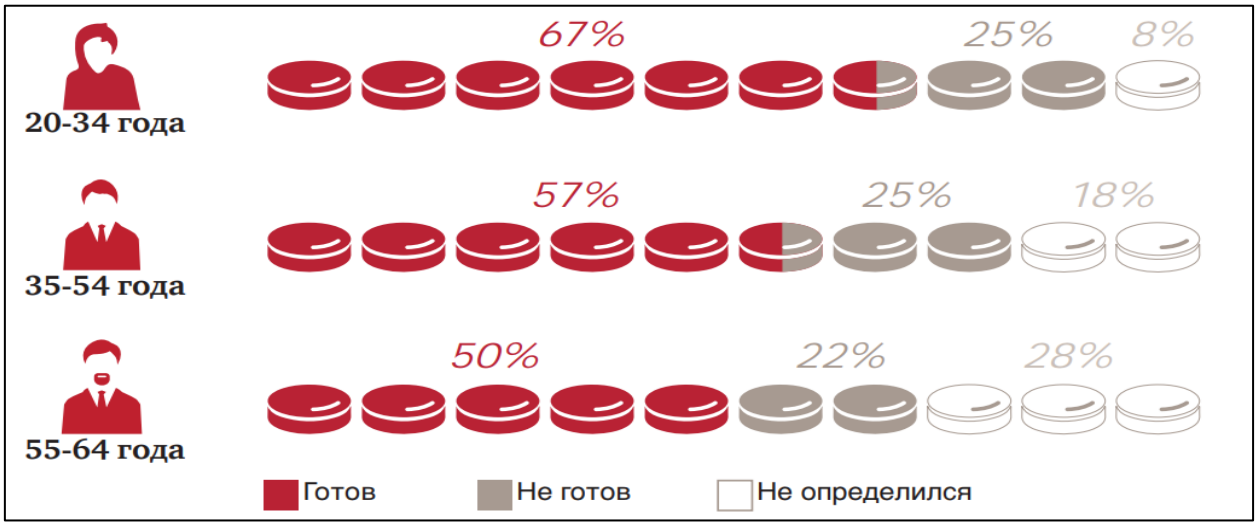


Рис. 85. % потребителей в РФ, готовых рассмотреть возможность приобретения AV (2018 г.)
Источник: PwC

Практически сопоставимое друг с другом мнение потребителей разных возрастных категорий фиксируется в вопросе безопасности использования автономных автомобилей (рис. 86).

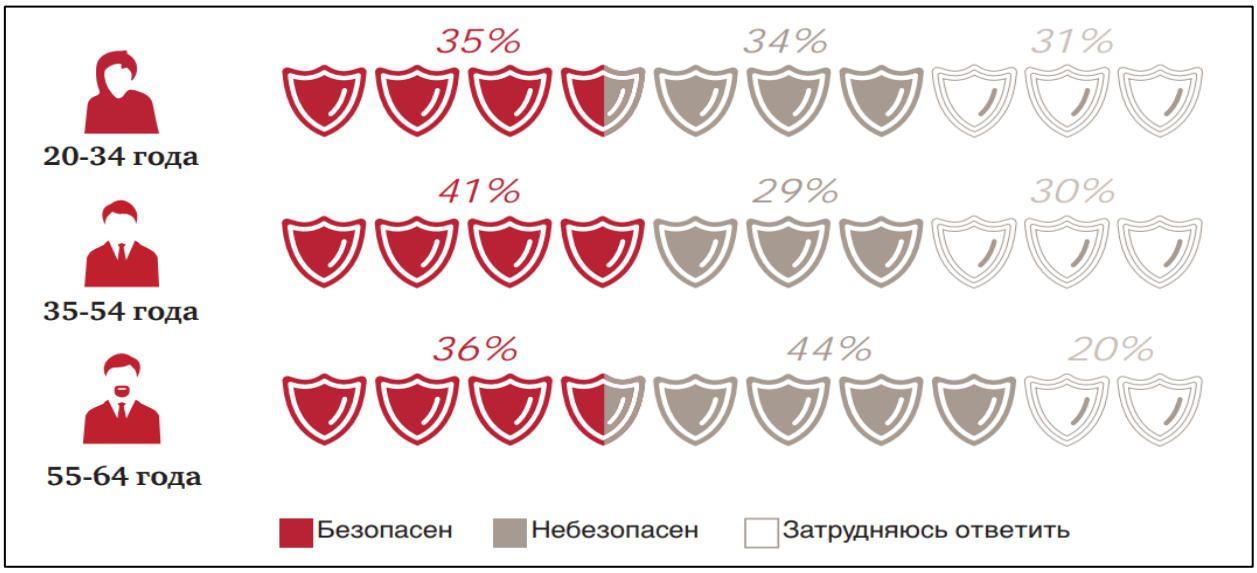


Рис. 86. Мнение потребителей в РФ о безопасности автономных автомобилей (2018 г.)
Источник: PwC

Как следует из результата опроса PwC по данному вопросу, наименьшие опасения в вопросе безопасности беспилотного автомобиля склонны выражать респонденты из наиболее платёжеспособной возрастной группы – 35-54 года (41%).

Интересными для изучения потребительского мнения относительно развития отечественного рынка AVs являются и другие вопросы, заданные в рамках опроса PwC [18]:

- поможет ли использование автономных автомобилей снизить риск ДТП? 45% опрошенных ответили на этот вопрос положительно; 32% считают, что это не поможет снизить число ДТП; 22% – воздержались от выражения мнения по этому вопросу,

- каковы ключевые опасения при использовании беспилотных автомобилей? 56% опрошенных выделяют здесь технический сбой (из каждой возрастной группы около 56-57% опрошенных опасаются подобной ситуации, несмотря на то что молодое поколение лучше приспособлено к использованию современных технологий).

Также был затронут важный социальный аспект использования автономных автомобилей. AV может облегчить доступность различных объектов для людей с ограниченными возможностями, пенсионеров и детей (это отмечают 79% всех опрошенных в рамках исследования и подтверждают эксперты) [18].

Среди дополнительных опасений, которые могут препятствовать развитию рынка беспилотного транспорта, необходимо отметить опасения респондентов, связанные с защищённостью автомобилей от хакерских атак или иных попыток несанкционированного удалённого управления автомобилем (55% опрошенных) [18].

Также, по данным на 2018 год, 71% опрошенных настораживал тот факт, что не была проработана нормативно-правовая база, регламентирующая взаимодействие участников дорожного движения, пользующихся автопилотом [18].

Однако 62% опрошенных отмечали, что использование автономных автомобилей может быть достаточно удобным и практичным, если во время движения в автомобиле можно будет заниматься личными делами (чтение, работа и др.) [18].

В России, как и в других ключевых развивающихся странах мира (например, КНР, Индия), потребители потенциально готовы платить за отдельные услуги, связанные с концепцией подключённого автомобиля.

Наибольшая доля потребителей готовых оплатить услуги, предоставляемые на основе новейших технологий в автомобильной отрасли, приходится на молодую возрастную группу (20-34 года, 57%), наименьшая доля – на группу старшего поколения (55-64 года, 46%). Графическое отображение результатов опроса по данному вопросу представлено ниже, на рис. 87.

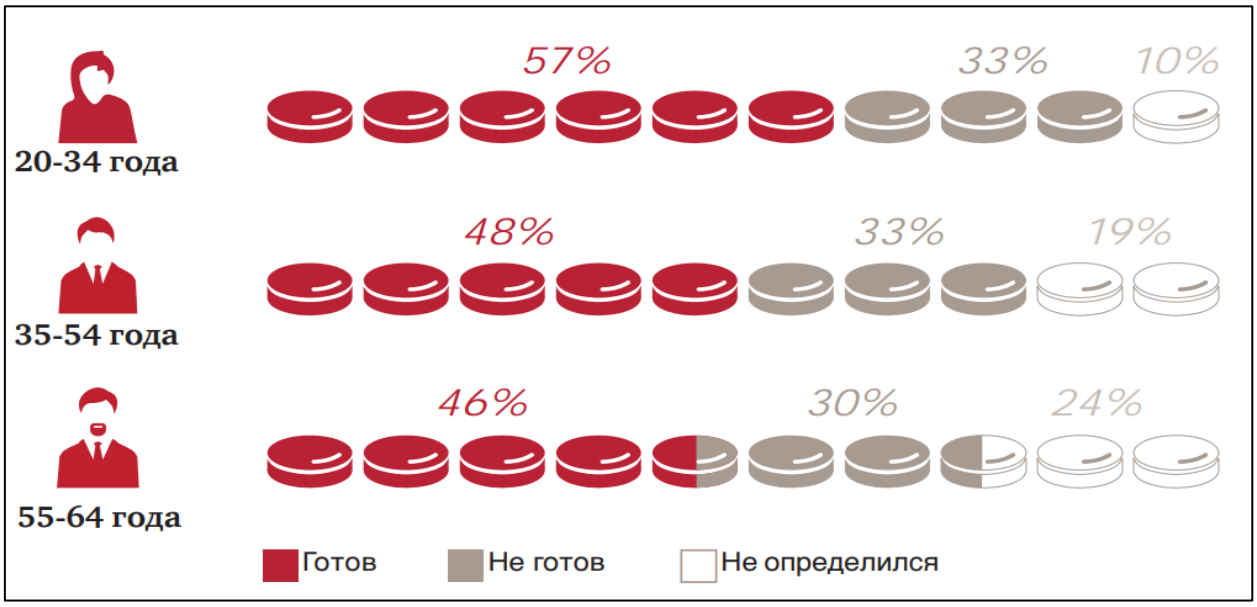


Рис. 87. % потребителей в РФ, готовых платить за технологии в автомобилях (2018 г.)
Источник: PwC

По итогам опроса больше всего респондентов готовы доплачивать за встроенное устройство отслеживания в случае утери / кражи автомобиля (83%). При этом распределение результатов сопоставимо во всех возрастных группах [18]. Другие опции, реализованные в рамках подключённого автомобиля, привлекающие внимание потребителей в России отображены на рис. 88.

Рис. 88. Наиболее востребованные опции подключённого автомобиля в России (2018 г.)
Источник: PwC

На втором месте по наиболее востребованным опциям подключённого автомобиля идёт возможность удалённого выключения автомобиля. Здесь результаты имеют небольшую отрицательную зависимость от возраста

респондентов, снижаясь от 57% в среднем по группе наиболее молодых участников опроса до 50% для респондентов в возрасте 55-64 лет [18].

На третьем месте идёт биометрический доступ к системам автомобиля, который готовы приобрести дополнительно 50% опрошенных. Результат примерно одинаков для молодого поколения и водителей среднего возраста, но несколько ниже для старшей возрастной группы [18].

Менее половины (44%) опрошенных готовы приобрести опцию проецирования информации на стекло. В данном случае наблюдается отрицательная связь с возрастом опрошенных. В группе от 20 до 34 лет положительно ответил 51% опрошенных, в группе от 35 до 54 лет – 45%, а в группе от 55 до 64 лет – 33% [18].

Приобретение возможности автоматического ограничения управления в аварийной ситуации является интересной для большого числа молодых водителей из числа опрошенных (47%). На втором месте – группа водителей в возрасте от 55 до 64 лет (доля положительных ответов составила 38%). Меньше всего готовы к подобной покупке представители средней возрастной группы (25%) [18].

37% опрошенных выразили желание приобрести дополнительно возможность в части интеграции систем автомобиля со смартфоном. 45% – не готовы к этому, что может быть связано с уязвимостью смартфонов к хакерским атакам. В возрастном разрезе здесь ожидаемо лидирует группа наиболее молодых водителей в возрасте 20-34 лет. Результаты ответов респондентов среднего и пожилого возраста сопоставимы, за исключением более высокой доли неопределившихся в группе от 55 до 64 лет [18].

Как отмечают эксперты PwC, по результатам проведённого исследования и опроса потребителей в России, тема беспилотного и подключённого транспорта потенциально является интересной. Автономные технологии вождения могут получить распространение достаточно скоро и экспансия AVs, вероятнее всего, начнётся с коммерческого использования (службы такси, грузоперевозки, общественный транспорт и др.), а затем,

возможно, технологии AVs получат широкое распространение как раз в автомобилях, которые можно рассматривать с точки зрения личного владения [18].

В завершение анализа национального рынка AVs отметим, что экспертами отмечается следующее. Если технически автономное движение можно будет реализовать в очень короткое время, **основными барьерами для развития AVs в России сегодня выступают: полноценная интеграция автономного транспорта с дорожной инфраструктурой, учитывая специфику отечественной сети дорог и сложные условия эксплуатации; наличие электронных карт (по оценкам ФГБУ «Центр геодезии и картографии» сегодня только 40% карт территории РФ переведено в электронную форму, при этом их разрешение значительно ниже тех требований, которые необходимы для развития сферы AVs); внедрение высокоскоростной технологии связи нового поколения – 5G** [37].

Далее рассмотрим подробнее текущее состояние и перспективы развития рынка электрических автомобилей в России.

Прежде всего, важно заметить, что **государственная политика в сфере электротранспорта на настоящий период времени в стране системно не определена.**

В рамках ЕАЭС принят и реализуется план стимулирования и развития электромобилей на 2018-2020 годы. В нём содержатся меры, которые предполагается распространить на производителей и покупателей электромобилей (снижение ставки ввозной пошлины, отмена уплаты транспортного налога, субсидирование процентной ставки по кредитам, льготные условия парковки и др.). Как отмечается в ЕЭК, данный план имеет важное значение, однако для интенсификации развития рынка EVs и создания серийного производства на территории Союза требуется значительно бóльшая поддержка со стороны государства [39].

В сфере электрического транспорта Россия сегодня является страной базирования для 7 высокотехнологичных компаний / инновационных компаний / стартапов [92].

Согласно информации аналитического агентства «АВТОСТАТ», в Российской Федерации по состоянию на июль 2019 года было зарегистрировано порядка 4 600 электрических автомобилей [20]. Динамика национального парка EVs с 2014 года отображена на рис. 89.

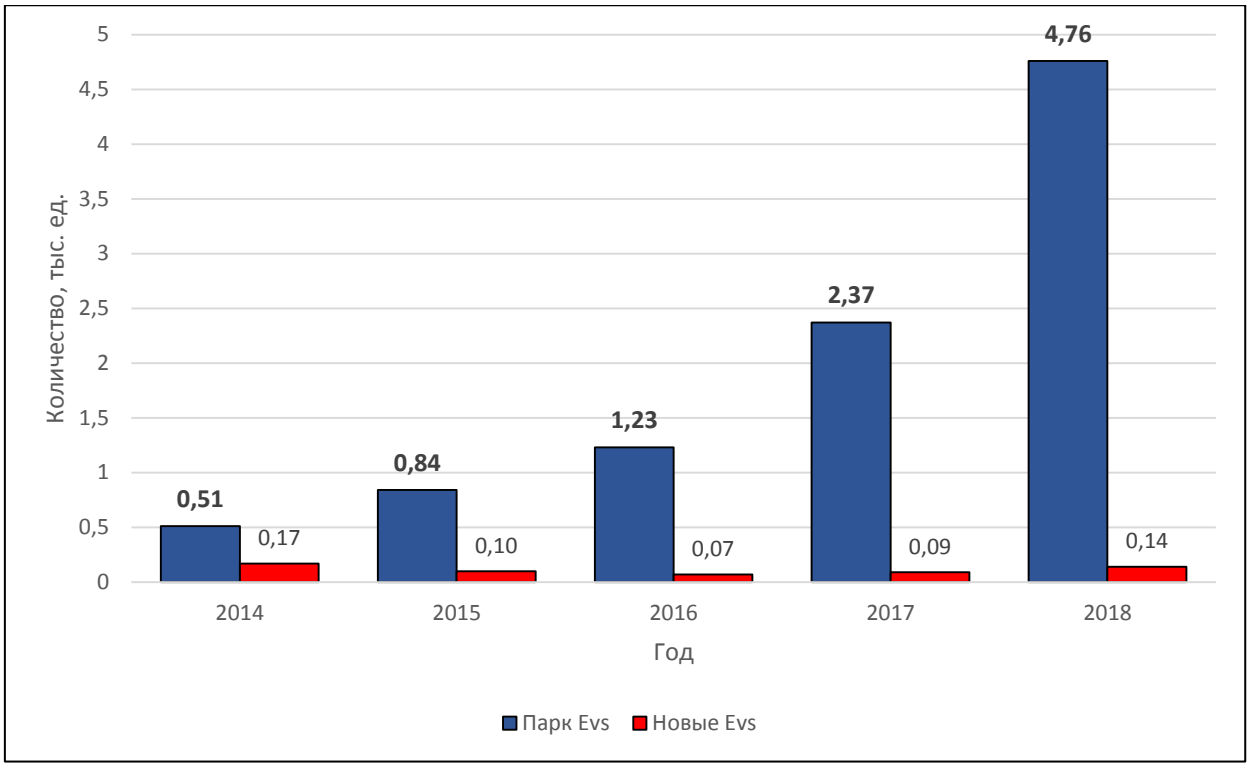


Рис. 89. Динамика парка EVs (BEV & PHEV) РФ (2014-2018 гг.), тыс. ед.
Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным Автостат

К 2018 году количество электромобилей выросло относительно уровня 2014 года в 9,3 раза. Совокупные среднегодовые темпы роста за последние пять лет составили 56%. Рыночная доля EVs находится на уровне 0,1%. Количество зарядных станций оценивается, по данным НП «ГЛОНАСС», в более чем 500 единиц на 2019 год.

Динамика продаж электромобилей за последние годы представлена на рис. 90.

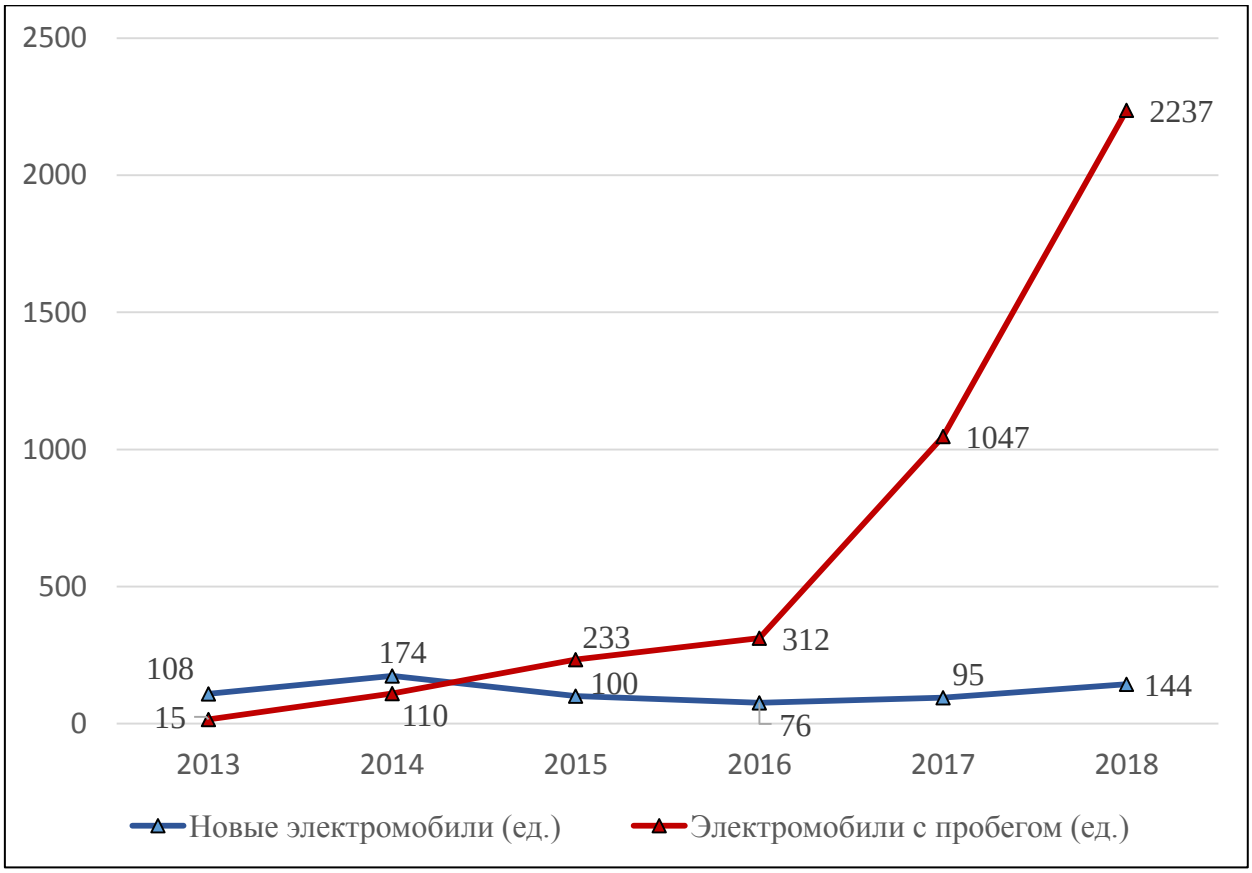


Рис. 90. Динамика продаж электромобилей в РФ (2013-2018 гг.), ед.
Источник: Autostat-Radar

Как следует из информации на графике выше, парк электрических автомобилей России за последнее время увеличился существенно, хотя, безусловно, нужно принимать во внимание эффект низкой базы и масштаб страны. К 2018 году парк EVs вырос в более чем 19 раз относительно 2013 года, совокупные среднегодовые темпы роста превысили 60%. Наиболее динамично увеличивался сегмент электромобилей с пробегом, только с 2016 года он увеличился в 7 раз (во многом благодаря ввозу электромобилей из Японии на Дальний Восток [20]). За этот же период времени сегмент новых электромобилей вырос почти в 2 раза. Среднегодовые темпы роста для двух сегментов с 2016 года составили 93% и 24% соответственно.

Объём продаж на рынке электрических автомобилей в 2018 году составил 2 381 электромобиль (144 новых и 2 237 подержанных). По итогам 9 месяцев 2019 года национальный рынок электромобилей достиг объёма в 2 646 ед. (261 новых и 2 385 подержанных) [36].

Электромобили с пробегом в основном продавались в Приморском и Хабаровском крае – 29% (рис. 91).

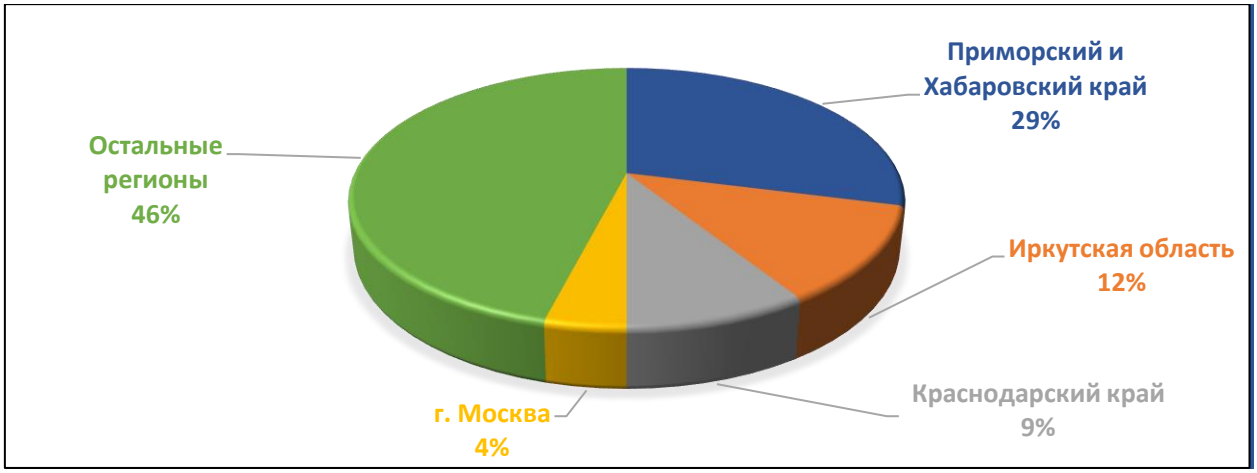


Рис. 91. География продаж электромобилей с пробегом в РФ (2018), %
Источник: Автостат, PwC

Меньшая доля приходилась на Иркутскую область (12%), Краснодарский край (9%) и г. Москву (4%).

По новым электромобилям ситуация противоположная: первое место занимает г. Москва и Московская область – в совокупности 40% (рис. 92).

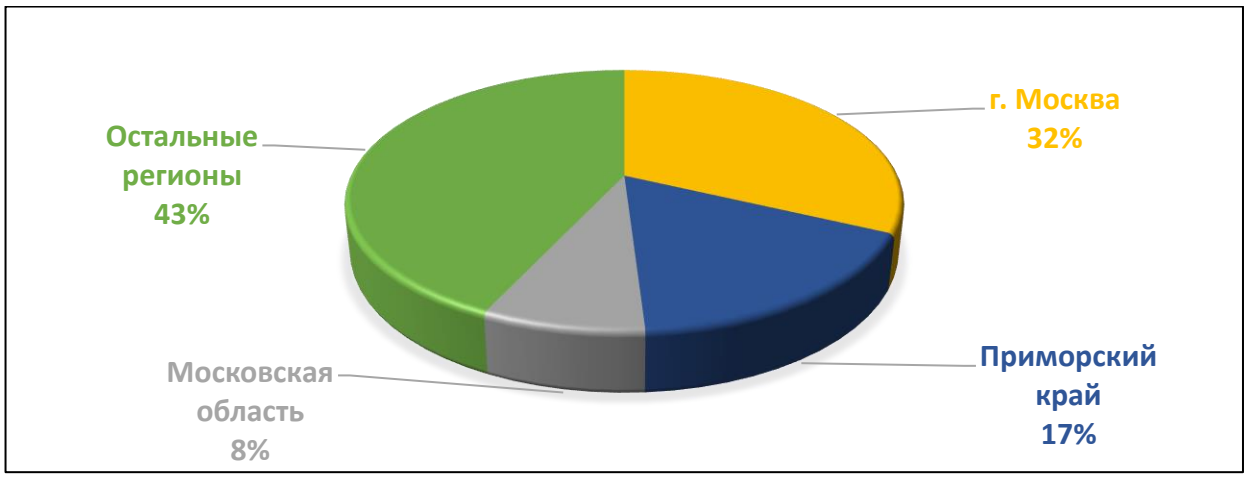


Рис. 92. География продаж новых электромобилей в РФ (2018), %
Источник: Автостат, PwC

На приморский край приходится 17% продаж новых электромобилей, на остальные регионы – 43%.

Если рассмотреть структуру национального парка электромобилей по состоянию на середину 2019 года (таблица 9), то здесь превалирует модель Nissan Leaf (3 713 единиц, 80,5%).

Табл. 9. Структура парка электромобилей в РФ (2019 г.)

Модель	Количество, ед.	Доля, %
Nissan Leaf	**3 713**	**80,5**
Tesla (Model 3, S, X)	**350**	**7,6**
Mitsubishi I-MIEV	**308**	**6,6**
LADA Ellada	**96**	**2,1**
Jaguar I-Pace	**82**	**1,8**
Renault Twizy	**37**	**0,8**
BMW i3	**27**	**0,6**

Источник: Автостат

После японского Nissan, следующие доли рынка занимают американская Tesla (350 единиц, 7,6%) и японская Mitsubishi (308 единиц, 6,6%). На российскую LADA Ellada приходится 96 электромобилей с долей рынка в 2%.

Несмотря на существенный рост количества электрических автомобилей с 2013 г., их доля в общем объёме производства легковых автомобилей России пока ещё остаётся незначительной, немногим более 0,1% по итогам 2018 года.

На период до 2025 года существуют несколько сценариев развития ситуации на национальном рынке электрических автомобилей (рис. 93).

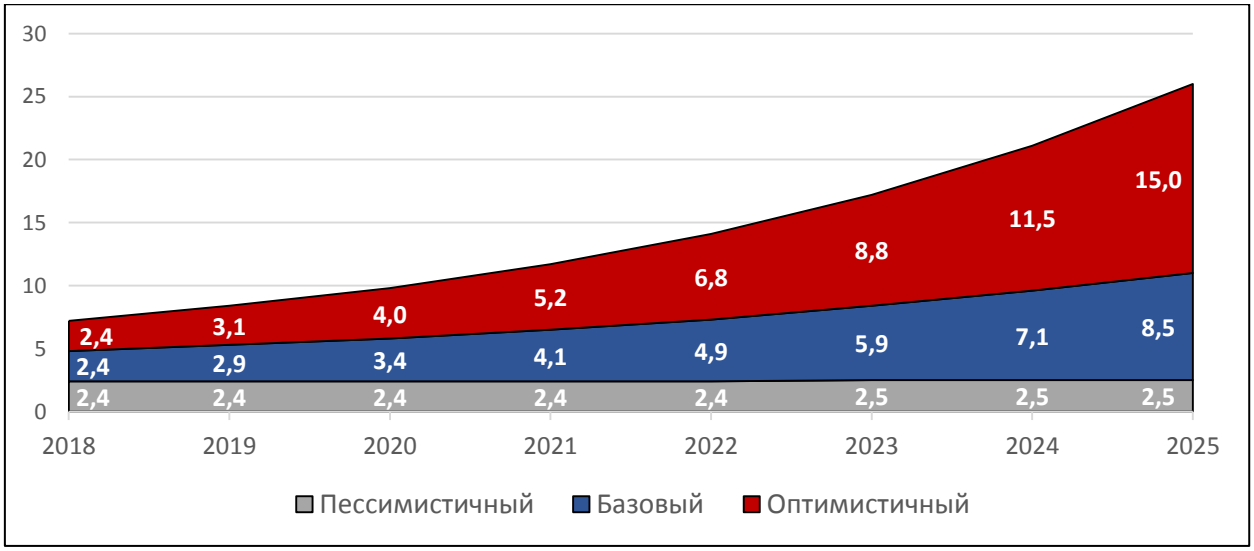


Рис. 93. Сценарии развития рынка электромобилей РФ до 2025 года, тыс. ед.
Источник: Автостат, PwC

При пессимистичном сценарии прогнозируются медленные темпы роста рынка электромобилей (CAGR составит 6%) и соответствующей инфраструктуры, а также ожидаются меры государственной поддержки лишь в ограниченном объёме. В базовом сценарии допускается практически

четырёхкратный рост рынка (CAGR – 20%), а также увеличение поддержки государства в части стимулирования продаж и развития инфраструктуры. При оптимистичном сценарии можно ожидать, что Правительство Российской Федерации будет осуществлять политику поддержки электротранспорта, исходя из лучших практик мирового опыта, и создавать стимулы для покупки электромобилей и развития инфраструктуры. В рамках данного сценария к 2025 году рынок может вырасти более чем в 6 раз относительно текущего периода времени, совокупные среднегодовые темпы роста могут составить 30%. Однако даже при этом варианте к 2025 г. доля электротранспорта на рынке легковых автомобилей не превысит 1% [23].

Как показывает проведённый компанией PwC опрос [18], для российских потребителей, при рассмотрении варианта о покупке электромобиля, могут иметь значение следующие факторы (рис. 94).

Рис. 94. Факторы, влияющие на приобретение EVs российскими потребителями (2018 г.)
Источник: PwC

Так, рассматривая вариант приобретения электрического автомобиля, российские потребители, прежде всего, обращают внимание на следующие вопросы [18]:

- наличие инфраструктуры / электрозаправочных станций (24%),
- цена – сопоставимость с бензиновыми / дизельными автомобилями (20%),
- стоимость электроэнергии (18%),
- надежность функционирования электромобиля в зимнее время (15%),

- длительность зарядки (12%).

В меньшей степени играют значение вопросы экологичности (7%) и престижности / инновационности / дизайна (3%).

Основными драйверами роста российского рынка электрических автомобилей будут являться:

- активная политика Правительства РФ, связанная с реализацией программ поддержки приобретения и использования электрического транспорта;

- развитие необходимой для эффективного функционирования электротранспорта инфраструктуры;

- перспективное снижение затрат на аккумуляторные батареи и адаптация их режимов эксплуатации для российских климатических условий.

Как показал мировой опыт развития рынка электрических автомобилей основополагающую роль в стимулировании развития сферы EVs играют различные меры государственной поддержки. В этой части Россия отстаёт от многих стран мира, однако определённые шаги по состоянию на конец 2019 года были сделаны, в их числе:

- определение электрификации транспортных средств в качестве одного из приоритетных направлений инновационного развития автомобилестроения (согласно «Стратегии развития автомобильной промышленности Российской Федерации на период до 2025 года» [4];

- утверждение плана стимулирования и развития электромобилей на 2018-2020 годы ЕАЭС [39],

- разработка комплексного плана поддержки производства и использования экологически чистого транспорта [5];

- реализация отдельных проектов и программ как со стороны частных компаний, так и государства по созданию зарядной инфраструктуры.

8.1 Обзор деятельности ключевых компаний российского рынка автономного и электрического транспорта

КАМАЗ

Основными целями компании ПАО «КАМАЗ» в направлении развития технологий автономного вождения являются следующие цели [9]:

1. Создать полноценную продуктовую линейку (семейство) автономных и интеллектуальных транспортных средств КАМАЗ.

2. К 2035 году вывести на мировой и отечественный рынки семейство автономных грузовых автомобилей КАМАЗ Driverless.

3. Создать новый для ПАО «КАМАЗ» коммерческий продукт – программное обеспечение для интеллектуальных систем и ADAS.

В начале реализации проектов в сфере AVs партнёрами КАМАЗ по разработке программного обеспечения были Cognitive Technologies и «ВИСТ Групп», однако в последствии компания расторгла соответствующие договоры.

По состоянию на конец 2019 года КАМАЗ тестировал беспилотный грузовой автомобилей (проект «Одиссей») на территории одного из заводов. Автомобиль оснащён четырьмя типами сенсоров – видеокамерами, радарами, лидарами и сонарами, а также несколькими системами связи: промышленным Wi-Fi, 4G и специальным УКВ-диапазоном на случай, если заглушены другие каналы связи, то есть экстренным каналом [21].

Ранее, в 2018 году, компанией были презентованы проекты автономных транспортных средств для пассажирских перевозок.

Один из них – это беспилотный электрический автобус «Шатл» (проект был запущен в 2016 г.). На Московском автосалоне этот прототип был представлен в усовершенствованной версии «Шатл 2.0» и получил серийный индекс КамАЗ-1221. В публичных тестах на закрытых территориях «Шатл» вместительностью 12 человек довольно успешно ездил в беспилотном режиме благодаря установленному здесь одному лидару, 4 радарам ближнего и одному радару дальнего действия, а также 12 оптическим камерам, данные с которых

обрабатываются разработанным российскими инженерами программным обеспечением. Представители КамАЗа заявляют, что их беспилотный автомобиль будет готов к серийному производству уже в 2021-2022 гг. [37].

Электротранспортные технологии

Согласно информации официального сайта компании [25], ключевыми проектами являются (1) автономные транспортные средства – создание ходовых макетов и опытных образцов автономных транспортных средств на электротяге с использованием различных типов генерации и (2) электрические тяговые двигатели – создание высокоэффективных синхронных электродвигателей без постоянных магнитов.

В рамках первого направления реализуются следующие проекты [25]:

- автономный коммерческий транспорт полной массой до 40 тонн;
- автономный коммерческий транспорт массой до 3,5 тонн;
- автономный пассажирский электротранспорт вместимостью до 20 пассажиров.

Яндекс

Компания с 2016 года работает над технологией беспилотных автомобилей, используя свои наработки в области машинного обучения, компьютерного зрения и навигации. В 2017 году «Яндекс» представила первые прототипы, оснастив обычные автомобили камерами и сенсорами, которые собирают информацию о транспортном средстве и окружающей среде, а также программным обеспечением для анализа данных. Сначала AVs компании тестировали на закрытых территориях в «Иннополисе» (Татарстан) и «Сколково» (Москва), далее компании удалось получить разрешения на испытания в США и Израиле [19].

С начала 2018-го автомобили «Яндекса» проехали 1 млн. км по дорогам США, Израиля и России. Сейчас компания эксплуатирует 65 беспилотных автомобилей на базе Toyota Prius. К концу 2019 года планируется довести их число до 100. Финансовые показатели подразделения в сфере AVs «Яндекс» не раскрывает [40].

В марте 2019 года «Яндекс» подписала с Hyundai Mobis соглашение о совместной работе над автономными автомобилями: российская сторона отвечает за машинное обучение и компьютерное зрение, а Hyundai Mobis – за создание компонентной базы [19].

В ноябре 2019 г. стало известно о планах «Яндекса» по созданию отдельной компании («Яндекс.СДК») для развития направления AVs. В рамках планируемого IPO, компания не рассматривает передачу контроля над направлением беспилотного транспорта, которое считает для себя стратегически важным [40].

По оценкам UBS, направление беспилотных автомобилей «Яндекса» к 2030 году будет оцениваться в $2,6-6,4 млрд. По прогнозу банка, компания «Яндекс» станет монополистом на рынке беспилотного транспорта России. Коммерческая эксплуатация автономного транспорта начнётся в 2022 году в Москве, а в других регионах – годом позже. По оценке банка, выручка компании от сегмента AVs в 2022 году может составить от ₽170 млн. до ₽1,4 млрд.

UBS рассматривает два основных варианта развития бизнеса «Яндекса» в сфере автономного транспорта [19]:

1. Если компания не станет заниматься беспилотными грузоперевозками, а сосредоточится только на пассажирских перевозках (например, такси и каршеринг), оценка этого бизнеса к 2030 году в среднем будет составлять $2,6 млрд., однако может варьироваться от $1,5 млрд до $3,1 млрд в зависимости от реализации негативного или позитивного сценария. Акции всего «Яндекса» в таком случае подорожают на 5–10% относительно текущей справедливой цены, которая, по мнению UBS, составляет $54,3 за одну бумагу. Аналитики в рамках данного сценария также приводят источники формирования выручки этого направления:

- использование беспилотных автомобилей в такси и каршеринге (80% от оборота),

- монетизация времени пассажира в поездке за счет рекламной модели или подписки на медиаконтент, например, «Кинопоиск» (10%),
- продажа лицензий на технологию беспилотного вождения различным автопроизводителям (10%).

2. Беспилотное направление будет стоить дороже, если «Яндекс» выйдет со своей технологией на рынок коммерческих грузоперевозок. В таком случае стоимость бизнеса составит $6,4 млрд. Негативный и позитивный прогнозы UBS варьируются от $3,8 млрд до $7,7 млрд. Акции всего «Яндекса» могут вырасти на 13-26% относительно текущей справедливой цены. При реализации этого сценария использование беспилотного транспорта в такси и каршеринге принесёт 32% от оборота; автономные грузоперевозки – 60%; монетизация времени пассажира в поездке – 4%; продажа лицензий – 4%.

По оценке UBS, бизнес «Яндекса» в сфере AVs к 2030 году будет в 12-29 раз меньше (зависит от выхода на рынок грузоперевозок), чем у американской компании Waymo.

8.2 Сравнительный анализ рынка автономных и электрических автомобилей РФ и зарубежных стран, рекомендации по его развитию

Если рассматривать российский рынок автономных и электрических автомобилей в сопоставлении с рынками зарубежных стран (таблица 10), то следует отметить следующее:

1. Текущее состояние формирующегося рынка автономных автомобилей России относительно оценок AVRI и прогнозного значения объёма (в долгосрочной перспективе) уступает наиболее развитым и динамично развивающимся регионам / странам мира. Сопоставимые позиции с некоторыми развитыми странами наблюдаются по показателю количества высокотехнологичных / инновационных компаний, включая стартапы в сфере AVs.

В рейтинге международного индекса готовности стран к использованию автономного транспорта KPMG Россия занимает одно из последних мест, опережая только Мексику, Индию и Бразилию. По трём ключевым составляющим индекса («технологии и инновации», «инфраструктура», «принятие потребителями») наша страна находится на предпоследнем месте, несколько лучше дела обстоят в категории «политика и законодательство». Следует полагать, что последнее является результатом активной работы Рабочей группы по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях реализации плана мероприятий («дорожной карты») Национальной технологической инициативы «Автонет» в частности в вопросе, связанном с проведением эксперимента по опытной эксплуатации на автомобильных дорогах общего пользования высокоавтоматизированных транспортных средств.

Объём российского рынка автономных автомобилей к 2030 году прогнозируется UBS на уровне $9,5 млрд. в случае запуска коммерческих беспилотных грузовиков и $4 млрд – при их отсутствии. **Показатель объёма национального рынка России в долгосрочной перспективе будет в несколько раз отставать от значений по миру и отдельным регионам.**

2. Текущее состояние рынка электрических автомобилей в России в сравнении с другими странами мира также является отстающим. По ключевым показателям (парк EVs, продажа новых электромобилей, их рыночная доля, количество зарядных станций, количество инновационных компаний) наша страна незначительно превосходит лишь Бразилию и ЮАР. Отставание от ведущих рынков мира (КНР, США, Япония, Норвегия) представляется непреодолимым в ближайшие годы.

На настоящий период времени продажи электромобилей в России существенно ниже, чем в развитых странах мира. Однако при этом среди отечественных потребителей отмечается интерес к электрическим транспортным средствам в соответствии с мировыми тенденциями.

Россия сохраняет конкурентные позиции относительно некоторых развитых стран (Норвегия, Финляндия, Сингапур, Южная Корея) по количеству высокотехнологичных / инновационных компаний в том числе стартапов, работающих в сфере EVs.

Табл. 10. Сравнительный анализ рынков AVs и EVs в России и мире

	РФ	Европа							С. Америка		АТР						Другие	
Страна мира																		
Место в мире по AVRI	**22**	**7**	**8**	**1**	**3**	**6**	**17**	**5**	**12**	**4**	**15**	**24**	**20**	**2**	**13**	**10**	**25**	**-**
• Политика и законодательство	22	2	6	5	7	4	14	10	8	9	12	23	20	1	16	15	25	-
• Технологии и инновации	24	9	4	10	2	8	12	6	11	3	17	22	19	15	7	5	25	-
• Развитие инфраструктуры	24	12	13	1	7	11	15	6	16	8	9	23	18	2	4	3	25	-
• Принятие потребителями	24	10	13	2	3	5	15	4	11	6	12	25	14	1	19	18	22	-
Кол-во тех. компаний в сфере AVs	**9**	**88**	**39**	**7**	**2**	**4**	**20**	**12**	**36**	**425**	**10**	**37**	**40**	**6**	**10**	**18**	**8**	**0**
Объём рынка AVs, $ млрд.	**9,5***	**191,6****							**52,3*****		**44,69******						**н/д**	
Место в мире по парку EVs	**17**	**5**	**6**	**10**	**4**	**13**	**7**	**10**	**9**	**2**	**15**	**16**	**1**	**21**	**11**	**3**	**19**	**20**
• Размер парка EVs, млн. ед.	0,004	0,184	0,177	0,148	0,249	0,012	0,165	0,078	0,090	1,123	0,011	0,010	2,306	0,001	0,060	0,255	0,001	0,001
• Продажа новых EVs, тыс. ед.	0,144	50,4	67,5	29,2	72,7	5,71	46,7	29,0	44,2	361	3,61	3,30	1078	н/д	33,7	49,8	0,430	0,150
• Доля EVs на рынке	0,1%	2,1%	2,0%	6,6%	46%	4,7%	2,2%	7,9%	2,3%	2,5%	0,4%	0,1%	4,5%	0,2%	2,2%	1,1%	0,02%	0,04%
• Зарядные станции, тыс. ед.	0,500	17,4	25,7	36,7	12,4	0,931	24,1	7,0	7,9	54,5	0,727	0,352	275	н/д	9,3	30,0	0,459	0,239
Кол-во тех. компаний в сфере EVs	**7**	**65**	**51**	**20**	**1**	**9**	**32**	**25**	**50**	**277**	**13**	**35**	**52**	**9**	**3**	**16**	**3**	**1**

* по данным UBS к 2030 г. в случае запуска коммерческих беспилотных грузовиков ($4 млрд – при их отсутствии)
** по данным Market Expert24 к 2030 году
*** по данным Research and Markets к 2030 году
**** по данным MarketWatch к 2024 году

Источник: составлено НП «ГЛОНАСС»
по данным KPMG, IEA, Crunchbase, Автостат, маркетинговых и консалтинговых компаний и СМИ

Рекомендации по развитию рынка автономного и электрического транспорта РФ

По результатам рассмотрения текущего состояния национального рынка автономного и электрического транспорта могут быть предложены следующие рекомендации по его дальнейшему развитию:

1. Совершенствование нормативно-правовой базы, регулирующей использование беспилотных автомобилей, автомобилей высокой степени автоматизации и электромобилей. Как показало изучение международного опыта, на данных рынках сегодня велика роль государства в выстраивании правил игры, определении и оказании мер поддержки, создании стратегии / формировании спроса на высокотехнологические решения, связанные с транспортом будущего.

2. Повышение инвестиционной активности со стороны государства и бизнеса в производство отечественных моделей AVs и EVs, заводов по производству батарей / аккумуляторов, а также созданию соответствующей зарядной инфраструктуры.

3. Снижение или снятие каких-либо ограничений (пошлин) на ввоз электрического транспорта.

4. Стимулирование инновационной деятельности на базе технологических конкурсов, создание широкого пула проектов в сферах AVs и EVs в том числе в ходе реализации НТИ «Автонет».

В качестве перспективных ниш могут быть рассмотрены:

- **Системы автономного вождения,**
- **Автономные и электрические автомобили,**
- **Аккумуляторные батареи**
- **Картографические сервисы,**
- **Зарядная инфраструктура**
- **Камеры,**
- **Радары,**
- **Лидары,**

- **Шеринговые платформы**
- **Другие (решения в сфере машинного обучения, искусственного интеллекта, V2X и пр.).**

Список использованных источников

Нормативно-правовые акты

1. Постановление Правительства РФ от 18.04.2016 № 317 (ред. от 20.04.2019) «О реализации Национальной технологической инициативы» // КонсультантПлюс.

2. Постановление Правительства РФ от 26.11.2018 № 1415 «О проведении эксперимента по опытной эксплуатации на автомобильных дорогах общего пользования высокоавтоматизированных транспортных средств» // КонсультантПлюс.

3. Распоряжение Правительства РФ от 28.07.2017 № 1632-р Программа «Цифровая экономика Российской Федерации» // КонсультантПлюс.

4. Распоряжение Правительства РФ от 28.04.2018 №831-р (ред. от 22.02.2019) «Об утверждении Стратегии развития автомобильной промышленности Российской Федерации на период до 2025 года» // КонсультантПлюс.

5. О комплексном плане поддержки производства и использования экологически чистого транспорта (22.10.2014) // Правительство Российской Федерации.

6. План мероприятий («дорожная карта») Национальной технологической инициативы «Автонет» (приложение № 2 к протоколу заседания президиума Совета при Президенте РФ по модернизации экономики и инновационному развитию России от 24.04.2018 № 1) // КонсультантПлюс.

Печатные издания

7. Тиматков В.В. Электротранспорт как часть электрического мира. Факты и прогнозы / под ред. В.В. Бушуева. – М.: ИД «Энергия», 2015. – 48 с.

8. Цзэн М. Alibaba и умный бизнес будущего: Как оцифровка бизнес-процессов изменила взгляд на стратегию / Цзэн Мин; Перевод с английского. – М.: Альпина Паблишер, 2019. – 320 с.

Ссылки на интернет-источники

9. Автономные грузовые автомобили «Автономные колонны» / ПАО «КАМАЗ», 2018. URL: https://www.huawei.com/mediafiles/MediaFiles/D/D/3/%7BDD31C8C6-637E-4298-B6B0-40DA89DB9223%7DGSMA%20M360%20-%20Russia%20-%20Day-2%20-%2003.%D0%9A%D0%90%D0%9C%D0%90%D0%97%20(%D0%90%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BD%D0%BE%D0%BC%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D0%BA%D0%BE%D0%BB%D0%BE%D0%BD%D0%BD%D1%8B)_Full.pdf

10. Акселераторы. Обзор международного опыта / Агентство инноваций города Москвы, 2019. URL: https://innoagency.ru/files/%D0%90%D0%BA%D1%81%D0%B5%D0%BB%D0%B5%D1%80%D0%B0%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%8B_%D0%BC%D0%B5%D0%B6%D0%B4%D1%83%D0%BD%D0%B0%D1%80%D0%BE%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B9%20%D0%BE%D0%BF%D1%8B%D1%82_14.06.2019.pdf

11. Беспилотные автомобили: объяснение 6 уровней автономности / Vc.ru, 2018. URL: https://vc.ru/transport/48947-bespilotnye-avtomobili-obyasnenie-6-urovney-avtonomnosti

12. Беспилотные шаттлы NAVYA выиграли 2 первых места на Dubai Self-Driving Challenge / Беспилот, 2019. URL: https://bespilot.com/news/441-navya-dubai

13. Беспилотные электробусы Volvo будут сами ездить на зарядку, в мойку и в автосервис / Беспилот, 2019. URL: https://bespilot.com/news/531-volvo-electro

14. Беспилотный автомобиль Яндекса выйдет на дороги Тель-Авива / Яндекс, 2018. URL: https://yandex.ru/company/press_releases/2018/2018-12-25

15. Беспилотный электрический шаттл от Bosch / MDA-Tech, 2019. URL: https://mda-tech.ru/bosch-ces-bespilotnyiy-elektricheskiy-shattl/

16. В Пекине создается полигон для испытания беспилотных автомобилей / ИА REGNUM, 2018. URL: https://regnum.ru/news/2530810.html

17. Дорога в будущее: понять автомобилиста завтрашнего дня / PwC, 2017. URL: https://www.pwc.ru/ru/automotive/assets/pwc-autotech-rus-eversion.pdf

18. Завтрашний день автомобильной отрасли / PwC, 2018. URL: https://www.pwc.ru/ru/publications/autotech-russian.pdf

19. Как «Яндекс» захватит российский рынок беспилотного транспорта / РБК Pro, 2018. URL: https://pro.rbc.ru/news/5d60095b9a794734c97c22c0

20. Какие электромобили присутствуют в России? / АВТОСТАТ, 2019. URL: https://www.autostat.ru/infographics/41792/

21. КамАЗ начал тестирование беспилотного грузовика «Одиссей» на территории завода / ИА ТАСС, 2019. URL: https://tass.ru/ekonomika/7250427

22. Классификация автомобилей с электрическим приводом / HEvCars, 2017. URL: https://hevcars.com.ua/reviews/vidy-avtomobiley-s-elektricheskim-privodom/

23. Обзор автомобильного рынка России в 1 полугодии 2019 г. и перспективы развития / PwC, 2019. URL: https://www.pwc.ru/ru/materials/pwc-auto-press-briefing-2019.pdf

24. Официальный сайт аналитического агентства «Автостат» / ООО «Автомобильная статистика», 2019. URL: https://www.autostat.ru/

25. Официальный сайт ООО «Электротранспортные Технологии» / ООО «Электротранспортные технологии», 2019. URL: http://www.ev-tech.me/

26. Официальный сайт Alibaba Group / Alibaba Group, 2019. URL: https://www.alibabagroup.com/en/global/home

27. Официальный сайт Cowboy / Cowboy, 2019. URL: https://cowboy.com/

28. Официальный сайт Mcity / University of Michigan, 2019. URL: https://mcity.umich.edu/

29. Официальный сайт Millbrook / Millbrook, 2019. URL: https://www.millbrook.co.uk/

30. Официальный сайт NAVYA / NAVYA, 2019. URL: https://www.navya-corp.com/index.php/en/

31. Официальный сайт Nuro / Nuro, 2019. URL: https://nuro.ai/

32. Первое испытание электрического грузового автомобиля Vera: Volvo Trucks представляет беспилотный транспорт для перевозки грузов между логистическим центром и портом / Volvo Group, 2019. URL: https://www.volvogroup.ru/ru-ru/news/2019/jun/pressrelease-190613.html

33. Переизобретая автомобиль: когда на дорогах ждать машин без руля / РБК. Технологии и медиа, 2015. URL: https://www.rbc.ru/technology_and_media/23/11/2015/564f9af19a79470ac7003e75

34. Разработчик беспилотников для доставки еды Nuro привлёк $940 млн. от SoftBank / VC.ru, 2019. URL: https://vc.ru/finance/58214-razrabotchik-bespilotnikov-dlya-dostavki-edy-nuro-privlek-940-mln-ot-softbank

35. Россия в цифрах. Краткий статистический сборник / Росстат, 2019. URL: https://gks.ru/storage/mediabank/rus19.pdf

36. Рынок электромобилей в России за 9 месяцев 2019 года / АВТОСТАТ, 2019. URL: https://www.autostat.ru/infographics/41715/

37. Сам и поехал, технологии / Коммерсантъ, 2018. URL: https://www.kommersant.ru/doc/3834948

38. Стартап Nuro представил беспилотный фургон-доставщик / Хайтек, 2018. URL: https://hightech.fm/2018/01/31/nuro

39. Электротранспорт становится локомотивом инноваций / ЕЭК, 2019. URL: http://www.eurasiancommission.org/ru/nae/news/Pages/28-02-2019-2.aspx

40. Яндекс.Такси создаст отдельную компанию для развития беспилотников / Forbes, 2019. URL:

https://www.forbes.ru/newsroom/biznes/386507-yandekstaksi-sozdast-otdelnuyu-kompaniyu-dlya-razvitiya-bespilotnikov

41. 4 U.S. Electric Vehicle Trends to Watch in 2019 / Forbes, 2019. URL: https://www.forbes.com/sites/energyinnovation/2019/01/02/4-u-s-electric-vehicle-trends-to-watch-in-2019/#53c387f85a3c

42. 5 Trends Emerge in the Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies, 2018 / Gartner, 2018. URL: https://www.gartner.com/smarterwithgartner/5-trends-emerge-in-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2018/

43. 5 Trends Emerge in the Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies, 2019 / Gartner, 2019. URL: https://www.gartner.com/smarterwithgartner/5-trends-appear-on-the-gartner-hype-cycle-for-emerging-technologies-2019/

44. 8 European Countries & Their EV Policies / CleanTechnica, 2018. URL: https://cleantechnica.com/2018/11/04/8-european-countries-their-ev-policies/

45. 9 Startups in India Working on Self Driving Technology / Analytics India Magazine, 2017. URL: https://analyticsindiamag.com/9-startups-india-working-self-driving-technology/

46. 40+ Corporations Working on Autonomous Vehicles / CB Insights, 2019. URL: https://www.cbinsights.com/research/autonomous-driverless-vehicles-corporations-list/

47. 60+ Startups Driving Innovation in Electric Vehicles / CB Insights, 2018. URL: https://app.cbinsights.com/research/electric-vehicles-startups-market-map/

48. 2019 Autonomous Vehicles Readiness Index / KPMG, 2019. URL: https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/xx/pdf/2019/02/2019-autonomous-vehicles-readiness-index.pdf

49. 2019 Deloitte Global Automotive Consumer Study. Advanced Vehicle Technologies and Multimodal Transportation / Deloitte, 2019. URL:

https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/us/Documents/manufacturing/us-global-automotive-consumer-study-2019.pdf

50. 2019 Deloitte Global Automotive Consumer Study. Autonomous, Connected Vehicles and Multi-modal Mobility / Deloitte, 2019. URL: https://www2.deloitte.com/content/dam/Deloitte/de/Documents/consumer-industrial-products/2019_Deloitte_Global-Automotive-Consumer-Study_Germany.pdf

51. A Collaboration to Test Autonomous Vehicles in Amsterdam / AMS Institute, 2019. URL: https://www.ams-institute.org/news/collaboration-test-autonomous-vehicles-amsterdam/

52. A Long-term Vision for the European Automotive Industry / McKinsey & Company, 2019. URL: https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/a-long-term-vision-for-the-european-automotive-industry

53. A National Strategy for Electric Vehicles / Australian Government, 2019. URL: https://www.environment.gov.au/climate-change/publications/national-strategy-electric-vehicles

54. Act on Transport Services to Cover The Entire Transport System / Finnish Government, 2018. URL: https://valtioneuvosto.fi/en/article/-/asset_publisher/koko-liikennejarjestelma-mukaan-liikennepalvelulakiin

55. Alibaba разрабатывает беспилотные автомобили / Ведомости, 2018. URL: https://www.vedomosti.ru/technology/articles/2018/04/18/767042-alibaba-razrabativaet-bespilotnie

56. Alibaba-Backed EV Startup Xpeng Says Raises $400 Million for Growth / Reuters, 2019. URL: https://www.reuters.com/article/us-xpeng-fundraising/alibaba-backed-ev-startup-xpeng-says-raises-400-million-for-growth-idUSKBN1XM23S

57. Alibaba-Backed Startup AutoX Applies for Driverless Test Permit in California / Automotive News, 2019. URL: https://www.autonews.com/china/alibaba-backed-startup-autox-applies-driverless-test-permit-california

58. Amazon's Multibillion-Dollar Bet on Electric Delivery Vans Is Game Changer for Startup Rivian / Forbes, 2019. URL: https://www.forbes.com/sites/alanohnsman/2019/09/19/amazons-multibillion-dollar-bet-on-electric-delivery-vans-is-game-changer-for-startup-rivian/#59f70cd3d013

59. Asia-Pacific Self-Driving Car Market 2019 – Growth Opportunities, Trends, Highlights, and Precise Outlook 2024 / MarketWatch, 2019. URL: https://www.marketwatch.com/press-release/asia-pacific-self-driving-car-market-2019---growth-opportunities-trends-highlights-and-precise-outlook-2024-2019-12-05

60. Asia's Rise as a Global Autonomous Vehicle Hotbed / Lux Research. URL: https://www.luxresearchinc.com/blog/asias-rise-as-a-global-autonomous-vehicle-hotbed

61. Australia Is Ramping Up Autonomous Vehicles But We Are on Track to Make the Same Mistakes We Made with Cars / Business Insider, Australia, 2019. URL: https://www.businessinsider.com.au/australia-is-ramping-up-autonomous-vehicles-but-we-are-on-track-to-make-the-same-mistakes-we-made-with-cars-2019-5

62. Austroads Trials / Austroads, 2019. URL: https://austroads.com.au/drivers-and-vehicles/future-vehicles-and-technology/trials

63. Automated and Electric Vehicles Act 2018 / The National Archives, 2018. URL: http://www.legislation.gov.uk/ukpga/2018/18/contents/enacted

64. Autonomous and ADAS Test Cars Produce over 11 TB of Data per Day / Tuxera, 2018. URL: https://www.tuxera.com/blog/autonomous-and-adas-test-cars-produce-over-11-tb-of-data-per-day/

65. Autonomous Cars Get a Lesson in Ethics / HERE 360, 2018. URL: https://360.here.com/autonomous-cars-get-a-lesson-in-ethics

66. Autonomous Driving & The Next Generation of Transport in China / The Swedish Trade & Invest Council, 2016. URL: https://www.business-

sweden.se/contentassets/dfd94f9060af4d499f98de5237bae251/autonomous-driving-industry-insight-161213.pdf

67. Autonomous Driving is More Than Self-Driving Vehicles and May Succeed in Cooperation Only / Asquared Blog, 2019. URL: https://asquared.company/en/blog/autonomous-driving-is-more-than-self-driving-vehicles-and-may-succeed-in-cooperation-only-904/

68. Autonomous Vehicle Ecosystem Analysis & Opportunities / DRAUP, 2019. URL: https://s3-us-east-2.amazonaws.com/wp-prelogin/wp-content/uploads/2019/06/11052607/Autonomous-Vehicle-Ecosystem-Analysis-Opportunities.pdf

69. Autonomous Vehicle Implementation Predictions. Implications for Transport Planning / Victoria Transport Policy Institute, 2019. URL: https://www.vtpi.org/avip.pdf

70. Autonomous Vehicle Market by Level of Automation (Level 3, Level 4, and Level 5) and Component (Hardware, Software, and Service) and Application (Civil, Robo Taxi, Self-driving Bus, Ride Share, Self-driving Truck, and Ride Hail) – Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2019-2026 / Allied Market Research, 2018. URL: https://www.alliedmarketresearch.com/autonomous-vehicle-market

71. Autonomous Vehicle Technology Eco-System / AutoSens, 2018. URL: https://auto-sens.com/wp-content/uploads/2018/08/VSI-AutonomousVehicleTech-EcoSystem-Sept-2018.pdf

72. Autonomous Vehicles / Center for Sustainable Systems, University of Michigan, 2019. URL: http://css.umich.edu/sites/default/files/Autonomous%20Vehicles_CSS16-18_e2019.pdf

73. Autonomous Vehicles and Future of Work in Canada / The Information and Communications Technology Council, 2017. URL: https://www.ictc-ctic.ca/wp-content/uploads/2018/01/ICTC_-Autonomous-Vehicles-and-The-Future-of-Work-in-Canada-1-1.pdf

74. Autonomous Vehicles: Expect Up To 50 Driverless Buses on Oslo Streets by 2021 / ZDNet, 2018. URL: https://www.zdnet.com/article/autonomous-vehicles-expect-up-to-50-driverless-buses-on-oslo-streets-by-2021/

75. Autonomous Vehicles Fall into the Trough of Disillusionment… But that's Good / Forbes, 2018. URL: https://www.forbes.com/sites/enroute/2018/08/14/autonomous-vehicles-fall-into-the-trough-of-disillusionment-but-thats-good/#6a1cab1d7b5a

76. Autonomous Vehicles – Global Market Outlook (2017-2026) / Research and Markets, 2019. URL: https://www.researchandmarkets.com/reports/4774588/autonomous-vehicles-global-market-outlook-2017?utm_source=BW&utm_medium=PressRelease&utm_code=xzltxn&utm_campaign=1277837+-+Global+Autonomous+Vehicles+Market+Outlook+to+2026+-+Market+is+Expected+to+Reach+%24615.02+Billion+by+2026%2c+Growing+at+a+CAGR+of+41.5%25&utm_exec=chdo54prd

77. Autonomy Is Driving a Surge of Auto Tech Investment / CB Insights, 2018. URL: https://www.cbinsights.com/research/auto-tech-startup-investment-trends/

78. Battery Electric Vehicles Market Size 2019 to 2025 Global Trends, Statistics, Size, Share, Regional Analysis / MarketWatch, 2019. URL: https://www.marketwatch.com/press-release/battery-electric-vehicles-market-size-2019-to-2025-global-trends-statistics-size-share-regional-analysis-2019-10-23

79. BCG Review / The Boston Consulting Group, 2017. URL: http://image-src.bcg.com/Images/BCG_Review_November-2017_tcm27-178366.pdf

80. BesPilot.com / Беспилотные автомобили и технологии, 2019. URL: https://bespilot.com/

81. Bosch и Daimler в тестовом режиме запускают в Сан-Хосе новую услугу, объединив на базе беспилотных автомобилей сервисы такси, каршеринга и поиска перевозчиков / Bosch, 2019. URL: https://www.bosch.ru/news-and-stories/bosch-press-release-daimler-san-jose/

82. Bosch продемонстрирует автономное вождение будущего / Bosch, 2019. URL: https://www.bosch.ru/news-and-stories/shuttle/

83. Brazil Approves Tax Breaks for Ford, Fiat, Other Automakers / Reuters, 2018. URL: https://uk.reuters.com/article/uk-brazil-autos/brazil-approves-tax-breaks-for-ford-fiat-other-automakers-idUKKCN1ND32L

84. Brazil Launches Local Roadmap for EVs with German Government / HIS Markit, 2019. URL: https://ihsmarkit.com/research-analysis/brazil-launches-local-roadmap-for-evs-with-german-government.html

85. Cabinet Paves Way for Self-driving Vehicles on Japan's Roads Next Year with New Rules / The Japan Times, 2019. URL: https://www.japantimes.co.jp/news/2019/09/20/national/japans-cabinet-autonomous-driving/#.XfSxH1UzZaQ

86. CATARC Yancheng Proving Ground Project has been officially launched / China Automotive Technology and Research Center Co., Ltd. URL: http://www.catarc.ac.cn/ac_en/content/20120109/6214.html

87. Centre of Excellence for Testing & Research of AVs – NTU (CETRAN) / Energy Research Institute, 2019. URL: http://erian.ntu.edu.sg/Programmes/IRP/FMSs/Pages/Centre-of-Excellence-for-Testing-Research-of-AVs-NTU-CETRAN.aspx

88. China's Plan: Beat America (And Everyone Else) / Environment & Energy Publishing, 2019. URL: https://www.eenews.net/stories/1061481329

89. China's Plans for the Electrified, Autonomous and Shared Future of the Car / The Economist, 2019. URL: https://www.economist.com/briefing/2019/04/04/chinas-plans-for-the-electrified-autonomous-and-shared-future-of-the-car

90. Connected and Autonomous Vehicles. 2019 Report / Winning the Global Race to Market / The Society of Motor Manufacturers and Traders Limited, 2019. URL: https://www.smmt.co.uk/wp-content/uploads/sites/2/SMMT-CONNECTED-REPORT-2019.pdf

91. Continental Test Centre Yancheng on CATARC Proving Ground Officially Opened / Continental, 2016. URL: https://www.continental-tyres.co.uk/car/about-us/media-services/vision-zero/vision-zero-newsroom/latest-news/2016-07-11-test-centre-yancheng-officially-opened

92. Crunchbase Insights & Analysis / Crunchbase, 2019. URL: https://www.crunchbase.com

93. Decoding the Autonomous Driving Landscape / Medium, 2019. URL: https://medium.com/@firstmilevc/avlandscape-8a21491f1f54

94. Defining the Future of Mobility: Intelligent and Connected Vehicles (ICVs) in China and Germany / Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit, 2018. URL: http://www.sustainabletransport.org/wp-content/uploads/2018/09/Defining-the-Future-of-Mobility-ICVs-in-China-and-Germany-1-1.pdf

95. Disrupting the Car / CB Insights, 2018. URL: https://www.cbinsights.com/reports/CB-Insights_Disrupting-Car-Briefing.pdf

96. Drive Me, the World's Most Ambitious and Advanced Public Autonomous Driving Experiment, Starts Today / Volvo Cars. Global Newsroom, 2016. URL: https://www.media.volvocars.com/global/en-gb/media/pressreleases/196240/drive-me-the-worlds-most-ambitious-and-advanced-public-autonomous-driving-experiment-starts-today

97. Driverless Buses Take Visitors to The Kivistö Housing Fair from 10 July / HSL, 2015. URL: https://www.hsl.fi/en/news/2015/driverless-buses-take-visitors-kivisto-housing-fair-10-july-6904

98. Driverless Cars on the Roads / Government of the Netherlands, 2017. URL: https://www.government.nl/latest/news/2017/02/24/driverless-cars-on-the-roads

99. Driving License for Autonomous Vehicles / robotTUNER, 2018. URL: https://www.robottuner.com/newsreader/driving-license-for-autonomous-vehicles.html

100. Development of Autonomous Vehicles. Strategic Orientations for Public Action / Ministère de la Transition écologique et solidaire, 2018. URL: https://www.ecologique-solidaire.gouv.fr/sites/default/files/18029_D%C3%A9veloppement-VA_8p_EN_Pour%20BAT-3.pdf

101. Dyson Chooses Singapore Over Britain to Build Electric Car / Reuters, 2018. URL: https://www.reuters.com/article/us-britain-dyson-singapore/dyson-chooses-singapore-over-britain-to-build-electric-car-idUSKCN1MX2MO

102. EC Exploring Economic Impact of Autonomous Driving / Consultancy.eu, 2019. URL: https://www.consultancy.eu/news/3189/ec-exploring-economic-impact-of-autonomous-driving

103. Electric Car Industry in Australia Now Faces 12-month Wait for a Policy / The Driven, 2012. URL: https://thedriven.io/2019/05/20/electric-car-industry-in-australia-now-faces-12-month-wait-for-policy-clarity/

104. Electric Cars: Why Little Norway Leads the World in EV Usage / Forbes, 2019. URL: https://www.forbes.com/sites/davidnikel/2019/06/18/electric-cars-why-little-norway-leads-the-world-in-ev-usage/#19edf7c213e3

105. Electric Surge: Carmakers' Electric Car Plans Across Europe 2019-2025 / European Federation for Transport and Environment, 2019. URL: https://www.transportenvironment.org/sites/te/files/publications/2019_07_TE_electric_cars_report_final.pdf

106. Electric Vehicle and Charging Station Markets Booming / Autonomous Vehicle Technology, 2019. URL: https://www.autonomousvehicletech.com/articles/2004-electric-vehicle-and-charging-station-markets-booming

107. Electric Vehicles and Infrastructure / The House of Commons Library, 2019. URL: http://researchbriefings.files.parliament.uk/documents/CBP-7480/CBP-7480.pdf

108. Electric Vehicles (EV) Market 2019 Global Top Players, Share, Trend, Technology, Growth Analysis & Forecast to 2026 / MarketWatch, 2019. URL:

https://www.marketwatch.com/press-release/electric-vehicles-ev-market-2019-global-top-players-share-trend-technology-growth-analysis-forecast-to-2026---21-oct-2019-2019-10-21

109. Electric Vehicle Market by Vehicle (Passenger Cars & Commercial Vehicles), Vehicle Class (Mid-priced & Luxury), Propulsion (BEV, PHEV & FCEV), EV Sales (OEMs / Models) Charging Station (Normal & Super) & Region – Global Forecast to 2030 / MarketsandMarkets, 2019. URL: https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/electric-vehicle-market-209371461.html?gclid=EAIaIQobChMI3a6cxq-N5gIVBKQYCh0L-QSAEAAYASAAEgL17vD_BwE

110. Electric Vehicle Market Size Worth USD 567.2 Billion by 2026 / GlobeNewswire, 2019. URL: https://www.globenewswire.com/news-release/2019/09/06/1912241/0/en/Electric-Vehicle-Market-Size-Worth-USD-567-2-Billion-by-2026.html

111. Electric Vehicle Market by Type (Battery Electric Vehicle, Hybrid Electric Vehicle, and Plug-in Hybrid Electric Vehicle), and Vehicle Type (Passenger Car, Commercial Vehicle, and Two-Wheeler) – Global Opportunity Analysis and Industry Forecast, 2018-2025 / Allied Market Research, 2019. URL: https://www.alliedmarketresearch.com/electric-vehicle-market

112. Electrified: Financing to Electric Vehicle Startups Roars Back in 2016 / CB Insights, 2017. URL: https://www.cbinsights.com/research/electric-vehicle-startup-funding-trends/

113. Electromobility Developments in Sweden and EU / Swedish Energy Agency, 2017. URL: https://www.cbss.org/wp-content/uploads/2017/05/Electromobility-develpoment-i-Sweden-and-EU-Island-170516.pdf

114. European Autonomous Car Market 2019-2030 – $191.6 Billion Opportunity Analysis by Vehicle Autonomy, Vehicle Type, Application, and Region / GlobeNewswire, 2019. URL: https://www.globenewswire.com/news-release/2019/07/23/1886574/0/en/European-Autonomous-Car-Market-2019-2030-

191-6-Billion-Opportunity-Analysis-by-Vehicle-Autonomy-Vehicle-Type-Application-and-Region.html

115. Europe Autonomous Car Market 2019-2030 – $191.6 Billion Opportunity Analysis by Vehicle Autonomy, Vehicle Type, Application, and Region / GlobeNewswire, 2019. URL: https://www.globenewswire.com/news-release/2019/07/23/1886574/0/en/European-Autonomous-Car-Market-2019-2030-191-6-Billion-Opportunity-Analysis-by-Vehicle-Autonomy-Vehicle-Type-Application-and-Region.html

116. Europe Autonomous Car Market: Top 10 Countries Leading the Race in 2019 / Silicon Canals, 2019. URL: https://siliconcanals.com/news/europe-autonomous-car-market-top-10-countries-leading-the-race-in-2019/

117. Europe Autonomous Driving System Market Report (2019-2024) – Market Size, Share, Price, Trend and Forecast / Market Expert24, 2019. URL: https://www.marketexpert24.com/2019/10/14/europe-autonomous-driving-system-market-report-2019-2024-market-size-share-price-trend-and-forecast/

118. Europe Electric Vehicle Chargers Market to Witness a CAGR of 29.4% by 2023, Says Allied Market Research / GlobeNewswire, 2019. URL: https://www.globenewswire.com/news-release/2019/10/14/1929021/0/en/Europe-Electric-Vehicle-Chargers-Market-to-Witness-a-CAGR-of-29-4-by-2023-Says-Allied-Market-Research.html

119. Europe Self-Driving Car Market Overview and Scope by 2023 | With CAGR of 49.9% / MarketWatch, 2019. URL: https://www.marketwatch.com/press-release/europe-self-driving-car-market-overview-and-scope-by-2023-with-cagr-of-499-2019-09-03

120. EV Sales / EV-Sales Blogspot, 2019. URL: http://ev-sales.blogspot.com/

121. Ford-Owned Autonomic Partners with Alibaba Cloud to Deliver Enhanced Mobility Experiences for Chinese Consumers; Partnership Marks Launch of Autonomic in China / Ford, 2018. URL:

https://media.ford.com/content/fordmedia/fna/us/en/news/2018/08/14/ford-owned-autonomic-partners-with-alibaba-cloud-to-deliver-enha.html

122. France to Invest Heavily In Battery Cell Production / Autovista Group, 2019. URL: https://autovistagroup.com/news-and-insights/france-invest-heavily-battery-cell-production

123. From Science Fiction to Reality: People in London and Edinburgh Set to Be the First to Trial Self-driving Vehicle Services / Department for Business, Energy & Industrial Strategy, 2018. URL: https://www.gov.uk/government/news/from-science-fiction-to-reality-people-in-london-and-edinburgh-set-to-be-the-first-to-trial-self-driving-vehicle-services

124. Gartner Forecasts More Than 740,000 Autonomous-Ready Vehicles to Be Added to Global Market in 2023 / Gartner, 2019. URL: https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2019-11-14-gartner-forecasts-more-than-740000-autonomous-ready-vehicles-to-be-added-to-global-market-in-2023

125. German Startup Landscape of Autonomous Driving / UnternehmerTUM, 2019. URL: https://appliedai.de/insights/autonomous-driving/

126. Germany Autonomous Vehicle Market Research Report: By Vehicle Autonomy, Vehicle Type, Application – Competition Analysis and Growth Forecast to 2030 / Research and Markets, 2019. URL: https://www.researchandmarkets.com/reports/4844627/germany-autonomous-vehicle-market-research?utm_source=CI&utm_medium=PressRelease&utm_code=ng3jfv&utm_campaign=1301891+-+Germany+Autonomous+Vehicle+Market+Research+Report+2019-2030&utm_exec=chdo54prd

127. German Government Expands Subsidies for Electric Cars / Deutsche Welle, 2019. URL: https://www.dw.com/en/german-government-expands-subsidies-for-electric-cars/a-51113225

128. Germany Launches Task Force to Kickstart Shift to Sustainable Mobility / Clean Energy Wire, 2018. URL: https://www.cleanenergywire.org/news/germany-launches-task-force-kickstart-shift-sustainable-mobility

129. Global $172.3 Bn Autonomous Vehicle Markets, 2019-2024: Long Haul Trucking Market Will Grow at a CAGR of Over 60% / Cision PR Newswire, 2019. URL: https://www.prnewswire.com/news-releases/global-172-3-bn-autonomous-vehicle-markets-2019-2024-long-haul-trucking-market-will-grow-at-a-cagr-of-over-60-300818667.html

130. Global and U.S. Electric Vehicle Trends / The International Council of Clean Transportation, 2019. URL: https://theicct.org/sites/default/files/Drew%20Kodjak_Canada%20global%20EV_12June2019_0.pdf

131. Global Electric Vehicle Market Size is Expected to Grow USD 359854.56 Million by the End of 2025 | Market Share, Trends, Growth, Analysis & Forecast – Valuates Reports / PR Newswire, 2019. URL: https://www.prnewswire.com/news-releases/global-electric-vehicle-market-size-is-expected-to-grow-usd-359854-56-million-by-the-end-of-2025--market-share-trends-growth-analysis--forecast---valuates-reports-300946277.html

132. Global Electric Vehicle Market to Top $419 Billion by 2024 / InsideEVs, 2018. URL: https://insideevs.com/news/339679/global-electric-vehicle-market-to-top-419-billion-by-2024/

133. Global Electric Vehicle Market Valued at $17.23 Billion in 2018 / Reuters Plus, 2019. URL: https://www.reuters.com/brandfeatures/venture-capital/article?id=141623

134. Global EV Outlook 2019. Scaling-up the transition to electric mobility / IEA, 2019. URL: https://www.iea.org/publications/reports/globalevoutlook2019/

135. Gov. Charlie Baker Signs Massachusetts Electric Vehicle Bill into Law / MassLive.com, 2019. URL:

https://www.masslive.com/politics/2017/01/gov_charlie_baker_signs_massachusetts_electric_vehicle_bill_into_law.html

136. Government in Talks to Start Local Production of Electric Vehicles / Business Day, 2019. URL: https://www.businesslive.co.za/bd/national/2019-08-26-government-in-talks-to-start-local-production-of-electric-vehicles/

137. Green Light for Experimental Law for Testing Self-driving Vehicles on Public Roads / Government of the Netherlands, 2019. URL: https://www.government.nl/latest/news/2019/07/02/green-light-for-experimental-law-for-testing-self-driving-vehicles-on-public-roads

138. How China Will Help Fuel the Revolution in Autonomous / McKinsey & Company, 2019. URL: https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/how-china-will-help-fuel-the-revolution-in-autonomous-vehicles

139. How China Will Shape the Future of Autonomous Vehicles / QVARTZ, 2019. URL: https://qvartz.com/media/2551/190523-autonomous-vehicles-in-china.pdf

140. How Singapore is Driving the Development of Autonomous Vehicles / CIO, 2019. URL: https://www.cio.com/article/3294207/how-singapore-is-driving-the-development-of-autonomous-vehicles.html

141. Hyundai Motor Group and Seoul City to Cooperate for Downtown Self-driving / Business Korea, 2019. URL: http://www.businesskorea.co.kr/news/articleView.html?idxno=38344

142. IAA 2019: Объемы заказов на решения Bosch для электромобилей достигли 13 млрд евро / Bosch, 2019. URL: https://www.bosch.ru/news-and-stories/iaa-2019/

143. India's Electric Mobility Transformation / NITI Aayog & Rocky Mountain Institute, 2019. URL: https://rmi.org/wp-content/uploads/2019/04/rmi-niti-ev-report.pdf

144. Initiative on Cities and Autonomous Vehicles / Bloomberg, 2019. URL: https://avsincities.bloomberg.org/

145. Japan Promotes Electrified Vehicle (xEV) Strategy ahead of 2050 / Ministry of Economy, Trade and Industry, 2018. URL: https://www.meti.go.jp/english/mobile/2018/20180911001en.html

146. Japan to Trial Autonomous Cars during the 2020 Olympics / CarAdvice.com, 2019. URL: https://www.caradvice.com.au/790428/japan-autonomous-cars-olympic/

147. Japan Will Let Up to 100 Driverless Cars Roam Freely Ahead of Olympics / Bloomberg, 2019. URL: https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-09-05/for-one-week-only-japan-will-become-a-mecca-for-autonomous-cars

148. Korea Builds Urban Infrastructure for Testing Autonomous Vehicles / The Korea Times, 2018. URL: http://www.koreatimes.co.kr/www/tech/2018/12/133_260137.html

149. KT Tests Driverless Bus at Korean Airport / ZDNet, 2018. URL: https://www.zdnet.com/article/kt-tests-driverless-bus-at-korean-airport/

150. Leading Self-Driving Vehicle Test Facilities Open for Business / Millbrook, 2019. URL: https://www.millbrook.co.uk/press-office/news/leading-self-driving-vehicle-test-facilities-open-for-business/

151. Main Motivators for Purchasing Electric Cars in Japan as of June 2019 / Statista, 2019. URL: https://www.statista.com/statistics/1027974/japan-electric-car-purchase-incentives/

152. Mapping the Automotive Software-and-Electronics Landscape through 2030 / McKinsey & Company, 2019. URL: https://www.mckinsey.com/industries/automotive-and-assembly/our-insights/mapping-the-automotive-software-and-electronics-landscape-through-2030

153. Mapping the Autonomous Vehicle Ecosystem / Medium, The Startup, 2019. URL: https://medium.com/swlh/mapping-the-autonomous-vehicle-ecosystem-3cd14fd6d750

154. Market Forecast for Connected and Autonomous Vehicles / Transport Systems Catapult, 2017. URL: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/642813/15780_TSC_Market_Forecast_for_CAV_Report_FINAL.pdf

155. Metro 3 to Get Made in India Driverless Trains / The Times of India, 2018. URL: https://timesofindia.indiatimes.com/city/mumbai/metro-3-to-get-made-in-india-driverless-trains/articleshow/65061055.cms

156. Mission Zero Powered by Holland / HollandTradeandInvest.com, 2018. URL: https://www.hollandtradeandinvest.com/binaries/hollandtrade/documents/publications/2019/may/1/mission-zero-powered-by-holland/Misson+Zero+Powered+by+Holland.pdf

157. Mobility as a Service. Report Overview / UK Parliament, 2018. URL: https://publications.parliament.uk/pa/cm201719/cmselect/cmtrans/590/full-report.html

158. Motor Vehicle Population by Type of Fuel Used / Land Transport Authority, 2018. URL: https://www.lta.gov.sg/content/dam/ltaweb/corp/PublicationsResearch/files/FactsandFigures/MVP01-4_MVP_by_fuel.pdf

159. National Autonomous Vehicle Technology and Innovator Directory / Kanata North Business Association, 2019. URL: https://www.ottawaavcluster.com/

160. Netherlands: 250 'Platooning' Trucks Save Space and Fuel / Newmobilty.news, 2018. URL: https://newmobility.news/2018/10/15/netherlands-connected-trucks-save-space-and-fuel/

161. Netherlands Top for Electric Vehicle Charger Density [Infographic] / Forbes, 2018. URL: https://www.forbes.com/sites/niallmccarthy/2018/10/08/netherlands-top-for-electric-vehicle-charger-density-infographic/#4d550522238b

162. New Consortium Formed to Speed Development of Autonomous Vehicles / Industry Europe, 2019. URL: https://industryeurope.com/new-consortium-formed-to-speed-development-of-autonomous-vehicles/

163. New Cyber Security Standard for Self-driving Vehicles / Department for Transport, Centre for Connected and Autonomous Vehicles, and the Rt Hon Jesse Norman, 2018. URL: https://www.gov.uk/government/news/new-cyber-security-standard-for-self-driving-vehicles

164. New Smart Traffic System to Enhance Safety of Autonomous Cars / KBS WORLD, 2018. URL: http://world.kbs.co.kr/service/news_view.htm?lang=e&Seq_Code=135015

165. Nordic Conditions Drive Automated Vehicles to The Finnish Line / FinnFacts, 2017. URL: https://www.goodnewsfinland.com/feature/nordic-conditions-drive-automated-vehicles-to-finnish-line/

166. North American Autonomous Car Market Research Report: By Vehicle Autonomy, Vehicle Type, Application, Regional Insight – industry Trend, Competition Analysis and Forecast to 2030 / Research and Markets, 2019. URL: https://www.researchandmarkets.com/reports/4804036/north-american-autonomous-car-market-research?utm_source=CI&utm_medium=PressRelease&utm_code=mn7hrs&utm_campaign=1287678+-+North+American+Autonomous+Car+Market+2019-2030%3a+Market+to+Garner+a+Revenue+of+%2452.3+Billion+-+Increasing+Number+of+Collaborations+and+Partnerships&utm_exec=chdo54prd

167. Norwegian EV Policy / Norsk elbilforening, 2019. URL: https://elbil.no/english/norwegian-ev-policy/

168. Nuro Expands Kroger Driverless Deliveries to Houston / VB, 2019. URL: https://venturebeat.com/2019/03/14/nuro-expands-driverless-delivery-partnership-with-kroger-to-houston/

169. Ontario's Automated Vehicle Pilot Program / Ministry of Transportation of Ontario, 2019. URL: http://www.mto.gov.on.ca/english/vehicles/automated-vehicles.shtml

170. Ontario Government Supports Innovation and Growth in Automated Vehicle Industry / Government of Ontario, 2019. URL: https://news.ontario.ca/mto/en/2019/01/ontario-government-supports-innovation-and-growth-in-automated-vehicle-industry.html

171. Over 1,400 Self-driving Vehicles Are Now In Testing by 80+ Companies Across the US / TechCrunch, 2019. URL: https://techcrunch.com/2019/06/11/over-1400-self-driving-vehicles-are-now-in-testing-by-80-companies-across-the-u-s/

172. Permit for Trial Operation with Self-driving Vehicles: Description of the Application Process / Swedish Transport Agency, 2019. URL: https://transportstyrelsen.se/globalassets/global/vag/fordon/sjalvkorande/description-of-application-process.pdf

173. Preparing for the Future of Transportation: Automated Vehicles 3.0 / U.S. Department of Transportation, 2018. URL: https://www.transportation.gov/av/3

174. Proterra – Tesla среди автобусов / Vc.ru, 2019. URL: https://vc.ru/transport/88012-proterra-tesla-sredi-avtobusov

175. Purchase Subsidy for Electric Cars / Finnish Transport and Communications Agency, 2018. URL: https://www.traficom.fi/en/services/purchase-subsidy-electric-cars

176. Race 2050 – A Vision for the European Automotive Industry / McKinsey & Company, 2019. URL: https://www.mckinsey.com/~/media/McKinsey/Industries/Automotive%20and%20Assembly/Our%20Insights/A%20long%20term%20vision%20for%20the%20European%20automotive%20industry/Race-2050-A-vision-for-the-European-automotive-industry.ashx

177. Recharging Economies: The EV-Battery Manufacturing Outlook for Europe / McKinsey & Company, 2019. URL: https://www.mckinsey.com/industries/oil-and-gas/our-insights/recharging-economies-the-ev-battery-manufacturing-outlook-for-europe

178. Safety First for Automated Driving / HERE Technologies, 2019. URL: https://www.here.com/en/file/9411/download?token=i3PrGccb

179. SAE Global Ground Vehicle Standards / Jack Pokrzywa, 2019. URL: https://www.itu.int/en/ITU-T/extcoop/cits/Documents/Meeting-20190308-Geneva/09_SAE_Update-on-Global-Ground-Vehicle-Standards.pdf

180. SAE Standards News: J3016 Automated-Driving Graphic Update / SAE International, 2019. URL: https://www.sae.org/news/2019/01/sae-updates-j3016-automated-driving-graphic

181. Samsung Reveals DRVLINE™ Platform, Takes Bold Step Toward Autonomous Future / Samsung, 2018. URL: https://news.samsung.com/us/samsung-reveals-drvline-platform-autonomous-future/

182. Scandinavia Gets Its First Autonomous Public Buses, But There's a Big Catch / ZDNet, 2018. URL: https://www.zdnet.com/article/scandinavia-gets-its-first-autonomous-public-buses-but-theres-a-big-catch/

183. SoftBank's Next Bet: $940M into Autonomous Delivery Startup Nuro / TechCrunch, 2019. URL: https://techcrunch.com/2019/02/11/softbanks-next-bet-940m-into-autonomous-delivery-startup-nuro/?utm_source=feedburner&utm_medium=feed&utm_campaign=Feed%3A+Techcrunch+%28TechCrunch%29

184. South Africa Has Plans for Self-driving Cars – but the Law Needs to Change First / BusinessTech, 2019. URL: https://businesstech.co.za/news/motoring/309052/south-africa-has-plans-for-self-driving-cars-but-the-law-needs-to-change-first/

185. South Korea Speeds Up Plan for Autonomous, Electric and Flying Cars / Bloomberg, 2019. URL: https://www.bloomberg.com/news/articles/2019-10-15/south-korea-speeds-up-plans-for-robocars-electric-vehicles

186. Startup Consolidation Imminent Despite another Record-Breaking Year for Electric Mobility Investment / Lux Research, 2018. URL: https://www.luxresearchinc.com/blog/startup-consolidation-imminent-despite-another-record-breaking-year-for-electric-mobility-investment

187. Startups, Corporates, and Technologies that Are Shaping the Future of Autonomous Driving / Medium, 2019. URL: https://medium.com/@sankara2514/startups-corporates-and-technologies-that-are-shaping-autonomous-driving-c5d4089c3de4

188. Stockholm Gets Scandinavia's First Driverless Buses on Public Road / The Local Se, 2017. URL: https://www.thelocal.se/20171227/stockholm-gets-scandinavias-first-driverless-buses-on-public-road

189. Strategy for Automated and Connected Driving / Die Bundesregierung, 2015. URL: https://www.bmvi.de/SharedDocs/EN/publications/strategy-for-automated-and-connected-driving.pdf?__blob=publicationFile

190. Stuck in Traffic, Indians are Desperate for Self-driving Cars / Quartz India, 2018. URL: https://qz.com/india/1329942/indians-are-desperate-for-autonomous-cars/

191. Sustainability with Electric Cars / FINGRID magazine, 2018. URL: https://www.fingridlehti.fi/en/sustainability-with-electric-cars/

192. Swedish Transport Agency Approves Autonomous Truck Trial on Public Road / Traffic Technology International, 2019. URL: https://www.traffictechnologytoday.com/news/autonomous-vehicles/swedish-transport-agency-approves-autonomous-truck-trial-on-public-road.html

193. Taxonomy and Definitions for Terms Related to On-Road Motor Vehicle Automated Driving Systems / SAE International, 2014. URL: https://www.sae.org/standards/content/j3016_201401/

194. Telematics Leads Transportation Technology Exit Activity / Medium, 2019. URL: https://medium.com/@VentureScanner/telematics-leads-transportation-technology-exit-activity-e84cc9ef615d

195. The 2019 Strategy & Digital Auto Report. Time to Get Real: Opportunities in a Transforming Market / PwC, 2019. URL: https://www.strategyand.pwc.com/gx/en/insights/2019/digital-auto-report/digital-auto-report-2019.pdf

196. The Canadian Government Is Making Smart Investments in Electric Vehicles / Canada's National Observer, 2019. URL: https://www.nationalobserver.com/2019/06/17/opinion/canadian-government-making-smart-investments-electric-vehicles

197. The Emerging Autonomous Vehicle Ecosystem. Who Will Be the Stakeholders and How They Can Win? / BIS Research, 2019. URL: https://bisresearch.com/assets/admin/imgs/upload/pdf/b79Ob1xiSwMT4L46aycpc5WsxAiFeN7Y.pdf

198. The European Mobility Startup Landscape / Urban Mobility Daily, 2019. URL: https://urbanmobilitydaily.com/the-european-mobility-startup-landscape/

199. The Future of Battery Production for Electric Vehicles / BCG, 2018. URL: https://www.bcg.com/ru-ru/publications/2018/future-battery-production-electric-vehicles.aspx

200. The Future of Commercial Vehicles / BCG, 2019. URL: https://www.bcg.com/publications/2019/future-commercial-vehicles.aspx

201. The Great Electric Car Race is Just Beginning / CNN Business, 2019. URL: https://edition.cnn.com/interactive/2019/08/business/electric-cars-audi-volkswagen-tesla/

202. The Netherlands and Electric Vehicles: A Policy Model for the World / SFU Morris J. Wosk Centre for Dialogue, 2019. URL: https://www.renewablecities.ca/blog/the-netherlands-and-electric-vehicles-a-policy-model-for-the-world

203. The New Road Traffic Act Aims for a Safer Future / Finnish Government, 2017. URL: https://valtioneuvosto.fi/en/article/-/asset_publisher/uusi-tieliikennelaki-tahtaa-turvallisempaan-tulevaisuuteen

204. The Race for the Electric Car / CB Insights, 2019. URL: https://www.cbinsights.com/research/report/electric-car-race/

205. The Race is on for Autonomous Vehicles. Global Policy Update / FTI Consulting, 2019. URL: https://getready4.eu/wp/wp-content/uploads/2019/02/The-Race-is-on-for-Autonomous-Vehicles.pdf

206. The Road to Zero. Next Steps towards Cleaner Road Transport and Delivering Our Industrial Strategy / Department for Transport, 2018. URL: https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/739460/road-to-zero.pdf

207. The State of Autonomous Legislation in Europe / Autovista Group, 2019. URL: https://autovistagroup.com/news-and-insights/state-autonomous-legislation-europe

208. The Surge of Electric Vehicles in United States Cities / The International Council on Clean Transportation, 2019. URL: https://theicct.org/publications/surge-EVs-US-cities-2019

209. The Top VC Investors in Autonomous Vehicle Tech / PitchBook, 2019. URL: https://pitchbook.com/news/articles/the-top-investors-in-autonomous-vehicle-tech

210. Top 3 Autonomous Driving Stocks to Buy / Seeking Alpha, 2019. URL: https://seekingalpha.com/article/4248905-top-3-autonomous-driving-stocks-to-buy

211. Toyota Reveals World-First Flexible Fuel Hybrid Prototype in Brazil / Toyota, 2018. URL: https://global.toyota/en/newsroom/corporate/21633112.html

212. Transport Ministers Prepare for 2020 Rollout of Autonomous Vehicles / Computer World, 2018. URL: https://www.computerworld.com/article/3459101/transport-ministers-prepare-for-2020-rollout-of-autonomous-vehicles.html

213. U – M Opens Mcity Test Environment For Connected and Driverless Vehicles / Michigan News. University of Michigan, 2015. URL: https://news.umich.edu/u-m-opens-mcity-test-environment-for-connected-and-driverless-vehicles/

214. Uber Orders Up to 24,000 Volvo XC90s For Driverless Fleet / TechCrunch, 2017. URL: https://techcrunch.com/2017/11/20/uber-orders-24000-volvo-xc90s-for-driverless-fleet/

215. Unbundling the Autonomous Vehicle / CB Insights, 2018. URL: https://www.cbinsights.com/research/startups-drive-auto-industry-disruption/

216. US Autonomous Vehicle Market Could Hit $560 Billion by 2035 / Consulting.us, 2019. URL: https://www.consulting.us/news/2341/us-autonomous-vehicle-market-could-hit-560-billion-by-2035

217. Volvo's Self-driving Cars Will Soon Hit the Streets in Sweden / The Local Se, 2018. URL: https://www.thelocal.se/20180914/volvos-self-driving-cars-will-soon-hit-the-road-in-sweden

218. Waymo Launches Self-driving Car Service Waymo One / TechCrunch, 2019. URL: https://techcrunch.com/2018/12/05/waymo-launches-self-driving-car-service-waymo-one/

219. World's First Electrified Public Road Opens in Sweden / The Local Se, 2018. URL: https://www.thelocal.se/20180413/worlds-first-electric-road-opens-in-sweden

220. Zero-emission Vehicles / Government of Canada, 2019. URL: https://www.tc.gc.ca/en/services/road/innovative-technologies/zero-emission-vehicles.html

Приложение 1. Методика расчёта индекса AVRI[2]

Индекс готовности стран к использованию автономного транспорта AVRI (Autonomous Vehicles Readiness Index) был предложен консалтинговой компанией KPMG, служит одним из инструментов по оценке состояния развития беспилотного транспорта в каждой из 25 стран-участниц исследования. Всего выделяется 4 ключевых составляющих индекса: (1) политика и законодательство, (2) технологии и инновации, (3) инфраструктура, (4) принятие потребителями.

Каждая из составляющих учитывает в себе ряд влияющих на её оценку равновзвешенных факторов. Рассмотрим более подробно составные части AVRI и совокупность, выделяемых KPMG факторов, которые оказывают на них соответствующее влияние.

1. Политика и законодательство. Данная составляющая вычисляется исходя из оценок по 7 равновзвешенным факторам, среди которых:

- нормативно-правовая / регуляторная база для автономного транспорта (направления развития, ограничения, условия испытаний и др.),
- количество пилотных проектов в сфере AVs, которые получили государственное финансирование,
- наличие отдельного специализированного института по регулированию вопросов, связанных с развитием беспилотного транспорта,
- готовность государства к изменениям (определяется на основе индекса KPMG Change Readiness Index, учитывающего общий уровень законодательного регулирования в стране, государственное стратегическое планирование, а также соблюдение принципа верховенства права),
- эффективность законотворчества в целом (рассчитывается на основе индекса ВЭФ Networked Readiness Index),

[2] На основе 33. 2019 Autonomous Vehicles Readiness Index / KPMG, 2019. URL: https://assets.kpmg/content/dam/kpmg/xx/pdf/2019/02/2019-autonomous-vehicles-readiness-index.pdf

- эффективность правовой системы в процессе оспаривания юридических норм (оценка возможностей производителей AVs и других участников рынка оспорить сложившиеся условия нормативно-правового характера, которые им могут быть неблагоприятны),

- существующая среда по обмену данными (определяется по результатам мирового рейтинга Open Data Barometer).

2. Технологии и инновации. Вторая составляющая часть AVRI «Технологии и инновации» рассчитывается на основе 7 равновзвешенных факторов:

- количество отраслевых партнёрств (например, между автопроизводителями и технологическими компаниями, что становится важнейшим драйвером развития AVs),

- количество головных офисов компаний, ведущих разработки в сфере автономного транспорта,

- патенты, полученные по направлению, связанному с беспилотным транспортом (на период по август 2018 года),

- объём инвестиций в развитие технологий AVs,

- доступ к новейшим технологиям (вычисляется, исходя из данных индекса ВЭФ Networked Readiness Index),

- инновационное развитие (также, как и доступ к новейшим технологиям определяется согласно индексу Networked Readiness Index, предложенному ВЭФ),

- доля рынка электрических автомобилей (исходя из допущения, что большинство автомобилей из будущего парка AVs будут электрическими, данный показатель имеет свой вес на настоящий момент времени и определяется согласно данным МЭА).

3. Инфраструктура. Данная составляющая включает в себя следующие 6 равновзвешенных факторов:

- плотность размещения зарядной инфраструктуры для электромобилей (на основе информации МЭА),

- качество мобильного Интернета (определяется по данным GSM Association),
- покрытие сетью 4G (основывается на информации OpenSignal),
- качество автомобильных дорог (определяется согласно ВЭФ, Global Competiveness Report),
- уровень развития логистической инфраструктуры (вычисляется по данным ВБ, Logistics Performance Index),
- готовность к изменениям в рамках технологической инфраструктуры (определяется на основе индекса KPMG Change Readiness Index).

4. Принятие потребителями. Последняя составляющая AVRI «Принятие потребителями» основывается на 5 равновзвешенных факторов:

- мнение потребителей о AVs (результаты социологического опроса Branded Research об общем отношении людей к автономным автомобилям),
- доля населения, проживающего в районах проведение испытаний беспилотных автомобилей (чем больше людей видят автономный транспорт на дорогах, тем более вероятно принятие ими в будущем технологий AVs),
- использование обществом современных технологических решений (определяется на основе индекса KPMG Change Readiness Index),
- готовность технологий для их использования потребителями (рассчитывается на основе данных ВЭФ Global Competiveness Report),
- доля онлайн-заказов на рынке такси (определяется на основе данных Statista).

Приложение 2. Рейтинг стран мира по индексу AVRI

Табл. 11. Рейтинг стран мира по AVRI (2018-2019 гг.)

Страна	Рейтинг (2019)	Рейтинг (2018)
Нидерланды	1	1
Сингапур	2	2
Норвегия	3	н/д
США	4	3
Швеция	5	4
Финляндия	6	н/д
Великобритания	7	5
Германия	8	6
ОАЭ	9	8
Япония	10	11
Новая Зеландия	11	9
Канада	12	7
Южная Корея	13	10
Израиль	14	н/д
Австралия	15	14
Австрия	16	12
Франция	17	13
Испания	18	15
Чехия	19	н/д
Китай	20	16
Венгрия	21	н/д
Россия	**22**	**18**
Мексика	23	19
Индия	24	20
Бразилия	25	17

Источник: KPMG

Приложение 3. Карта ключевых сделок на мировом рынке M&A по направлению AVs

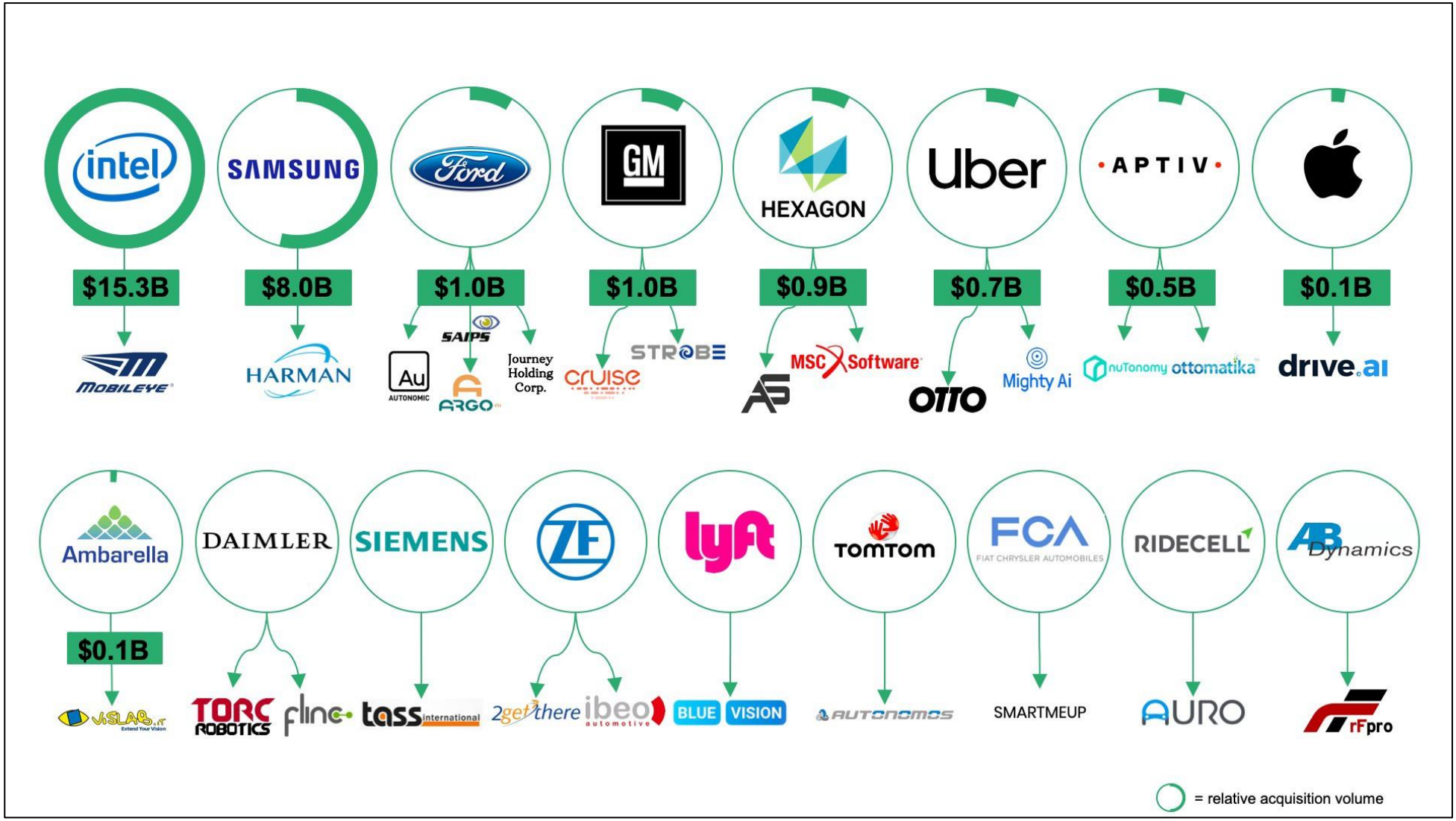


Рис. 95. Ключевые сделки M&A на м/н рынке AVs (2019 г.)
Источник: Firstmile Analysis, Crunchbase, Pitchbook, Tracxn, Medium

Приложение 4. Карта технологических стартапов Европы в сфере мобильности

Рис. 96. Карта технологических стартапов Европы в сфере мобильности (2019 г.)
Источник: Unternehmerum Venture Capital

Приложение 5. Карта технологических стартапов Германии в сфере беспилотных автомобилей

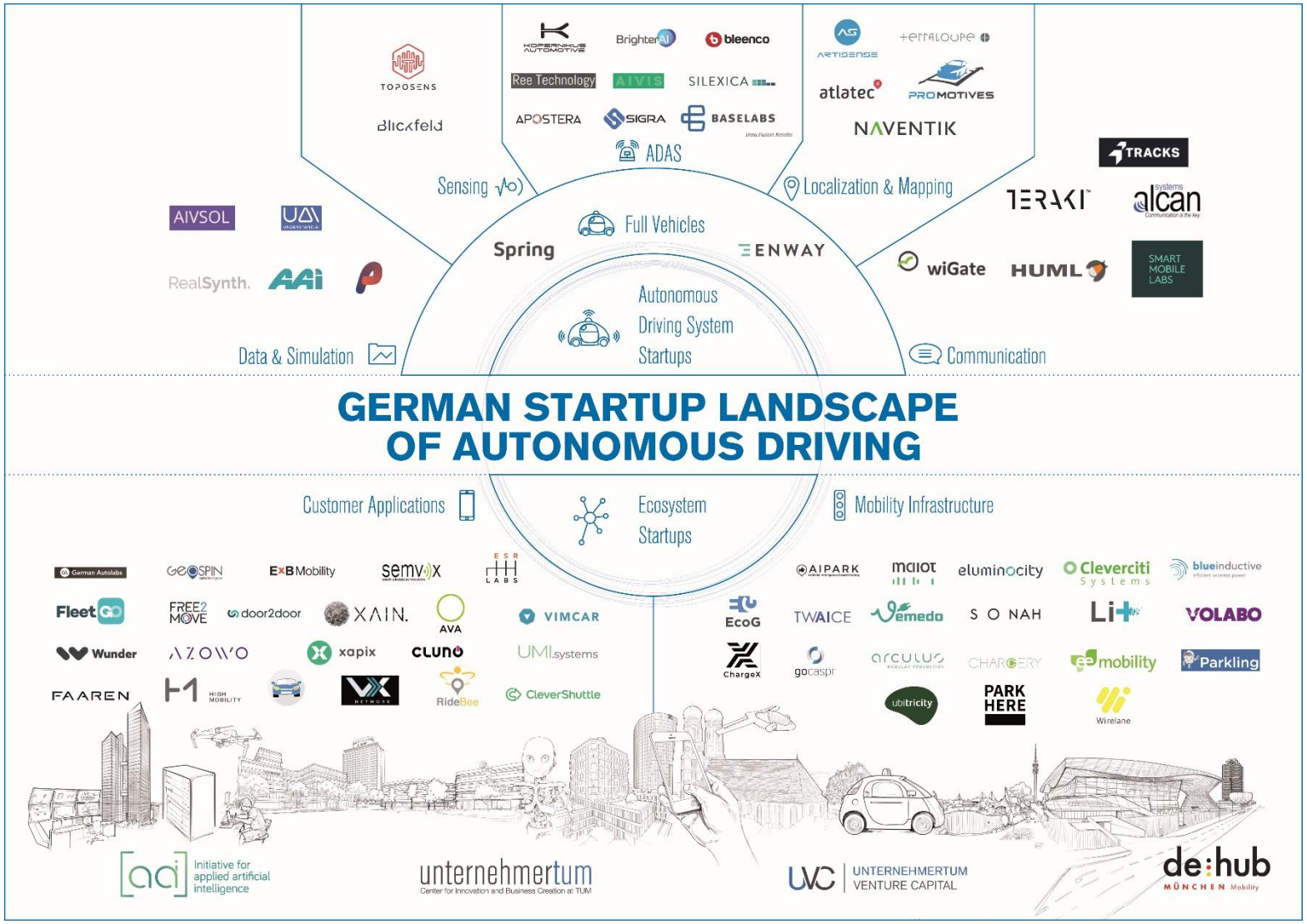


Рис. 97. Карта технологических стартапов Германии в сфере беспилотного транспорта (2019 г.)
Источник: UnternehmerTUM

Приложение 6. Основные партнёрства Volkswagen AG (Германия) на рынке AVs

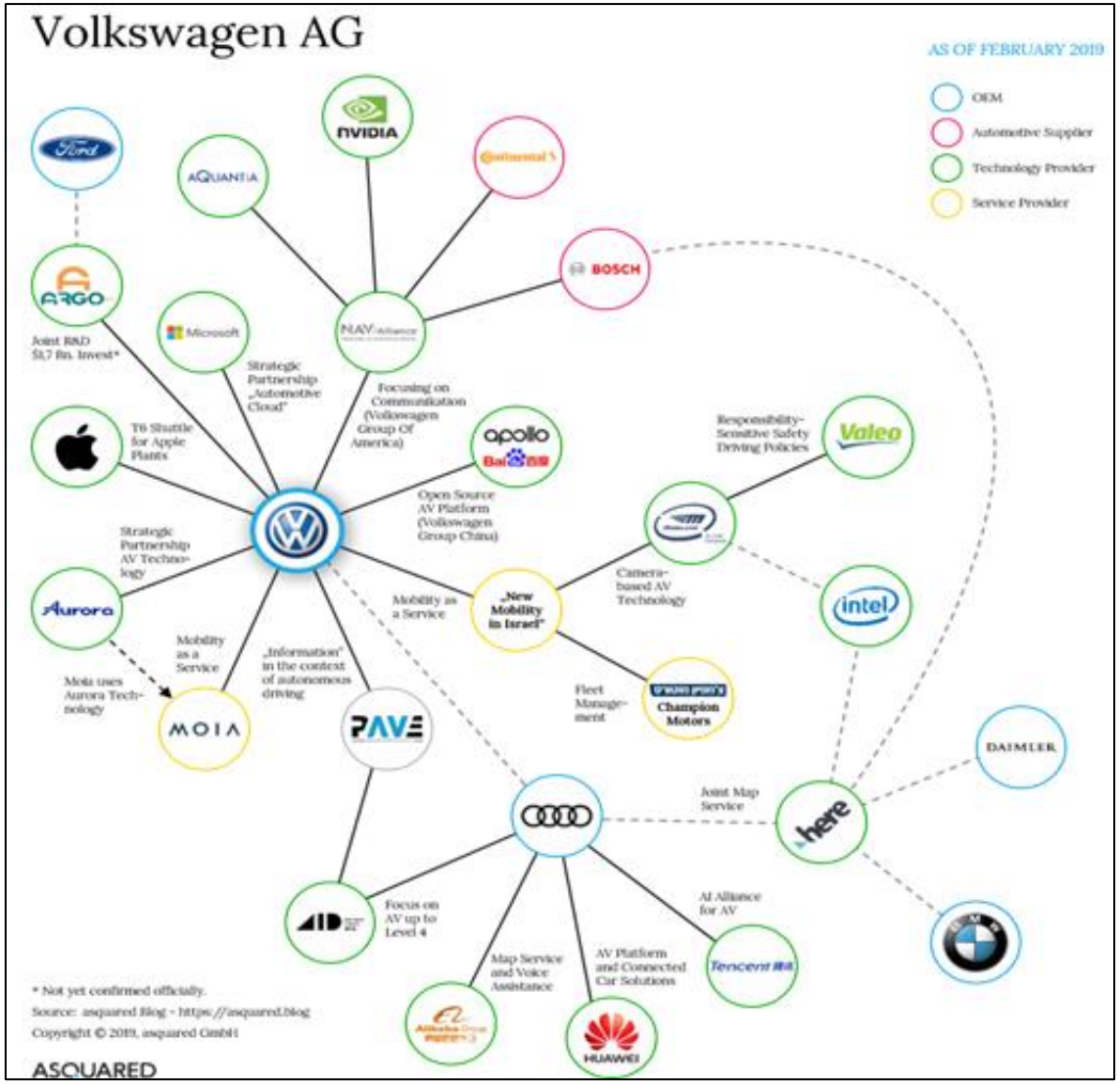


Рис. 98. Основные партнёрства Volkswagen AG (Германия) на рынке AVs (2019 г.)
Источник: Asquared

Приложение 7. Основные партнёрства BMW AG (Германия) на рынке AVs

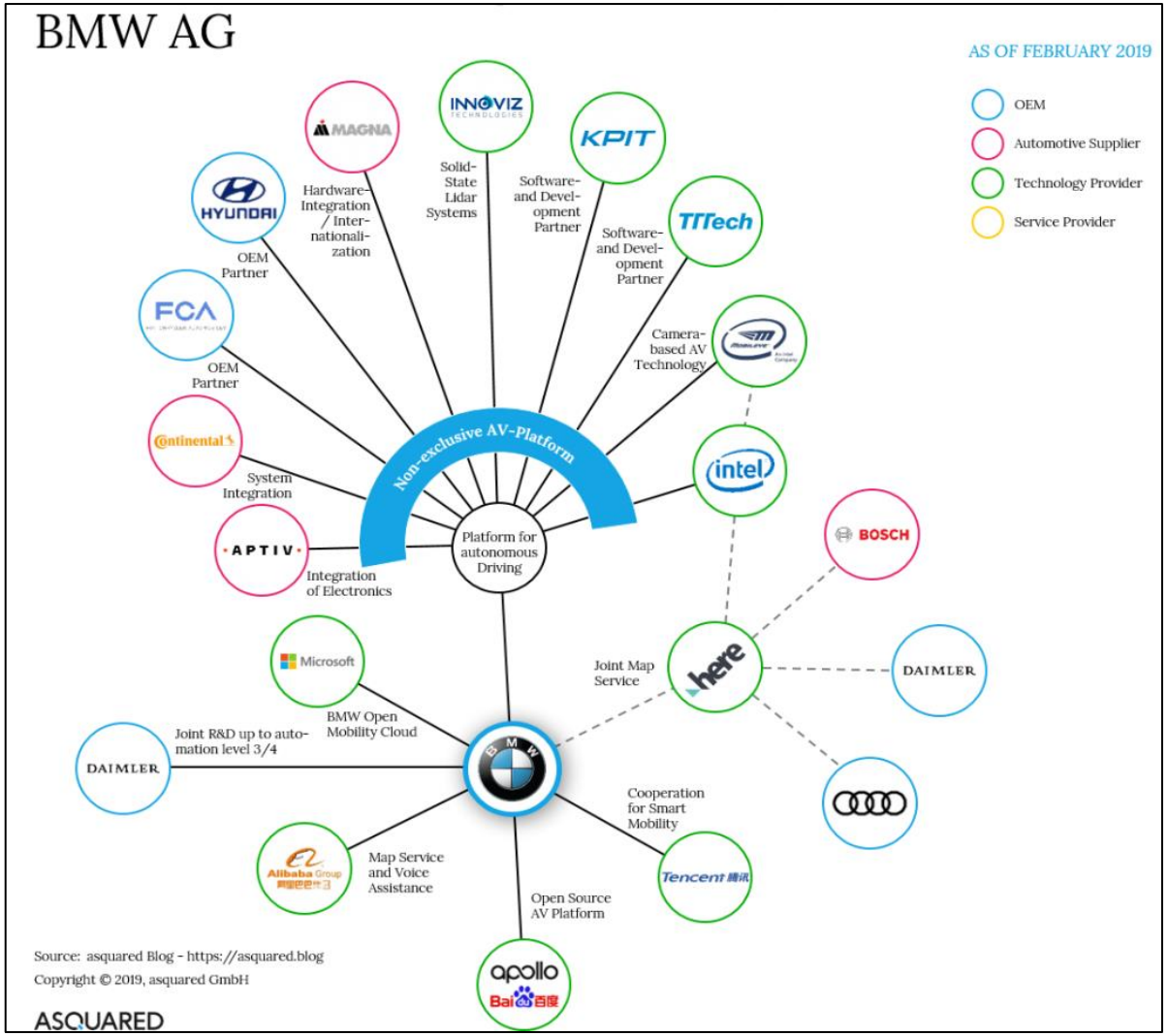


Рис. 99. Основные партнёрства BMW AG (Германия) на рынке AVs (2019 г.)
Источник: Asquared

Приложение 8. Основные партнёрства Daimler AG (Германия) на рынке AVs

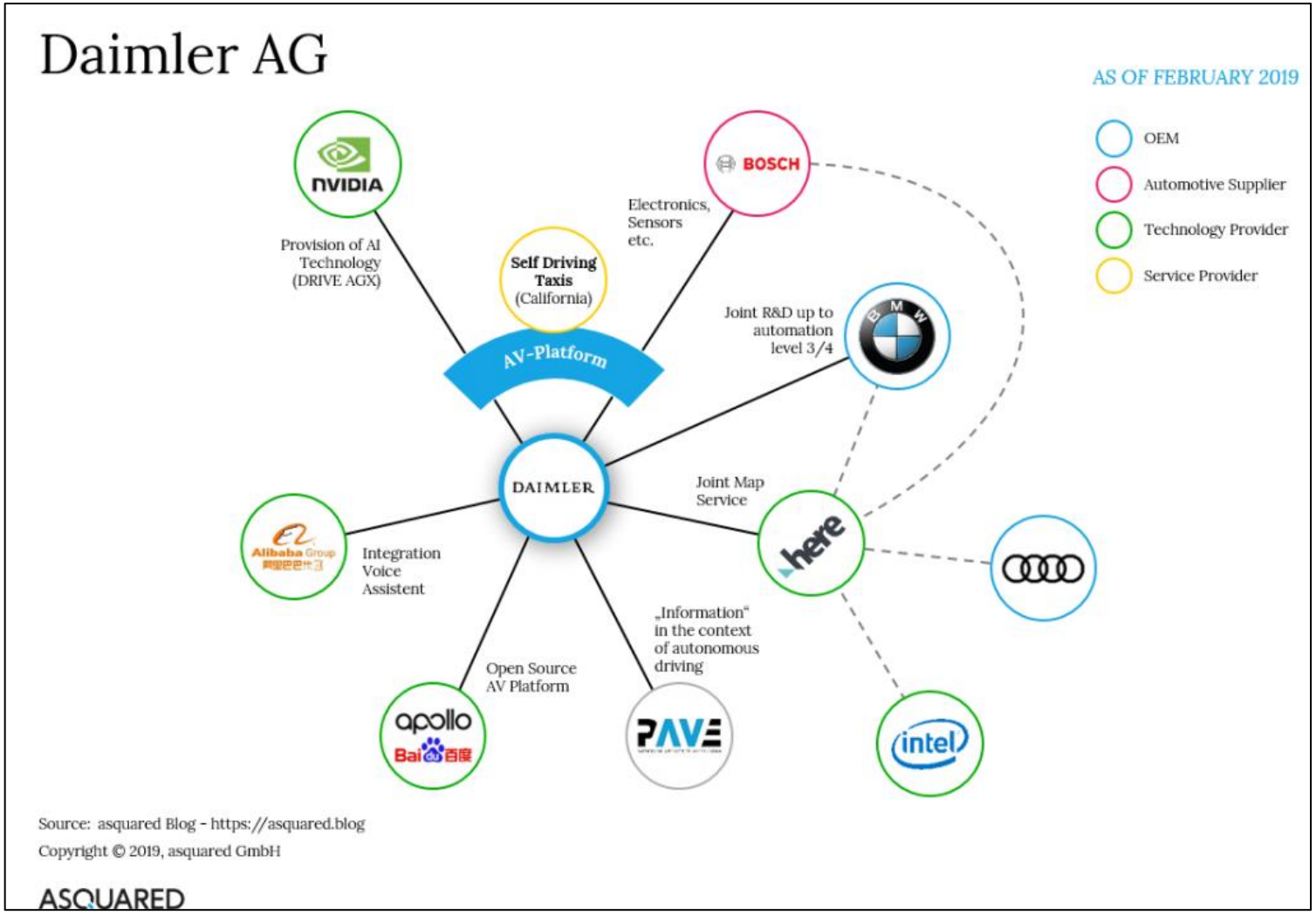


Рис. 100. Основные партнёрства Daimler AG (Германия) на рынке AVs (2019 г.)
Источник: Asquared

Приложение 9. Карта технологических стартапов Канады в сфере автономных автомобилей

Рис. 101. Карта технологических стартапов Канады в сфере беспилотного транспорта (2019 г.)
Источник: National Autonomous Vehicle Technology and Innovator Directory

Приложение 10. Экосистема рынка AVs ATP

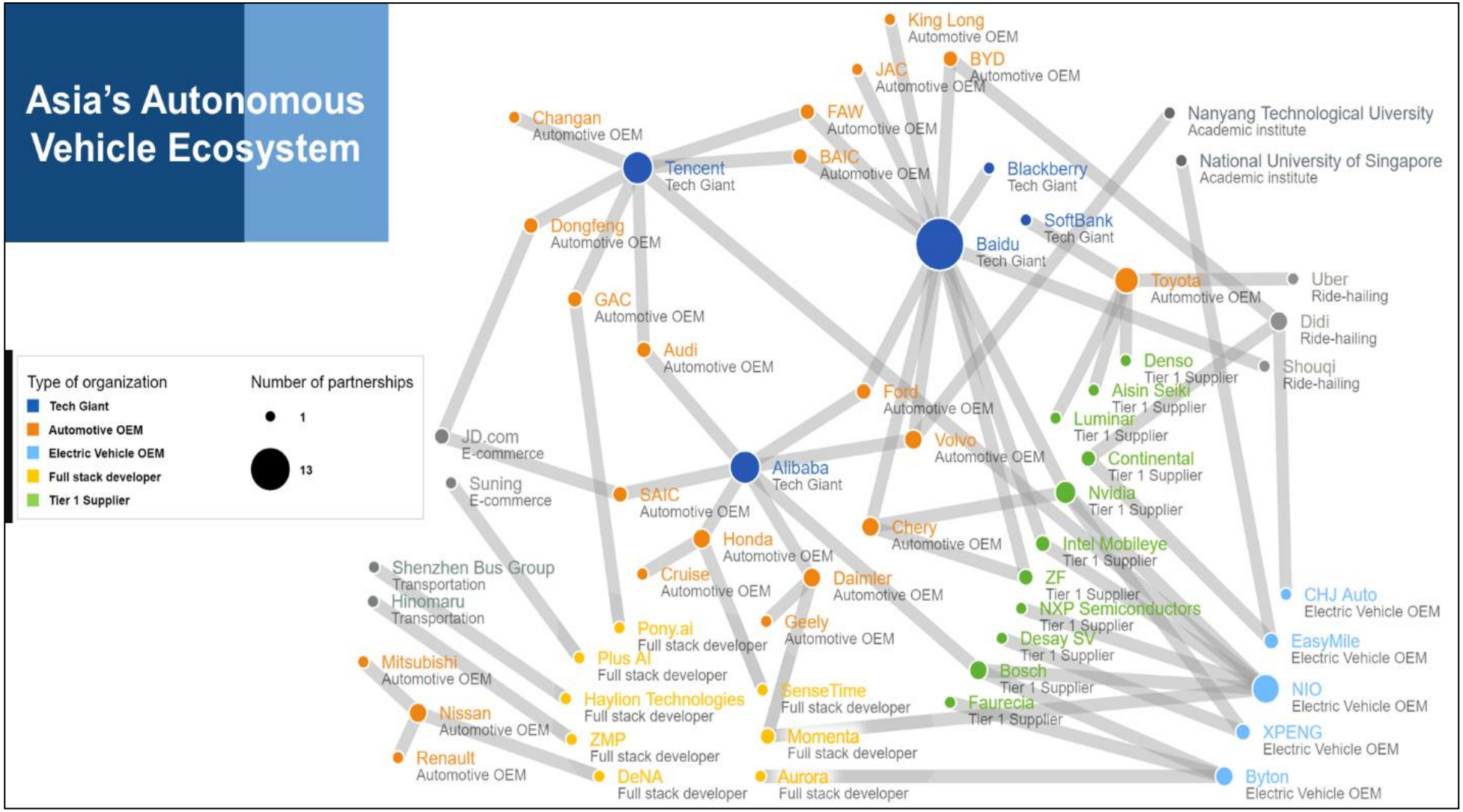


Рис. 102. Экосистема рынка AVs ATP (2018-2019 гг.)
Источник: Lux Research

Приложение 11. Основные партнёрства Toyota (Япония) на рынке AVs

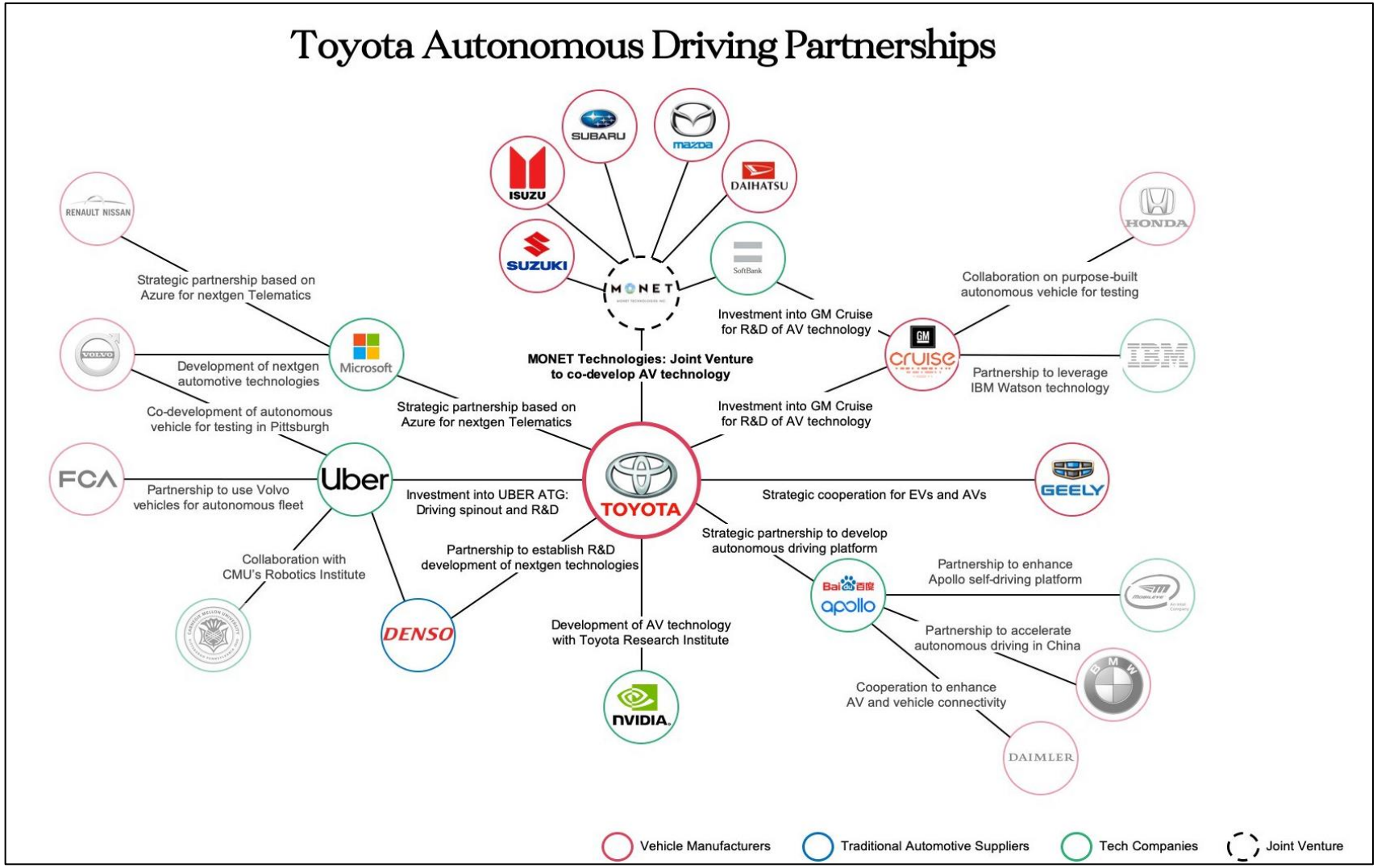


Рис. 103. Основные партнёрства Toyota (Япония) на рынке AVs (2019 г.)
Источник: Firstmile, Medium