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

Состояние и перспективы развития рынка интеллектуальных транспортных систем в России и мире. Оценка влияния на показатели развития НТИ «Автонет»

Москва 2021

ОТЧЕТ

Состояние и перспективы развития рынка интеллектуальных транспортных систем. Оценка влияния на показатели развития НТИ «Автонет»

2021 г.

«Состояние и перспективы развития рынка интеллектуальных транспортных систем в России и мире. Оценка влияния на показатели развития НТИ «Автонет» (аналитический отчёт, 2021). Рассмотрены общие сведения о рынке интеллектуальных транспортных систем (составляющие, сегменты, современное состояние); проанализированы глобальные тенденции (социальные, деловые, технологические, экономические), влияющие на его развитие; приведена оценка рынка интеллектуальных транспортных систем по основным регионам (Европа, Северная Америка, АТР) и ключевым странам мира (США, Германия, Япония, КНР и др.); описана деятельность компаний лидеров международного и национального рынка «Автонет» по направлению интеллектуальные транспортные системы; проведён сравнительный анализ разработок в области интеллектуальных транспортных систем в Российской Федерации и наиболее развитых странах мира/ Ассоциация разработчиков, производителей и потребителей оборудования и приложений на основе глобальных навигационных спутниковых систем "ГЛОНАСС / ГНСС - Форум", Москва, 2021. – 205 с.

Оглавление

Основные выводы……...……...……7

Методология исследования 12

Введение 14

Глава I. Общие сведения и анализ уровня развития технологий интеллектуальных транспортных систем 16

1.1 Определение термина ИТС 16

1.2 История развития ИТС в России и мире 19

Глава II. Технологические аспекты развития ИТС 30

2.1 Принципы функционирования технологических решений интеллектуальных транспортных систем 30

2.1.1 Сенсорные технологии 35

2.1.2 Технологии связи нового поколения 39

Стандарт мобильной связи нового поколения 5G 41

Технологии V2X (C-V2X / DSRC / ITS-G5) 43

2.1.3 Технологии навигации 52

2.1.4 Технологии автоматизированного управления транспортным средством 54

2.1.5 Передовые системы содействия водителю 60

2.1.6 Технологии человеко-машинного интерфейса 64

2.1.7 Интеллектуальные интеграционные платформы 65

2.1.8 Сквозные цифровые технологии нового поколения 67

2.2 Фаза зрелости ключевых технологий согласно Gartner Hype cycle 70

Глава III. Мировой рынок ИТС 74

3.1 Общие характеристики рынка 74

3.2 Ключевые тенденции рынка 84

3.3 Драйверы и барьеры развития на глобальном уровне 92

3.4 Наиболее перспективные сегменты рынка ИТС 96

3.5 Анализ по географическим сегментам 101

3.5.1 Азиатско-Тихоокеанский регион 102

3.5.2 Северная Америка 106

3.5.3 Западная Европа 111

3.6 Ключевые компании на глобальном рынке ИТС 122

3.7 Анализ влияния последствий пандемии COVID-19. Прогнозы развития рынка в среднесрочной и долгосрочной перспективе 145

Глава IV. Российский рынок интеллектуальных транспортных систем 150

4.1 Общая характеристика развития российского рынка ИТС 150

4.2 Рынок решений класса ЕПУТС 151

ООО «Казань-Телематика» 152

НПО «Интеллектуальные Технические Системы» 154

ООО «ЭйТи Сибирь» 156

4.3 Рынок решений класса АСУДД 158

ООО «Автоматика-Д» 161

ООО «Рипас СПБ» 164

ООО «ТЦОБДД» 166

ООО «Электротекс-ИТС» 169

ООО «А+С Транспроект» 172

ООО «Комсигнал» 176

4.4 Ключевые компании, реализующие комплексные решения в сегменте ИТС 183

ПАО «Ростелеком» 183

Софтлайн (АО «Софтлайн Трейд») 184

ООО «ГЛОСАВ» (ООО «Глобальные системы автоматизации») 185

КРОК 189

ООО «РТИТС» 191

ООО «Сбербанк-Сервис» 192

Программный Продукт 193

ЗАО «Вокорд Телеком» 194

Проф-ИТ Групп 195

ООО «Национальные телематические системы» (ООО «НТС») 196

Фабрика Информационных Технологий (ООО «ФИТ») 197

ООО «ЕМ Групп» 198

ООО «Спецдорпроект» 199

Оценка перспективных направлений развития рынка в части реализации мероприятий, направленных на развитие рынка «Автонет» Национальной технологической инициативы 201

Приложение 1. Городские агломерации/регионы и реализованные системы ИТС в РФ по состоянию на 2019 год 204

Основные выводы

В российской практике под интеллектуальной транспортной системой понимается система, интегрирующая современные информационные, коммуникационные и телематические технологии, технологии управления и предназначенная для автоматизированного поиска и принятия к реализации максимально эффективных сценариев управления транспортно-дорожным комплексом региона, конкретным транспортным средством или группой транспортных средств с целью обеспечения заданной мобильности населения, максимизации показателей использования дорожной сети, повышения безопасности и эффективности транспортного процесса, комфортности для водителей и пользователей транспорта.

Глобальная цель построения и развития ИТС на дорогах – создание системы мониторинга и управления транспортной системой в режиме реального времени для повышения качества транспортных услуг корпоративному сектору и населению, снижения транспортных затрат, улучшения экологии и безопасности. Мировой опыт создания интеллектуальных транспортных систем подтвердил их высокую эффективность в повышении безопасности дорожного движения и одновременно в повышении качества работы региональных транспортных систем и работы автомобильного транспорта за счет расширения возможностей контроля за соблюдением правил дорожного движения, своевременного и качественного информирования участников дорожного движения, оптимизации перевозок, распределения нагрузок на транспортную инфраструктуру и решения транспортных проблем городов.

История развития ИТС насчитывает несколько основных этапов. В частности, с 1960-х гг. повсеместно происходило развитие органов управления дорожным хозяйством и правил дорожного движения. В этот же период появляются первые решения в сфере навигации на дороге – дорожные табло и указатели. Для обеспечения связи в пути начинает использоваться УКВ-радиосвязь

С 1980-х гг. происходит «островковая» автоматизация транспортных систем. Появлтся впервые идеология АСУДД об управление дорожным потоком через информирование водителя и сигнализацию.

«Материковая» автоматизация транспортных систем начала происходить с 2000-х гг. Разрабатываются и внедряются первые комплексные автоматизированные системы управления дорожным движением. В этот же период проводятся исследования в области подключенных и автономных ТС, что дало толчок в дальнейшем продвижению концепции интернета вещей в транспорте.

С 2010 года происходит активная цифровизация транспортных систем. На рынок входят новые игроки из числа мировых ИТ-гигантов (Google, Apple), постепенно создавая все большую конкуренцию традиционным игрокам рынка ИТС – производителям транспортных средств и автомобильных комплектующих. Происходит активный прогресс в области развития беспилотных транспортных средств, в первую очередь благодаря развитию технологий искуственного интеллекта и машинного обучения, а также других технологий нового поколения.

Во втором блоке исследования приведены описание и анализ развития ключевых и сопутствующих технологий ИТС. В частности, с точки зрения развития интеллектуального транспорта, необходимыми к рассмотрению являются такие группы технологий, как технологии навигации; технологии датчиков; технологии автоматизированного управления (поиска оптимальных сценариев) и технологии беспилотного транспорта; коммуникационные технологии, применяемые при реализации ИТС. Отдельного рассмотрения также заслуживают такие группы сопутствующих развитию ИТС технологий, как технологии, повышающие безопасность вождения, технологии содействия водителю и технологии контроля состояния водителя. Именно развитие данных групп технологий (также благодаря развитию ИИ) поможет достичь таких глобальных целей создания и развития ИТС, как повышение

безопасности дорожного движения и снижение количества несчастных случаев на дорогах.

Во второй главе исследования также производится анализ фаз развития технологии по хайп-циклу Гартнера. В частности, приведенная кривая хайп-цикла Gartner для группы технологий «Connected vehicles и Smart mobility» за 2020 год показывает, что в отношении ключевых и сопутствующих ИТС технологий сохраняется относительное постоянство на протяжении последних лет.

Прогресс в сфере интеллектуальных транспортных систем просиходит в значительной степени и благодаря развитию сквозных цифровых технологий нового поколения, таких как технологии больших данных, искусственный интеллект, машинное обучение, речевые технологии и др. Так, технологии больших данных (Big data) при эксплуатации транспортных средств позволяют собирать информацию об автомобилях, например, о состоянии шин или транспортного средства в целом (аварии, информация о владельцах и т.д.), информацию о характере езды водителя и использовать эти данные для оценки рисков попадания водителя в ДТП, создания сервисов по предоставлению информации владельцам о состоянии авто (например, необходимости заменить ту или иную деталь). В сегменте перевозок внедрение этих технологий позволяет оптимизировать маршруты, экономить топливо, повышать скорость доставки грузов и отслеживать состояние автопарка.

Согласно прогнозу аналитиков компании MarketsandMarkets ожидается, что **мировой рынок ИТС** вырастет **с 42 млрд долларов США** в 2021 году до 68 млрд долларов США к 2026 году. Среднегодовой темп роста, CAGR, при этом составит 10%. Имеющиеся оценки относительно объема рынка ИТС разнятся, по данным экономического портала yahoo!finance, объем рынка ИТС достигнет 43 млрд долл. США только к 2028 году. CAGR при этом составит 7%. CAGR в 2021 году составил 8,75%.

Наиболее крупным сегментом на глобальном рынке интеллектуальных транспортных систем являются **продвинутые системы управления**

траффиком (ATMS). Экспертами отмечается, что спрос на подобного решения в 2020 году активно рос и продолжает расти в 2021 году. Аналитики Businesswire объясняют преобладание данного сегмента обострением проблемы увеличения загруженности дорог, в том числе в условиях пандемии - из-за распространения COVID-19 люди люди стали отказываться от поездок на общественном транспорте, предпочитая поездки на личном автомобиле. В исследовании Juniper Research утверждается, что системы управления траффиком позволят сократить время нахождения водителя в пробках в среднем на 33 часа в год. А сокращение выбросов и автомобильных заторов позволит городам сэкономить до 277 млрд долларов США к 2025 году. Для сравнения, в Европе убыток от опозданий пассажирского и грузового транспорта из-за дорожных заторов составляет около 113 млрд долларов США (более 1% ВВП Евросоюза).

Ожидается, что среди всех регионов Азиатско-Тихоокеанский регион продемонстрирует самый высокий рост рынка ИТС в течение прогнозируемого периода до 2026 года. Растущее число мегаполисов и населения в развивающихся странах увеличили необходимость в развитии ИТС в таких странах, как Китай, Япония, Австралия и остальных странах Азиатско-Тихоокеанского региона.

По данным на начало 2021 года, исходя из данных бюджетного финансирования, общий **объём рынка интеллектуальных транспортных систем России** на период до 2023 года можно определить величиной в более чем **₽170 млрд.** Именно государственные инвестиции в проекты создания ИТС выступают ключевым драйвером национального рынка.

Как показывает анализ конкурентного ландшафта, на рынке представлено чуть более 20 компаний, предоставляющих различные категории услуг по профилю «интеллектуальные транспортные системы».

Рынок интеллектуальных транспортных систем является одним из ключевых рынков НТИ «Автонет». Инициативы по развитию продуктов и услуг в сфере ИТС на наднациональном и национальном уровнях окажут

позитивное влияние на развитие международного рынка НТИ «Автонет» в целом. Существующие в ряде стран ограничения и различные макроэкономические факторы (такие как наблюдаемая глобальная рецессия экономик в 2019 г.) препятствуют более интенсивному росту рынка интеллектуальных транспортных систем. В России развитию ИТС препятствует действие таких факторов, как: недостаточное развитие транспортной инфраструктуры; нерешенность проблем обеспечения мобильности населения; низкий уровень безопасности на транспорте; неэффективное обеспечение транзита товаров и пассажиров по международным транспортным коридорам.

В заключительном пункте работы приведены наиболее перспективные направления деятельности, способствующие более активному развитию указанного рынка и появлению новых технологических решений, а также развитию международного и российского рынка НТИ «Автонет» в целом.

Методология исследования

В ходе исследовательской работы на тему: «Состояние и перспективы развития рынка интеллектуальных транспортных систем в России и мире. Оценка влияния на показатели развития НТИ «Автонет» были проанализированы различные источники информации и данные сервисов:

1. Актуальные источники информации за период 2018-2021 гг., включающие:

- отчёты и базы данных международных финансовых институтов и организаций (Международный валютный фонд, Организация экономического сотрудничества и развития и др.), содержащие основные индикаторы экономического развития по странам,

- аналитические обзоры и прогнозы экономического развития крупнейших консалтинговых компаний (KPMG, Deloitte),

- обзоры мировой экономики и отдельных стран, опубликованные в ведущих зарубежных и отечественных изданиях (The Economist, Forbes, CNN Business, Ведомости, Коммерсантъ и др.).

2. Отчеты и рейтинги международных и национальных организаций (Всемирная организация интеллектуальной собственности), базы данных о технологическом развитии стран и инновационных стартапах, объемах привлекаемого венчурного капитала (CrunchBase.com).

3. Материалы, опубликованные за период 2015-2020 гг., посвященные анализу рынка и опыта внедрения ИТС в России и мире, такие как:

- 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, Коммерсантъ и др.),

- базы данных о технологических компаниях и стартапах, работающих в сфере интеллектуального транспорта, количестве привлекаемых инвестиций (CrunchBase),
- презентационные материалы отраслевых форумов и семинаров,
- статистические данные, предоставляемые профильными ведомствами/агентствами,
- официальные сайты компаний, осуществляющих свою деятельность на рынке ИТС

другие источники

В целях анализа российского рынка использовались данные системы «СПАРК». Отбор ключевых компаний для анализа (ключевых игроков) на российском рынке производился с учетом следующих параметров:

- размер показателя выручки за последний финансовый год;
- различные показатели финансового состояния, отсутствие проблем компании с долговыми обязательствами, обеспеченностью обортными средствами и т.д.
- инновационность и уникальность предлагаемых решений/уникальность торгового предложения; наличие собственных разработок.

В блоке анализа российских компаний приведено описание предприятий и показатели выручки за несколько последних лет. В блоке по анализу мирового рынка данные о выручке компаний могут не приводиться, поскольку в ежегодных отчетах зачастую отсутствует информация о финансовых показателях крупнейших корпораций по направлениям бизнеса.

Введение

Развитие транспортной инфраструктуры является одним из определяющих факторов в развитии национальной экономики. Возможность с достаточной скоростью доставлять грузы и обеспечивать перемещение людей является важным критерием с точки зрения не только экономических выгод, но и комфорта в жизни в целом. Вместе с тем рост числа транспортных средств по всему миру, как персональных, так и коммерческих, способствует все большей перегруженности дорожных сетей. Городские улично-дорожные сети мировых мегаполисов, в этом плане, являются наиболее подверженными данной проблеме локациями. Становится все более остро и проблема обеспечения безопасности на дорогах. Увеличение числа автомобилей неизбежным образом привело к росту числа ДТП и, как следствие, смертей на дорогах при столкновениях. Решить данные проблемы призвано внедрение интеллектуальных транспортных систем, способных обеспечить рациональную организацию городских потоков, снизить загруженность участков и существенно повысить безопасность на дорогах.

Развитие технологий способствует усложнению внедряемых в транспорте систем. Во всем мире можно наблюдать тенеденцию к переходу от внедрения средств простой автоматизации и определенных функциональных решений к развертыванию комплексных интеллектуальных систем на основе технологий нового поколения (большие данные, ИИ и др.), обеспечивающих рациональное взаимодействие всех инфраструктурных объектов и пользователей.

ИТС различаются по применяемым технологиям: от простых систем автомобильной навигации, регулирования светофоров, систем регулирования грузоперевозок, различных систем оповестительных знаков (включая информационные табло), систем распознавания автомобильных номеров и систем регистрации скорости транспортных средств, до систем видеонаблюдения, а также до систем, интегрирующих информационные потоки и потоки обратной связи из большого количества различных

источников, например из систем управления парковками (Parking guidance and information (PGI) systems), метеослужб, систем разведения мостов и прочих. Более того, в ИТС могут применяться технологии предсказывания на основе моделирования и накопленной ранее информации.

В ходе исследования рассмотрены ключевые вопросы, касающиеся интеллектуальных транспортных систем (далее – ИТС) и рынка ИТС, включающего в себя как сами ИТС той или иной направленности (как программно-аппаратные комплексы), так и услуги по их проектированию, созданию, адаптации. развертыванию, эксплуатации и техническому обслуживанию. В данном исследовании затронуты ИТС следующей функциональной направленности:

- системы информирования участников транспортного процесса;
- системы управления транспортными потоками;
- системы управления парками грузового, общественного и других видов автомобильного транспорта;
- системы обеспечения безопасности дорожного движения;
- системы взаимодействия транспортных средств с дорожной инфраструктурой / другими транспортными средствами;
- системы экологического контроля за выбросами транспортных средств и их минимизации;
- системы транспортной телематики;
- системы управления парковками;
- системы взимания платы за проезд.

Глава I. Общие сведения и анализ уровня развития технологий интеллектуальных транспортных систем

1.1 Определение термина ИТС

Термин «Интеллектуальная транспортная система» впервые в Российской Федерации формально был определен в п.2.1. ГОСТ Р 56294–2014 следующим образом:

Интеллектуальная Транспортная Система (ИТС) - система, интегрирующая современные информационные, коммуникационные и телематические технологии, технологии управления и предназначенная для автоматизированного поиска и принятия к реализации максимально эффективных сценариев управления транспортно-дорожным комплексом региона, конкретным транспортным средством или группой транспортных средств с целью обеспечения заданной мобильности населения, максимизации показателей использования дорожной сети, повышения безопасности и эффективности транспортного процесса, комфортности для водителей и пользователей транспорта.

Приведенное выше определение изложено в законодательной базе Российской Федерации и гармонизировано с международными стандартами.

Позднее это определение было закреплено в «Стратегии безопасности дорожного движения Российской Федерации на 2018 – 2024 годы», утвержденной Распоряжением Правительства Российской Федерации от 8 января 2018 г. №1-р.

В соответствии с этим определением к ИТС разной функциональной направленности относятся:

- Системы информирования участников транспортного процесса, направленные прежде всего на повышение безопасности и эффективности транспортного процесса, комфортности для водителей и пользователей транспорта;
- Системы управления транспортными потоками, направленные на

максимизацию показателей использования дорожной сети;

- Системы управления парками грузового, общественного и других видов автомобильного транспорта (в том числе каршеринговых ТС), направленные на эффективное управление группами и парками транспортных средств, а также отдельными ТС с целью обеспечения заданной мобильности населения;
- Системы обеспечения безопасности дорожного движения, ориентированные на повышение безопасности транспортного процесса;
- Системы взаимодействия транспортных средств с дорожной инфраструктурой / другими транспортными средствами, в том числе системы автономного и беспилотного управления транспортными средствами, нацеленные на эффективное управление группами ТС и повышение безопасности и эффективности транспортного процесса;
- Системы экологического контроля за выбросами транспортных средств и их минимизации, обеспечивающие повышение показателей использования дорожной сети при необходимом сохранении уровня безопасности и комфортности;
- Иные системы транспортной телематики, в том числе системы управления парковками, взимания платы за проезд и т.п.

Интеллектуальные транспортные системы являются местом соприкосновения автотранспортной индустрии и индустрии информационных технологий и базируются на двух основополагающих процессах: моделировании транспортных систем и регулировании транспортных потоков.

Международная организация по стандартизации (International Standards Organization) определяет ИТС как системы, основанные на применении информационных и коммуникационных технологий, включая сбор данных с различных сенсоров и датчиков, а также Интернет (как проводной, так и беспроводной), для решения основных задач и расширения возможностей наземного транспорта.

Несмотря на то, что фактически ИТС может включать все виды транспорта, европейское определение ИТС согласно директиве 2010/40/EU of 7 July 2010 трактует ИТС как систему, в которой применяются информационные и коммуникационные технологии в сфере автотранспорта (включая инфраструктуру, транспортные средства, участников системы, а также дорожно-транспортное регулирование), и имеющую наряду с этим возможность взаимодействия с другими видами транспорта. Данное определение фактически включает в себя автономные и беспилотные транспортные средства как ИТС, однако в целях дальнейшего понимания мы будем руководствоваться приведенными выше определениями, и не будем относить к ИТС транспортные средства как таковые. Однако следует понимать, что ни одно из приведенных выше определений нельзя рассматривать как исчерпывающее и окончательное, поскольку технический прогресс и развитие цифровых технологий нового поколения способствуют появлению концептуально новых интеллектуальных решений в транспортной сфере.

Принятое в российском законодательстве определение (по ГОСТ Р 56294–2014) содержит в себе понятие телематические технологии, и здесь стоит раскрыть, что подразумевается под этим понятием. Согласно принятому в международной практике определению, *телематика* - это междисциплинарная область, охватывающая телекоммуникации, автомобильные технологии (дорожный транспорт, безопасность дорожного движения и т. д.), электротехнику (датчики, приборы, беспроводная связь и т. д.) и информационные технологии (Интернет и пр.), которая может включать в себя следующее:

- Технология отправки, получения и хранения информации с помощью телекоммуникационных устройств для управления удаленными объектами;
- Комплексное использование телекоммуникаций и информатики

для применения в транспортных средствах и для управления транспортными средствами в движении;

- Технология глобальной навигационной спутниковой системы, интегрированная с компьютерами и технологиями мобильной связи в автомобильных навигационных системах;
- В наиболее узком смысле - использование таких систем в дорожных транспортных средствах, также называемых автомобильной телематикой

Глобальная цель построения и развития ИТС на дорогах – создание системы мониторинга и управления транспортной системой в режиме реального времени для повышения качества транспортных услуг корпоративному сектору и населению, снижения транспортных затрат, улучшения экологии и безопасности. Мировой опыт создания интеллектуальных транспортных систем подтвердил их высокую эффективность в повышении безопасности дорожного движения и одновременно в повышении качества работы региональных транспортных систем и работы автомобильного транспорта за счет расширения возможностей контроля за соблюдением правил дорожного движения, своевременного и качественного информирования участников дорожного движения, оптимизации перевозок, распределения нагрузок на транспортную инфраструктуру и решения транспортных проблем городов.

1.2 История развития ИТС в России и мире

В связи с неуклонным ростом числа коммерческих и личных транспортных средств по всему миру все более актуальными становятся проблемы транспортных систем: растущие заторы, которые увеличивают время в пути и затраты, рост числа аварийных ситуаций, негативное воздействие на окружающую среду. В связи с ростом плотности трафика необходимость контроля транспортного потока и обеспечение безопасности становятся основными факторами для правительств во всем мире.

Интеллектуальная транспортная система включает в себя широкий спектр решений, которые производят обработку данных и обмен информацией, чтобы сократить количество заторов, оптимизировать управление движением, минимизировать воздействие на окружающую среду и создать выгодные условия транспортировки для коммерческих пользователей и населения в целом.

Интеллектуальные транспортные системы играют важную роль в формировании будущей концепции городской мобильности и транспортного сектора. Однако значительные преимущества могут быть получены только в том случае, если решения ИТС будут внедрены и согласованы на международном уровне и гармонизированы с другими сферами деятельности и отраслями.

Применение ИТС сегодня широко распространено и используется во многих странах. Их использование не ограничивается только контролем и информацией о дорожных заторах, но также и безопасностью дорожного движения и эффективным использованием инфраструктуры. Благодаря своим безграничным возможностям, ИТС теперь превратилась в многопрофильную объединенную область работы, и поэтому многие организации по всему миру разработали решения для предоставления приложений ИТС для удовлетворения потребностей.

Интеллектуальные транспортные системы помогают в решении следующих задач:

- Оптимизация распределения транспортных потоков в сети во времени и пространстве.
- Увеличение пропускной способности существующей транспортной сети.
- Предоставление приоритетов для проезда определенному типу транспорта.
- Управление транспортом в случае возникновения аварий, катастроф или проведения мероприятий, оказывающих влияние на движение транспорта.

- Повышение безопасности на дорогах, что приводит к увеличению пропускной способности.
- Снижение отрицательного экологического воздействия транспорта.
- Предоставление информации о состоянии на дорогах всем заинтересованным лицам.

Суть первых систем ИТС заключалась во внедрении электронных систем освещения для дорог. Проектирование и реализация сети светофоров было непростой задачей еще в 30-х годах, когда технологии начали сливаться с транспортными системами. На сегодняшний день технология включает в себя датчики и сети связи, электрическую двигательную установку, включенную в сети распределения энергии и зарядки, компьютеризированные системы для управления движением и даже системы для автономного вождения или для строительства интеллектуальных дорог.

Американская автомобильная культура начала формироваться в начале 20-го века. Первый трехцветный светофор был установлен в 1914 году, а первый парковочный счетчик-в 1935 году.

Американские исследования в области бесконтактной навигации маяков начались с помощью General Motor Информационно-маршрутная система (DAIR) в середине 1960-х гг. с DAIR могла отправить экстренное сообщение в сервисный центр, включая информацию о дорожных условиях. Система опиралась на магниты, закопанные через равные промежутки вдоль дороги (как правило, от 3 до 5 миль друг от друга), и использовала двоичный код для передачи информации о местоположении. В 1970 - х годах проект был прекращен из-за дороговизны, но аналогичные подходы были развернуты в этот период в Германии и Японии.

Алгоритмы сопоставления карт были впервые разработаны в 1970-х годах и дополняли существующие технологии в ранних навигационных системах. Сети дорог моделировались в цифровой картографической базе данных, в которой конкретный маршрут мог быть запрограммирован

математически. Бортовой компьютер был использован для сопоставления пути транспортного средства к запрограммированным маршрутам.

Начиная с 1970-х годов, транзитные агентства в Северной Америке были первыми разработчиками раннего поколения технологии автоматического определения местоположения автобусов (AVL), использующей маяки придорожных указателей в качестве метода отслеживания местоположения. Ранние системы AVL по существу обеспечивали простое подтверждение местоположения транспортного средства.

Динамический знак сообщения (DMS) - это электронный дорожный знак, который предоставляет информацию и предупреждения путешественникам. Эти знаки могут использоваться для различных целей обмена сообщениями, включая информирование водителей о дорожных заторах, предстоящих авариях, зонах дорожных работ или изменении скоростного режима. Впервые развернутые в 1960-х годах, DMS продолжают предоставлять полезную информацию о дорогах и сегодня.

Первые североамериканские центры управления дорожным движением были развернуты в конце 1960-х годов. ТМС является узлом или центром большинства систем управления автострадами. ТМС собирает и обрабатывает данные о системе автострад, такие как погода, скорость, заторы, инциденты и специальные события. Эти данные объединяются с другими оперативными и контрольными данными и распространяются среди заинтересованных сторон, таких как средства массовой информации, другие агентства и путешествующая публика. Сотрудники ТМС используют эту информацию для мониторинга и манипулируют работой автострады. ТМЦ являются оперативным эпицентром, где агентства могут координировать свои действия в ответ на дорожно-транспортные ситуации и инциденты.

В 1960-х годах для военных и разведывательных целей в разгар Холодной войны был разработан GPS Глобальная система позиционирования (GPS) состоит из сети спутников, которые передают сигналы на приемники GPS. Сигналы несут код времени и географические данные, которые

позволяют пользователям точно определять свою скорость, положение и время. GPS был первоначально разработан для военных и разведывательных целей в 1960-х годах, в разгар Холодной войны. В 1980-х годах GPS был выпущен для использования в гражданских приложениях. В 1990-е годы гражданское использование GPS стало более доступным. Сегодня миллионы пользователей полагаются на GPS, чтобы ориентироваться с большой точностью, будь то на суше, в воздухе или на море. Водители могут использовать портативные навигационные устройства в автомобиле, чтобы найти наиболее эффективный маршрут, найти объездные пути и даже получать дорожные предупреждения или предупреждения о местоположении камер безопасности.

Системы AVL на основе GPS были в целом приняты многими транзитными агентствами в конце 1990-х годов. GPS позволяет использовать географические информационные системы (ГИС), которые хранят, анализируют и отображают географическую информацию. ГИС используется для мониторинга местоположения транспортных средств, что позволяет поддерживать транзитные транспортные средства в соответствии с графиком и информирует пассажиров о точном времени прибытия. Системы общественного транспорта используют эту возможность для отслеживания железнодорожных, автобусных и других услуг, чтобы улучшить своевременную работу. Эта технология также позволяет эффективно реагировать на чрезвычайные ситуации. GPS является важным элементом в будущем ITS, поскольку он обеспечивает повышенную эффективность и безопасность для автомагистралей, улиц и систем общественного транспорта. Многие новые возможности возможны благодаря GPS, например, мгновенные автопарки, которые сопоставляют с близлежащими транспортными средствами в режиме реального времени.

В 1980-х годах появились новые технологические разработки - микропроцессоры, компьютеры, сенсоры, новые коммуникационные технологии и GPS, которые заложили основу для нынешнего и будущего

состояния и эволюции ИТС, а также позволили разработать и внедрить передовые технологии во всех областях транспорта в последующие десятилетия.

В 1980-е годы были очевидны три важные тенденции:

1. Общественные интересы и государственные/местные организации сформировали коалицию для разработки новых предложений по программе федеральной помощи в области транспорта.

2. В США, Европе и Японии отраслевые исследования были сосредоточены на потенциальных способах применения новых технологий к транспорту в форме концепций IVHS.

3. Государственные, федеральные и университетские исследователи организовали встречи для обсуждения потенциала передовых технологий.

В течение этого десятилетия несколько университетов начали официальные исследовательские программы, ориентированные на передовые технологии. Калифорнийская программа по передовым технологиям для шоссе (PATH) была одной из самых заметных из этих программ. Компания PATH была основана в 1986 году в сотрудничестве между Калифорнийским университетом в Беркли и Калифорнийским Департаментом транспорта (Caltrans) и до сих пор является активным и передовым исследовательским учреждением.

В то же время USDOT финансировал скромную программу университетских исследований и собственных исследований «автоматизированных автомобильных систем». Программа ERGS началась в начале 1970-х годов. ARCS была первой автономной системой наведения маршрута, которая использовала бортовой компьютер с оцифрованными картами, программное обеспечение для сопоставления карт. Отдел транспортных систем Федерального управления автомобильных дорог (FHWA) сотрудничал с несколькими университетами и проводил другие маломасштабные исследовательские проекты в области управления автострадами, передового управления дорожным движением, компьютерного

моделирования и информационных систем для водителей. В то же время заметные, хорошо финансируемые программы в Европе и Японии стимулировали глобальный интерес к потенциалу применения соответствующих технологий.

В некоторых районах Соединенных Штатов передовые технологии применялись в области управления движением по основным магистралям, обмена информацией о дорожных условиях и электронного взимания платы за проезд. В конце десятилетия лидеры отрасли, заинтересованные в этих новых технологиях, организовали ряд официальных встреч. Этот групповой диалог превратился в Mobility 2000, образованную в 1989 году в качестве информационно-пропагандистской группы для представления новой технологической перспективы в формировании политики.

«Мобильность-2000» была преимущественно добровольческой деятельностью и не имела официальных полномочий. Тем не менее, играла важную роль в объединении сторонников из различных учреждений, включая государственные и федеральные органы власти, промышленность, консалтинг и академические круги, чтобы представлять новую технологическую перспективу в формировании политики. Mobility 2000 мобилизовала поддержку для национальных усилий по IVHS и спонсировала первую Национальную конференцию лидеров по IVHS. Эта организация сыграла важную роль в определении концептуального определения IVHS и содействии формированию IVHS.

Лос-Анджелесская автоматизированная система наблюдения и контроля за дорожным движением, установленная в 1984 году, была первой, которая интегрировала детекторы транспортных средств, замкнутое телевидение и координированное время сигнала. [1]

В Японии программа System (CACS), начавшаяся примерно в 1976 году, во многом обязана своим стимулом американским электронным системам

[1] https://www.its.dot.gov/history/offline/download.pdf

наведения на маршрут (ERGS). Из этой японской программы в 1986 году развились RACS, а в 1987 году-AMTICS. RACS продвигался Министерством строительства Японии, в то время как АМТИКС продвигался Национальным полицейским агентством. В 1992 году Япония запустила свою программу по передовым исследованиям в области супер-интеллектуальных транспортных систем (SSVS). В середине 1990-х годов в результате совместных усилий министерств землепользования, транспорта и туризма, внутренних дел и коммуникаций, а также национального полицейского агентства была реализована самая современная в мире система информирования водителей при помощи встраиваемых в машины устройств (Vehicle Information and Communication System, VICS). Система была запущена в 1996 году, а с 2003 года она стала функционировать на территории всей страны.[2]

Европейское правительство инициировало свою программу DRIVE I, которая была запущена в 1989 году, как трехлетняя программа стоимостью 13 миллионов долларов. В 1992 году эта программа была продлена еще на три года под обозначением DRIVE II. Европейские программы по существу, параллельны американским.

В 1990-х годах большая часть работы в этой области проводилась в основном в США и странах Европы. Но они являлись не единственными. Канада делала сильный акцент на ITS, а также такие страны, как Австралия с ее SCATS (Sydney Coordinated Adaptive Traffic System, 1982) и Гонконг с ее РП.П (электронного взимания дорожных сборов, 1981). С 21 века работа началась также в странах Азии и Африки. Возможности интеллектуальных транспортных систем (ИТС) значительно выросли за последние 25 лет с момента создания Объединенного программного офиса ИТС.

В Китае в сентябре 2000 года был основан Центр интеллектуальных транспортных систем Технологического университета Ухань. Он направлен на повышение безопасности дорожного движения, сокращение выбросов

[2] URL: https://pdf.sciencedirectassets.com/271552/1-s2.0-S0895717700X00143/1-s2.0-089571779500137Q/main.pdf?X-Amz-Security-Token=IQoJb3JpZ2luX2VjEFwa

транспортных средств и экономию энергии при транспортировке по дорогам и водным путям. В 2003 году создан «Китайский Национальный технический комитет по стандартизации ИТС», в 2007 году принята «Стратегия развития ИТС Китая». Созданы институциональные основы для поэтапного и планомерного развития ИТС.[3]

История развития современных интеллектуальных транспортных систем (ИТС-систем) гражданского применения в России началась 1981 г.: по заданию Технического управления МВД СССР сотрудниками Омского политехнического института проводилась НИР «Ориентир». В 1983 г. сотрудники Московского научно-исследовательского института автоматической аппаратуры и Ленинградского научно-исследовательского радиотехнического института начали разработку автоматизированной системы управления передвижением подвижных милицейских групп г. Москвы с использованием сигналов ДВ ИФ РНС «Чайка»: системы «Патруль»

Сегодня в России, несмотря на отсутствие до настоящего времени планомерных работ по комплексному развитию ИТС, имелось и имеется достаточно много примеров попыток развития локальных элементов и систем, относящихся по современной технологии к ИТС. Это, созданные в конце 20 века, системы контроля и управления движения транспортных средств на всех видах транспорта, системы управления перевозками грузов и пассажиров, системы информирования и продажи билетов и другие информационно-управляющие системы. В настоящее время в России достаточно активно разрабатываются отдельные разрозненные элементы ИТС, что диктуется текущими потребностями рынка. Наблюдается четыре процесса, связанных с развитием ИТС: разработка различными предприятия ми и организациями собственных моделей ИТС; адаптация зарубежной и отечественной радиоэлектронной аппаратуры; предоставление локальных услуг (в основном мониторинга и дистанционной охраны автотранспорта) на основе разработок

[3] URL:https://ieeexplore.ieee.org/document/6385299

зарубежных фирм; широкая продажа бортовых комплексов сухопутной навигации и комплектующих. В области ИТС действует около 200 государственных и частных предприятий (производители, интеграторы, сервисные фирмы, провайдеры, дилеры), деятельность которых не координируется и не регламентируется в государственном масштабе.

С 2010 года по настоящее время развиваются автоматические системы транспортных средств и пилотные проекты, автомобильный GPS с маршрутизацией движения и объезда в реальном времени (Google Maps, Waze, INRIX и т.д.), сигналы слепой зоны, сигналы торможения, полосы движения, предупреждения об отъезде, электромобили.[4]

Одно из основных направлений развития ИТС, которое активно продвигается последние 15 лет – реализация концепции интеллектуального автомобиля. Работает международная программа «Транспортные средства повышенной безопасности». Уже первые опыты использования бортовых интеллектуальных систем показали, что они способны уменьшить количество ДТП на 40%, а число ДТП с летальным исходом до 50%.

Таким образом, в мире образовалось три крупнейших центра развития интеллектуальных транспортных систем. Это Азиатско-Тихоокеанский регион (Япония, Южная Корея, Китай, Малайзия, Австралия, Новая Зеландия), где Япония задает вектор развития, Америка (США и Канада) и Европа. Они и формируют глобальный рынок ИТС в течение последних 20 лет. Эволюция ИТС пошла похожими путями в Европе, Азии и Северной Америке.

Периодизация этапов развития ИТС и ключевые события представлены на рисунке ниже (Рисунок 3).

[4] URL: https://www.ibtta.org/sites/default/files/documents/2017/Atlanta/Schiemer_Matthew.pdf

Рисунок 1. Этапы мирового развития ИТС

Источник: составлено автором

Глава II. Технологические аспекты развития ИТС

2.1 Принципы функционирования технологических решений интеллектуальных транспортных систем

Основой для формирования архитектуры ИТС служит перечень пользовательских услуг ИТС, т.е. структуры связанных подсистем, которые вместе обеспечивают предоставление пользовательских услуг с использованием своих функциональных возможностей и определенных интерфейсов между собой.

ИТС – это интеллектуальная система, которая использует различные инновационные разработки для управления автомобильными потоками, предоставляет участникам движения большую степень безопасности и осведомленности дорожной ситуацией по сравнению с традиционными транспортными системами.

ИТС может включать в себя различные модели, технологии и системы. Чаще всего это системы управления светофорной сетью, регулирования перевозок грузов, распознавания регистрационных номеров транспорта до систем разводки мостов, метеообеспечения. В ИТС могут применятся различные модели, которые учитывают огромные объемы накопленной дорожной информации. Схема работы ИТС представлена на рис. 1.

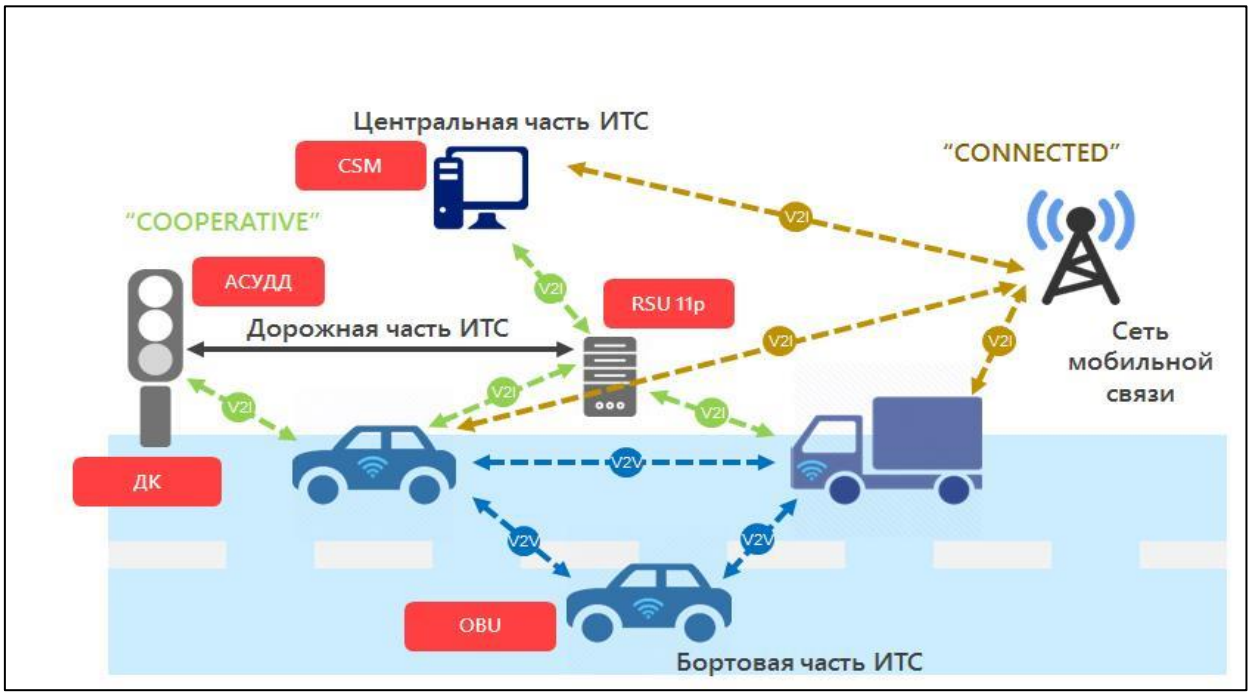


Рис. 8 – Функционирование ИТС
Источник: SumPro

В большинстве развитых стран в различных регионах внедрены и используются подсистемы ИТС, направленные на решение самых разных прикладных задач. С их помощью удается если не решить полностью, то снизить остроту таких проблем, как транспортные заторы, высокий уровень загрязнения воздуха, неэффективная работа общественного транспорта[5].

В типовом варианте национальные архитектуры ИТС большинства государств содержат три уровня: организационный, транспортный, коммуникационный (иерархия представлена на рисунке ниже).

Рис.9 Уровни архитектуры ИТС

[5] URL: http://www.dorros.ru/its-2/mirovoj-opyt-vnedreniya-i-razvitiya-its/

Источник: Составлено автором по данным dorros.ru

Рассмотрим подробнее, что включает в себя каждый из уровней.

1. *Организационный уровень* включает органы управления, стратегии управления, механизмы финансирования и процессы, которые требуются для эффективного внедрения, эксплуатации и содержания ИТС. Организационный уровень является нижним, потому что необходимым условием успешной реализации программы создания и эксплуатации ИТС является надежная организационная поддержка и эффективные решения.

2. *Транспортный уровень* включает подсистемы и интерфейсы, используемые для предоставления транспортных услуг, а также основные функции и описания данных, требуемые для каждой конкретной транспортной услуги. Транспортный уровень является основным и важнейшим компонентом архитектуры ИТС.

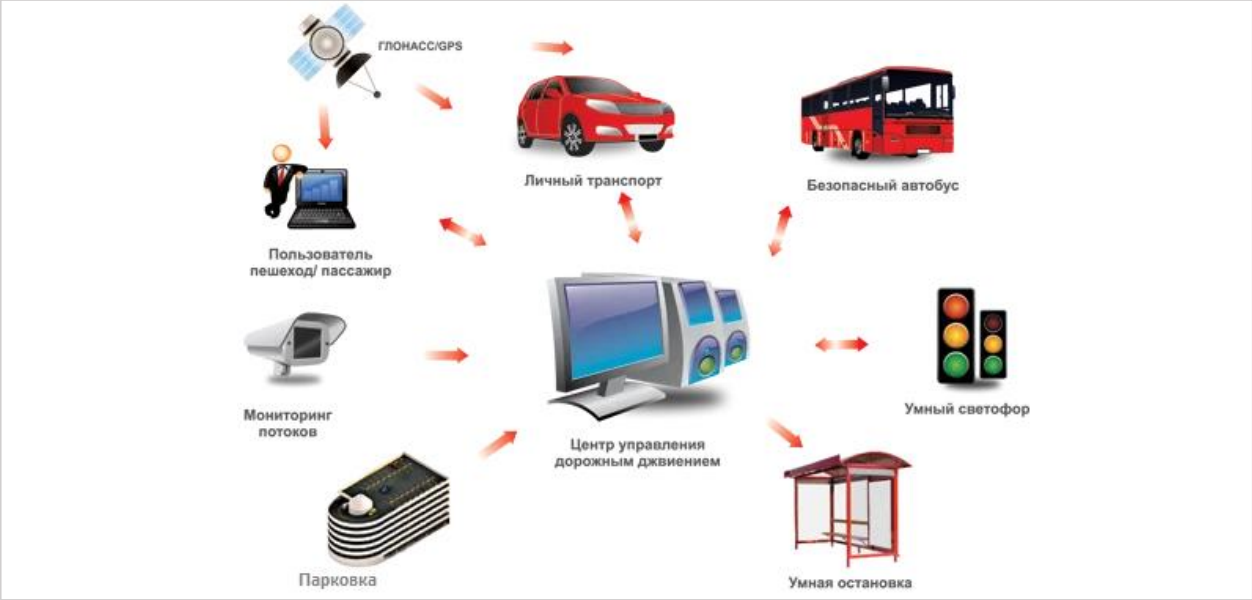
3. *Коммуникационный уровень* содержит общее описание коммуникационных услуг и технологий передачи данных. Архитектура ИТС ориентирована на системную интеграцию, а системная интеграция, в свою очередь, требует эффективных коммуникаций. Для коммуникационного уровня разработан целый ряд стандартных протоколов взаимодействия.

Не существует универсальной телекоммуникационной технологии, единой и достаточной для коммуникационного уровня. Выбор набора используемых телекоммуникационных технологий всегда должен соответствовать требованиям приложений и окружающей среды. Это еще раз подчеркивает необходимость разработки интегрированных решений, включающих в себя все необходимые телекоммуникации и скрывающих их разнородность. В физической архитектуре ИТС, как правило, представлены подсистемы, разделенные на 4 класса: бортовые подсистемы; полевые подсистемы; подсистемы центра; подсистемы для участников движения.

Интеллектуальные транспортные системы предоставляют транспортные решения с использованием самых современных информационных и телекоммуникационных технологий. Согласно подходу отечественных

специалистов[6], занимающихся вопросами разработки методологии в области ИТС, выделяют понятие опорных технологий ИТС, которые определяются как технологии, использующие выходы отдельных частных процессов, синхронизированных во времени, по коду и в пространстве. К опорным технологиям ИТС относятся, например, технологии транспортного планирования, информирования водителей легковых автомобилей, электронный сбор оплаты за проезд на автомагистралях, управление общественным транспортом, управление перевозками грузовыми транспортными средствами, директивного и косвенного управления транспортными потоками и т.п.

Следует отметить, что большинство инновационных решений в области ИТС представляют из себя кросс-технологические решения с задействованием работы множества технических средств, работающих на основе различных технологий. На рисунке ниже представлен принцип работы современных



систем управления дорожным движением (Рис. 5).

Рис. 10 Принцип работы современных систем управления городским трафиком
Источник: Росавтодор

[6]URL: «Интеллектуальные транспортные системы» Жанказиев С.В. Москва, МАДИ, 2016

Большинство из задействованных при построении подобных систем технологий находят свое применение не только в ИТС, и широко используются в различных сферах и технических устройствах. На основе существующих подходов, по функциональному признаку можно выделить стек основных технологий, используемых в интеллектуальных транспортных системах, таких как:

- Сенсорные технологии
- Технологии связи нового поколения
- Технологии навигации
- Технологии автоматизация управления транспортным средства
- Технологии передовых систем содействия водителю
- Технологии человеко-машинного интерфейса
- Сквозные цифровые технологии нового поколения (большие данные и искусственный интеллект)
- Интеллектуальные интеграционные платформы

Говоря о взаимном влиянии технологического развития смежных решений. следует отметить позитивное влияние со стороны развития во всем мире концепции MaaS (мобильность как услуга) на динамику уровня развития интеллектуальных транспортных систем в различных регионах.

В России наиболее представленным сегментом интеллектуальных транспортных систем в городских агломерациях являются *автоматизированные системы управления дорожным движением (АСУДД)*. АСУДД— это комплекс программно-технических средств и мероприятий, направленных на обеспечение безопасности движения, оптимизацию движения транспортных потоков, улучшение параметров улично-дорожной сети, улучшение экологической обстановки. Внедрение автоматизированных систем управления дорожным движением является технологичным способом повысить эффективность использования улично-дорожной сети. Базовый функционал такого рода систем – видеонаблюдение за дорожной обстановкой, централизованное управление светофорными объектами, автоматический

мониторинг параметров транспортного потока и автоматический мониторинг состояния периферийных объектов системы.

Ниже будут рассмотрены ключевые с точки зрения развития интеллектуальных транспортных систем группы технологических решений.

2.1.1 Сенсорные технологии

Основополагающими для развития ИТС стало развитие технологий датчиков. Системы датчиков помогают собирать данные о транспортной сети, дорожном полотне и автомобилях.

За последнее десятилетие сенсорная техника стала повсеместной и привлекла к себе большое внимание. Датчики используются во многих областях, таких как здравоохранение, сельское и лесное хозяйство и др. На транспорте сенсорные системы находят широкое применение при создании систем управления дорожным движением, продуктов безопасности и медиа-систем. В последнее время датчики и сенсорные механизмы, такие как датчик давления в шинах и системы обзора заднего вида стали обязательным (в соответствии с федеральным законодательством США) при производстве транспортных средств и внедрении интеллектуальных транспортных систем, что призвано повысить безопасность дорожного движения и уменьшит заторы на дорогах. Другие датчики опционально устанавливаются производителями для контроля характеристик и состояния автомобиля, что обеспечивает более высокую эффективность и помощь водителям. В настоящее время среднее количество датчиков в автомобиле составляет около 60–100, но по мере того, как автомобили становятся «умнее», количество датчиков может достигать 200 датчиков на автомобиль[7].

Датчики различаются:

- По месту их установки:

[7] URL: Sensor Technologies for Intelligent Transportation Systems https://www.researchgate.net/publication/324552482_Sensor_Technologies_for_Intelligent_Transportation_Systems

- Дорожные датчики, размещаемые на дорогах или на передвижных дорожных лабораториях или пунктах контроля, и используемые для сбора информации о параметрах и условиях дорожного движения.
- Автомобильные, используемые для сбора информации о параметрах движения и состоянии транспортного средства и устанавливаемые на самом ТС.

➢ По их назначению:

- Для мониторинга дорожной ситуации и транспортного потока для обеспечения безопасности,
- Для диагностики, для поддержания комфортной среды, для мониторинга обстановки вокруг транспортного средства, для мониторинга стиля вождения и других целей.

Таблица 1. Применение датчиков в приложениях ИТС

Приложение	Задача	Применяемые датчики
Управление дорожным движением	Управление трафиком Мониторинг Управление полосами движения Управление парковками Взимание платы Управлением движением на перекрестках	Индуктивные петли, RFID Видеокамеры Радары Лазерные детекторы Ультразвуковые датчики Датчики сближения
Диагностика	Диагностика двигателя Контроль давления в шинах Диагностика подвески Диагностика топливной системы Дистанционная диагностика	Датчики давления, Датчики уровня топлива Датчики подушек безопасности Датчики состава топливной смеси Датчики скорости
Безопасность	Удержание ТС на полосе движения Адаптивный круиз контроль Информация о мертвой зоне Система экстренного оповещения водителя Предупреждение об опасности на дороге Предупреждение о столкновении на перекрестке	Датчики скорости Радары Лазерные детекторы Ультразвуковые датчики Датчики сближения

Приложение	Задача	Применяемые датчики
	Предупреждение столкновения	
Информирование	Информация перед началом поездки Указание места парковки Информирование по ходу движения Туристические объекты, общественные события и мероприятия Загружаемые электронные карты	Датчики местоположения, Метеодатчики, датчики дождя, температуры, влажности, Приемники ГНСС
Окружающая среда	Метеопрогноз Система анализа состояния дорожного покрытия Мониторинг состояния экологических параметров	Датчики температуры на поверхности дороги Датчики влажности Датчики обледенения Датчики состояния дорожного покрытия
Водитель	Мониторинг физического и эмоционального состояния Контроль засыпания Предупреждение водителя	Видеокамера Термисторы Датчики сердечного и мозгового ритма Датчики дыхания Датчики пульса

Источник: Статья «Технологии датчиков в ИТС»

Приведем краткую характеристику по группам автомобильных и дорожных датчиков.

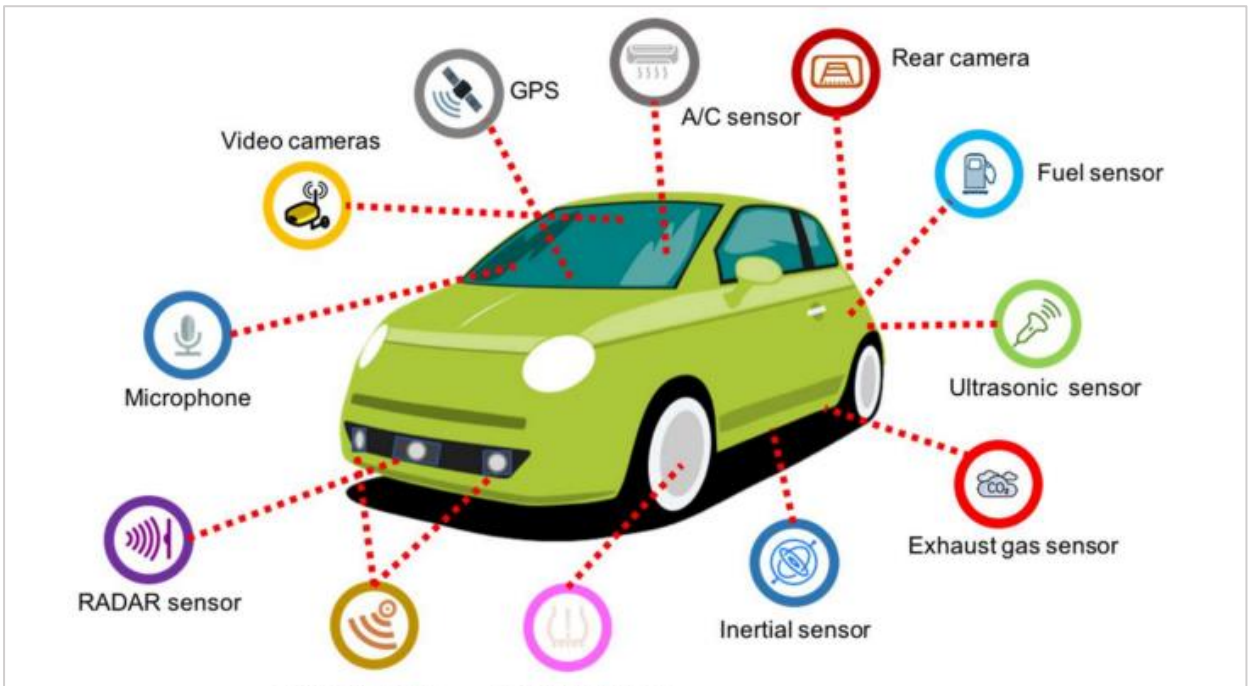


Рисунок 2. Различные типы датчиков (по функциональному признаку), устанавливаемые в транспортных средствах

Источник: Статья «Технологии датчиков в ИТС»

Датчики, устанавливаемые в транспортных средствах («in-vehicle sensors»), способствуют решению масштабных задач, таких как:

- Снижение заторов на дорогах и преодоление трудности с парковкой,
- Сокращение времени в пути,
- Снижение уровни выбросов CO2,
- Уменьшение числа дорожно-транспортных происшествий.

Системы датчиков используются для мониторинга состояния и улучшения характеристик автомобиля, а также с целью повысить комфорт управления транспортным средством. На рисунке 39 показаны некоторые из наиболее широко используемых датчиков в транспортных средствах. Всего на рисунке продемонстрировано 12 датчиков: инфракрасный датчик, радиолокационный датчик, микрофон, видео-камера, GPS, датчик кондиционирования, камера заднего вида, датчик уровня топлива, ультразвуковой датчик, датчик выхлопных газов, инерционный датчик, датчик давления.

Дорожные датчики, используемые ИТС, делятся на две категории: интрузивные (устанавливаемые в дорожном полотне или на его поверхности) и не-интрузивные (устанавливаемые на/над обочиной, на рамных конструкциях над дорогой, или по обеим сторонам дороги).

Интрузивные датчики чаще всего используются в системах управления дорожным движением для подсчета количества ТС и количества осей ТС, контроля нагрузки на ось, определения полной массы ТС (взвешивание ТС без его полной остановки), контроля скорости ТС (по межосевому интервалу), а также для идентификации ТС, определения их размеров и классификации и контроля парковочных мест.

Неинтрузивные датчики устанавливаются в различных местах на дороге (кроме над ней) и могут определять движение транспортного средства и другие параметры, такие как скорость транспортного средства и покрытие полосы движения. Минусами таких датчиков является их дороговизна и зависимость от условий окружающей среды. Эта группа датчиков также чаще

всего используется в системах управления дорожным движением для фиксации факта проезда ТС, подсчета количества ТС, определения скорости ТС, их идентификации по радиометкам или на основании регистрационного номерного знака, распознавания типа/классификации ТС, контроля полосы для специальных видов транспорта, контроля скорости и других нарушений ПДД. Кроме того, они используются в системах взимания платы за проезд по дорогам и в некоторых других системах.

2.1.2 Технологии связи нового поколения

Общая характеристика используемых в транспортной телематике коммуникационных технологий. Современные транспортные средства оснащаются большим количеством датчиков и электронных систем, соединенных локальной сетью внутри автомобиля. Ниже в таблице приведена классификация протоколов и сетей связи используемых в ИТС и в автомобильной телематике на основе анализа диапазонов скоростей передачи данных для различных приложений (Табл. 3).

Таблица 3. Протоколы и сети связи, используемые в ИТС ТС

Скорость передачи данных	**Домен приложения**	**Протоколы**
Задержки		**Коммуникационные сети**
Менее 10 кб/с (2400; 9600; 10400; 19200; 20000 Бод)	Мониторинг и управление не ответственными системами ТС	LIN – Local Interconnect Network - Сеть управления автомобильными системами низкой ответственности.
Задержка порядка сотен миллисекунд		Протокол LIN по стандарту ISO 17987 предназначен для создания недорогих локальных сетей обмена данными внутри автомобиля по одноименной однопроводной шине.

Скорость передачи данных	Домен приложения	Протоколы
Задержки		Коммуникационные сети
		По шине LIN управляются различные приводы (корректоры фар, заслонки климатической системы, приводы центрального замка), а также собирается информация с датчиков (датчики дождя, света, температуры), о состояниях переключателей на панелях управления и т.п., а также об ответных действиях различных устройств.
		TTP/A – Time Triggered Protocol - безопасный и отказоустойчивый открытый синхронный сетевой протокол для систем управления, в т.ч. и в автомобилях по стандарту SAE-AS6003 (2011).
10-25 Кб/с	Автомобильная автоматика	Controller Area Network - Сеть Контроллеров. Стандарт ISO11898 промышленной сети, ориентированный, прежде всего, на объединение в единую сеть различных исполнительных устройств и датчиков. Режим передачи - последовательный, широковещательный, пакетный.
	Общие данные (температура, влажность, уровень звука и др.) не относятся к диагностической или критической информации	Протокол CAN ISO 15765 применяется во всех высокотехнологичных системах современного автомобиля для связи электронного блока управления с периферийными устройствами и контроллерами исполнительных механизмов и различных систем безопасности.
		Шина CAN-B по стандарту J1850
Выше 1Мб/с	Мультимедийные и информационно-развлекательные приложения	Bluetooth, FlexRay, ZigBee, WiFi и UWB (Ultra Wide Band)

Источник: информация о протоколах

В настоящее время существует несколько коммуникационных технологий для обмена данными между транспортными средствами, транспортной инфраструктурой и даже пешеходами.

Стандарт мобильной связи нового поколения 5G

Наряду с автоматизацией, одним из наиболее актуальных трендов в автомобильной индустрии является рост «подключенности» транспортных средств. Всеобщий тренд на цифровизацию, внедрение цифровых технологий нового поколения и развитие концепции «Интернет вещей» (IoT) способствуют массовому внедрения различного рода подключаемых программных решений и телематических устройств на борту автомобиля. Развитию подключенности на транспорте также способствуют различные национальные проекты и государственные инициативы, направленные на создание единых информационных систем и национальных платформ автомобильных данных, систем экстренного реагирования (таких как ЭРА-ГЛОНАСС). Так, согласно прогнозу McKinsey, к концу 2022 года около 400 млн автомобилей будут подключенными. В условиях развития таких тенденций одним из важнейших элементов в инновационном развитии автомобильного транспорта является развитие технологий связи, способных обеспечить обмен данными с минимальной задержкой. Безусловно. одним из определяющих факторов в развитии подключенных и автономных автомобилей на сегодняшний день является внедрение и расширение территориального покрытия сетями нового поколения 5G.

5G - стандарт сотовой связи следующего поколения после 4G (Long Term Evolution [LTE], LTE Advanced [LTE-A] и LTE-A Pro), определенный в нескольких стандартах - Международного союза электросвязи (ITU), Проекта партнерства третьего поколения (3GPP) и Европейского института телекоммуникационных стандартов (ETSI). Развитие стандарта сотовой связи определяет эффективность применения всей подключенной дорожно-транспортной инфраструктуры.

5G сети представляют собой новое поколение мобильной связи, характеризующееся более продвинутыми параметрами по сравнению с сетями 4G. В понятие 5G также входят принципы и концепции, описывающие

особенности организации мобильной сети нового поколения. Данные сети основаны на стандартах 5G/IMT-2020, которые разрабатываются Международным Союзом Электросвязи. Важность исследования и развития 5G сетей заключается в том, что данные сети потенциально позволяют создавать и масштабировать экосистемы для инноваций в сфере Интернета вещей.

Важной технологической особенностью сетей 5G является выделение миллиметровых частот от 24 ГГц для широкополосного мобильного доступа. Данный подход позволяет существенно повысить скорость передачи информации по сравнению, например, с оптико-волоконным кабелем (более чем в 10 раз).

Ключевые характеристики стандарта приведены в таблице ниже (см. таблицу 3).

Таблица 3. Ключевые характеристики стандарта связи 5G

Характеристика стандарта связи	Значение
Диапазон частот	2,5 - 3,8 ГГц
Скорость передачи данных	до 10 Гбит/с
Задержка передачи сигнала	1-5 мс
Расстояние передачи сигнала	до 3,8 км

Стандартизация сетей 5G/IMT-2020 практически полностью закончена в 2021 году. Данные сети готовы для полноценного внедрения в текущих сетях связи по всему миру. В частности, сети 5G успешно внедрены в ряде городов США (например, Лос-Анджелес), в Великобритании (Лондон), Южной Корее, Германии (Берлин), Китае и др.

Важной особенностью 5G сетей является их гетерогенность, под которой понимается объединение нескольких сетей в рамках одной сети. Гетерогенность на практике используется для того, чтобы улучшить качество связи для территорий, находящихся на границе зоны обслуживания. Улучшение качества связи достигается за счет возможности одновременного

использования сетей радиодоступа на различных радиотехнологиях 5G/4G/WLAN.

Технологии V2X (C-V2X / DSRC / ITS-G5)

Согласно мнению многих экспертов, на сегодняшний день одним из критически важных моментов в развитии и внедрении высокоавтоматизированных автомобилей является создание подключаемой дорожной инфраструктуры, способной обеспечить обмен данными с автономными транспортными средствами и другими участниками дорожного движения с минимально возможной задержкой посредством технологии связи ближнего радиуса. Технологии беспроводной связи ближнего радиуса между транспортным средством и инфраструктурой, другими транспортными средствами, либо другими субъектами, которые могут быть затронуты транспортным средством либо оказать влияние на развитие ситуации на дороге объединяются под общим термином V2X (Vehicle-to-Everything).

Роль технологий в развитии транспорта. V2X является одной из ключевых технологий, лежащих в основе позитивных эффектов для формирования новой более безопасной транспортной среды будущего. Технологии связи V2X имеют немаловажное значение как с точки зрения развития подключенности автомобилей и повышения безопасности на дороге в целом, так и с точки зрения обеспечения безопасной езды высокоавтоматизированных автомобилей на первоначальной стадии их внедрения.

Данная группа технологий подразделяется на следующие составляющие.

Аббревиатуры V2X подразумевает в себе несколько составляющих:

- **V2V** – связь между транспортными средствами,
- **V2I** – связь между ТС и дорожной инфраструктурой,
- **V2P** – связь между ТС и пешеходами,

- **V2N/V2C** - связь между ТС и мобильными сетями/облачными сервисами.

Также выделяют 2 типа технологий V2X в зависимости от архитектуры каналов передачи данных: **C-V2X** (Cellular V2X, или сотовая V2X) и **ITS-G5 / DSRC** (Digital Short Range Communication). На сегодняшний день технология C-V2X использует для передачи информации соединение LTE, однако в будущем ожидается, что технология будет работать на базе сетей 5G. Связь пятого поколения в сравнении с LTE будет обладать меньшей задержкой сигнала, что позволит автомобилям осуществлять эффективную коммуникацию между собой и с инфраструктурой, принимать мгновенные решения (например, пересылать и принимать сигналы о резком торможении одного из участников дорожного движения).

Различные группы технологий V2X и конкретные примеры взаимодействия между беспилотным транспортным средством (БТС) и различными участниками дорожного движения посредством V2X-связи проиллюстрированы ниже (см. рисунок).

Технология V2V предполагает обмен данными непосредственно между транспортными средствами - технология обмена информацией между подключенными ТС позволит избежать различного рода столкновений. в частности, при переезде через нерегулируемые перекрестки, при повороте налево при движущемся встречном потоке и т.д. Стоит отметить, что обмен данными между высокоавтоматизированными автомобилями является необходимым условием для их безопасного внедрения на дорогах общего пользования.

Технология обмена данными между ТС и инфраструктурой также важна в плане обеспечения безопасного движения автономного транспорта (в более широком аспекте – подключенного транспорта). Обмен данными между автомобилем и инфраструктурой позволит обеспечить безопасное движение БТС в условиях плохой видимости, например, в условиях тумана или обильного снегопада.

Рис. Виды технологий связи нового поколения V2X и сценарии их использования

Источник: составлено автором

Немаловажным аспектом, способствующим повышению безопасности на дороге, является взаимодействие *между ТС и пешеходами (технология V2P).* Автомобиль выявляет частотный диапазон смартфонов или гаджетов, которыми пользуются пешеходы, что позволяет оценить скорость и направление движения людей. Это даёт возможность подать сигнал об опасности, как водителю, так и пешеходу. Внедрение подобной технологии позволит снизить смертность на нерегулируемых или неосвещённых участках дороги.

Развитие технологий V2N/V2C (vehicle-to-net и vehicle-to-cloud) – обмена данными между транспортным средством и сетями/облачными сервисами - важны как для общего удобства и повышения безопасности на дороге в целом, так и для критически важных коммуникаций, таких как E-Call и ЭРА-ГЛОНАСС. Развитие технологий связи данной группы позволит повысить эффективность работы правоохранительных органов и аварийно-спасательных служб.

Благодаря мгновенному обмену данными V2X позволяет использовать такие приложения для обеспечения безопасности дорожного движения, как:

- Предупреждение о лобовом столкновении;
- Предупреждение о смене полосы движения / предупреждение о слепых зонах;
- Предупреждение об аварийном электрическом стоп-сигнале;
- Ассистент движения на перекрестке;
- Приближение аварийного автомобиля;
- Предупреждение о дорожных работах;
- Движение в колонне.

В отчете Национального управления безопасности дорожного движения США (NHTSA) «Связь между транспортными средствами: готовность технологии V2V к применению[8]» перечислены первоначальные варианты использования, предусмотренные для США. Европейский орган по стандартизации ETSI и Сообщество автомобильных инженеров SAE опубликовали свои стандарты, регламентирующие применение V2X технологий. Первые варианты использования ориентированы на безопасность и эффективность дорожного движения.

В среднесрочной перспективе V2X воспринимается как ключевой инструмент для автономного вождения, предполагая, что ему будет разрешено вмешиваться в фактическое вождение.

Ниже в таблице приведены сравнения технологий для V2X связи (см. таблицу 4).

Таблица 4 – Сравнения технологий для V2X связи

Характеристика	IEEE 802.11p	LTE-V2V	5G
Выпуск спецификации	2010	2016	**2018**

[8] U.S. Department Of Transportation National Highway Traffic Safety Administration, Preliminary Regulatory Impact Analysis Fmvss No. 150 “Vehicle-To-Vehicle Communication Technology For Light Vehicles” Office of Regulatory Analysis and Evaluation National Center for Statistics and Analysis, November 2016.

Характеристика	IEEE 802.11p	LTE-V2V	5G
Дальнейшее улучшения протокола	не планируются	ведутся на данный момент	ведутся на данный момент
Поддержка V2I	установка RSU для транспорта	базовая станция LTE eNodeB	Виртуализированная инфраструктура
Управления радиоресурсом	CSMA/CA(collision avodance mechanism)	SC-FDMA (orthogonal resources)	OFDM
Синхронизация времени	не требуется	нужен GNSS	не требуется
Ширина канала	10 МГц	до 100 МГц	30 ГГц-300ГГц
Ёмкость сети	низкое	высокое	высокое
Средняя скорость передачи данных	27 Мбит\с	50 Мбит\с	1 Гбит\с

Рассматривая аспект влияния развития технологий V2X на развитие транспорта (в частности, автомобильной отрасли) в более глобальном масштабе, следует отметить, что формирование концепции новых предлагаемых автопроизводителями моделей автомобилей с интегрированным в них ADAS-системами и системами автоматизации вождения высоких уровней как инновационных автомобилей будущего способствует активной интеграции в них различных инновационных технологических решений, не обходя стороной и модули связи V2X. При условии повсеместного развития технологии и создания соответствующей инфраструктуры задействование V2X сделает высокоавтоматизированные автомобили еще более безопасными и комфортабельными.

V2X является общим термином для системы связи автомобиля, где информация от датчиков и других источников передается по каналам с высокой пропускной способностью, низкой задержкой и высокой надежностью, прокладывая путь к полностью автономному вождению. Существует несколько компонентов V2X, включая связь «транспорт-транспорт» (V2V), связь «транспорт-инфраструктура» (V2I), связь «транспорт-пешеход» (V2P) и связь «транспорт-сеть» (V2N). В этой

многоплановой экосистеме автомобили будут общаться с другими автомобилями, с инфраструктурой, такой как светофоры или парковочные места, с пешеходами, использующими смартфон, и с центрами обработки данных через сотовые сети. Различные варианты использования будут иметь различные наборы требований, которые система связи должна обрабатывать эффективно и с минимальными затратами[9]. Участники дорожного движения и инфраструктура используют собранные данные для информирования подключённых станций об объектах, таких как пешеходы, препятствия и другие транспортные средства На рис. изображены различные виды связи V2X.

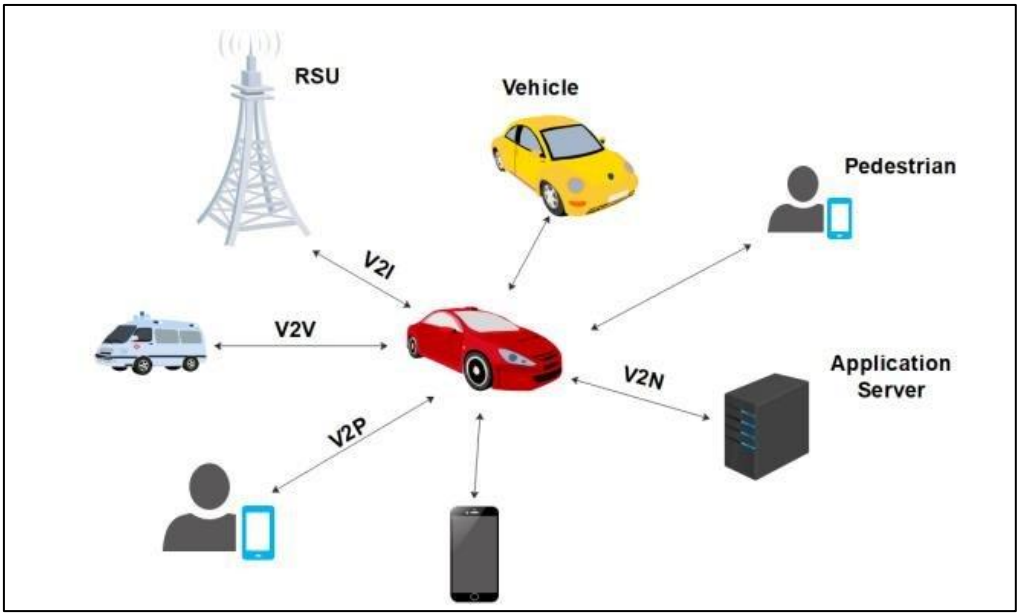


Рис. 12 - Использование V2X
Источник: составлено автором

Связанные транспортные средства и технологии автономных автомобилей часто рассматриваются как отдельные технологии, но на самом деле они связаны друг с другом. Эффективная связь между этими двумя технологиями усиливает их взаимодействие в направлении лучшей реализации интеллектуальной транспортной системы. Связь между транспортными средствами (V2V) и между транспортными и

[9] http://www.sut.ru/doci/nauka/1AEA/ITT/2020_3/20-26.pdf

инфраструктурой (V2I) позволяет автомобилям взаимодействовать друг с другом и с аппаратными устройствами инфраструктуры для поддержки множества приложений.

Поддержка систем V2X – это одно из ключевых требований для подключённого транспортного средства будущего. Технология V2X тесно связана с понятием совместной мобильности, которая позволяет автомобилям обмениваться друг с другом различной информацией. 5G, благодаря более низкой задержке при установке соединения, сделает взаимодействие через V2X более эффективным, а движение самоуправляемых автомобилей на интеллектуальных дорогах – более безопасным[10]. Чтобы технология V2X стала реальностью, две области – автомобильная и телекоммуникационная, должны расширить зону охвата 5G-сигнала и обеспечить уверенный приём.

V2X-взаимодействие может строиться с помощью множества различных технологий и протоколов радиосвязи. В нескольких странах уже применяется технология автоматической оплаты проезда по платной дороге с помощью взаимодействия автомобиля и инфраструктуры на основе технологий DSRC (выделенная связь на короткие расстояния).

Интеграция в самоуправляемые транспортные средства является логическим следующим шагом для C-V2X. Различные программы оценки новых автомобилей (NCAP) внедряют коммуникационные технологии для подключённых автомобилей. Лидирует Китай, в силу масштабного развёртывания транспортных средств и инфраструктуры C-V2X. Европа также активна, о чём свидетельствует новый Европейский стандарт (EN), позиционирующий C-V2X в качестве технологии доступа для

[10] https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%A1%D1%82%D0%B0%D1%82%D1%8C%D1%8F:Vehicle-to-Everytning_(V2X)_5G_%D0%B2_%D1%8D%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D1%8E%D1%86%D0%B8%D0%B8_%D0%B0%D0%B2%D1%82%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%B1%D0%B8%D0%BB%D0%B5%D0%B9

Интеллектуальной транспортной системы (ITS), разработанной Европейским институтом стандартизации электросвязи (ETSI)[11].

Для перехода к полностью беспилотному движению необходимо постепенно строить интеллектуальную многоагентную транспортную систему. Некоторые системы, реализующие часть функциональности интеллектуальных транспортных систем (ИТС), уже существуют – для них характерна низкая интеграция подсистем, малая функциональность, малое количество объектов в сети. Примерами таких систем могут быть, например, система автоматической оплаты проезда по платной дороге или отдельные беспилотные автомобили[12].

Взаимодействие и управление оборудованием RSU (road-side-unit)

Интернет транспортных средств (IoV) может значительно улучшить условия вождения транспортных средств, но характеристики мобильности транспортных средств выдвигают более высокие требования к надежности системы IoV. В качестве важного компонента IoV развертывание RoadSide Unit (RSU) напрямую влияет на производительность системы IoV для транспортных средств, а разумное развертывание RSU может снизить затраты на ресурсы и повысить эффективность работы системы[13].

RSU играет важную роль в передаче и маршрутизации данных, таких как каталог данных о трафике, распространение данных, управление безопасностью, сервер определения местоположения и агент службы. В программно-определяемых транспортных сетях (SDVN) RSU служат в качестве коммутаторов SDN и должны пересылать пакеты данных с терминальных транспортных средств. RSU действует как коммутатор SDN, обслуживает контроллер и пересылает правила потока на встроенный коммутатор. Из-за частого изменения топологии сети, вызванного высокой

[11] http://vestnik-glonass.ru/news/avtonet/cv2x-ekonomit-vremya-i-dengi/
[12] https://elibrary.ru/download/elibrary_45675653_63049905.pdf
[13] https://www.hindawi.com/journals/misy/2021/9980093/

мобильностью транспортных средств, изменение правил потока является критичной по времени задачей. Следовательно, необходимо еще больше улучшить коммуникационный контакт между RSU и автомобилем[14].

В 2020 году компания Qualcomm Technologies представила референсную платформу Qualcomm C-V2X для бортовых и придорожных блоков (road-side- unit, RSU). Платформа Qualcomm C-V2X дополняет коммуникационные C-V2X-решения, предлагая необходимую вычислительную мощность для реализации полного спектра решений беспроводной связи 4G, 5G и C-V2X, таких как мультичастотные сервисы GNSS для точного определения местоположения, обеспечение информационной безопасности, подписывание и верификация сообщений V2X, и стеки V2X-приложений интеллектуальной транспортной системы (Intelligent Transport System, ITS). Платформа Qualcomm C-V2X базируется на архитектуре малой мощности Qualcomm Technologie[15].

Архитектура ARC-IT

Архитектура ARC применяется в различных микроконтроллерах для широчайшего спектра высокотехнологичной продукции, а каждый год на основе ARC производится около 1,5 миллиарда устройств. ARC-IT предоставляет общую структуру для планирования, определения и интеграции развертываний интеллектуальных транспортных систем. Архитектура была разработана и развивалась при участии заинтересованных сторон с использованием методологии достижения консенсуса в соответствии с законодательными указаниями. ARC-IT отражает вклад широкого круга участников сообщества ИТС и предоставляет исчерпывающий справочный материал для планирования развертывания интеллектуальных транспортных систем. В целях разработки рассматриваемого продукта и проведения

[14] https://www.hindawi.com/journals/misy/2021/9980093/

[15] https://www.tadviser.ru/index.php/%D0%9F%D1%80%D0%BE%D0%B4%D1%83%D0%BA%D1%82:Qualcomm_C-V2X

тестирования испытательного макета представляется целесообразным рассмотреть возможность конструирования макета ИТС на основе принципов данной архитектуры.

2.1.3 Технологии навигации

Транспортная навигационная система - это часть системы бортового управления транспортного средства или надстройка стороннего производителя, используемая для определения его местоположения и направления движения. Обычно данные системы используют спутниковое навигационное устройство для получения данных о местоположении, которые затем сопоставляются с положением на карте. Информация о дорожной обстановке может использоваться для корректировки маршрута в режиме реального времени.

С математической точки зрения автомобильная навигация основана на задаче поиска кратчайшего пути в рамках теории графов, которая дает ответ на вопрос, как определить наиболее подходящий маршрут, соответствующий некоторым критериям (самый короткий, самый быстрый и т. д.) между двумя заданными точками.

Навигационные системы имеют решающее значение для развития беспилотных транспортных средств.

В качестве навигационных систем на транспорте в подавляющем большинстве случаев используются глобальные спутниковые навигацуионные системы (ГНСС), такие как GPS (Global Positioning System — глобальные системы позиционирования), которые позволяют определять географические координаты и высоту расположения подвижного объекта с высокой точностью (от 5 до 100 м). Система GPS принадлежит Министерству обороны США, которое предоставляет их для гражданских пользователей безвозмездно. С каждого спутника непрерывно передаются радиосигналы: специальным образом закодированные метки времени, позволяющие синхронизировать часы в приемниках GPS, установленных на подвижных

объектах, и с очень высокой точностью вычислять время прохождения сигнала от спутника до приемника. Применяемые для кодирования псевдослучайные последовательности дают возможность передавать эту информацию без значительных затрат мощности и принимать ее с помощью антенн очень малого размера. В свою очередь, каждый спутник получает информацию о своих координатах от сети наземных станций слежения. Для определения своего местоположения оборудование GPS, установленное на ТС, должно «увидеть» не менее четырех спутников. Хотя положение точки в двумерной плоскости однозначно определяется из трех точек, четвертый спутник необходим для коррекции времени в приемниках GPS, в которых, в отличие от спутников, имеющих высокоточные атомные часы, используются менее точные кварцевые. Большее количество спутников необходимо для определения координат в трехмерном пространстве (с учетом высоты местности) и для повышения точности измерений, так как сигнал от спутника может быть искажен отражением от высоких зданий, природных преград и т.д. Развертывание системы (строительство наземных станций и вывод на орбиту спутников) продолжалось с 1974 по 1993 г. С 1983 г. началось использование системы в гражданских целях, причем вводилась специальная коррекция сигнала для снижения точности позиционирования. С 2000 г. это ограничение точности было снято.

Развертывание российской системы, аналогичной GPS - ГЛОНАСС - на первом этапе проходило с 1982 по 1995 г., однако изначально необходимого количества спутников на орбиту выведено не было, и по экономическим причинам в 2001 г. ее функционирование было приостановлено. С 2010 г. началось восстановление системы, и в настоящее время она полноценно функционирует. Используемые частоты и кодировка сигнала в обеих системах принципиально

совместимы, поэтому множество фирм-производителей навигационных систем выпускают приемники, способные работать одновременно со спутниками как GPS, так и ГЛОНАСС. Это существенно повышает точность

и надежность измерений из-за увеличения гарантированного количества спутников, используемых для навигации.

В настоящее время устройства навигации оснащаются голосовыми системами управления, что помогает повысить безопасность дорожного движения. Навигаторы с помощью встроенной голосовой системы оповещений заранее предупреждают водителя о предстоящем маневре при заданном маршруте.

Помимо обозначенных выше спутниковых систем в мире широкое применение нашли такие системы, как европейская спутниковая система «GALILEO» и китайская «Beidou».

2.1.4 Технологии автоматизированного управления транспортным средством

Как было отмечено выше, одним из главных процессов, идущих параллельно в ногу с процессом перехода на электротягу, является автоматизация транспортных средств и растущий во всем мире интерес к технологиям автономного вождения. Взаимовлияние развития технологий автономного вождения и процесса электрификации автомобилей нельзя отрицать: так, значительная часть экспертов полагает, что в будущем большинство (или, по крайней мере, значительная часть) моделей беспилотных автомобилей будет использовать электротягу. Ниже рассмотрим группу технологий автономного вождения более детально.

Стоит отметить, что различают различные уровни автоматизации транспортного средства в зависимости от передаваемых в управление автоматизированной системе задач динамического управления (dynamic driving tasks) и необходимости контроля процесса управления со стороны человека. В международной практике для классификации автономных автомобилей по уровню автономности вождения используется международная рейтинговая система Сообщества автомобильных инженеров (SAE). В Национальном стандарте Российской Федерации «Автомобильные

транспортные средства. Системы автоматизации управления движением. Классификация и определения» (ГОСТ Р 58823-2020) используется классификация систем автоматизированного управления движением, по своей сути аналогичная SAE (аналогично устанавливаются уровни системы автоматизированного управления движением от 1 до 5).

Выше наглядно представлена классификация автоматизированных транспортных средств, применяемая в международной практике в соответствии с подходом SAE (см. рис. 6). Всего выделяется шесть уровней автоматизации, включая нулевой уровень, подразумевающий полное её

Рисунок 3. Уровни автономности автомобиля

Источник: Составлено автором по данным SAE International

отсутствие.

Достижение начальных уровней автоматизации возможно за счет внедрения существующих решений ADAS (таких как система контроля

удержания полосы, адаптивный круиз-контроль и др.), которые по своей сути не являются полноценной системой автоматизированного управления, а отвечают лишь за автоматизацию некоторых задач динамического управления и в большинстве случаев требуют постоянного контроля со стороны водителя ТС.

Безусловно, ключевыми на сегодняшний день являются технологии, способные обеспечить четвертый и пятый уровень автоматизации вождения, при котором фактически не требуется участие в управлении транспортным средством со стороны водителя-человека. Именно технологии Autonomous Driving Level 4 и Autonomous Driving Level 5 были представлены на кривых хайп-цикла Gartner (Gartner Hype cycle) в 2019 г. и в 2020 г., отражающих фазы развития 30 наиболее актуальных с точки зрения экспертов развивающихся технологий. Третий уровень также является важным этапом в развитии автомобильной индустрии, и в частности, электротранспорта: в данный момент многие мировые производители, в том числе и российские, заявляют о намерениях расширять модельный ряд или запустить новое производство электромобилей с автоматизированной системой управления третьего уровня.

3 уровень автоматизации вождения (Autonomous driving level 3). Система третьего уровня автоматизации способна осуществлять управление скоростью транспортного средства и направлением движения одновременно, как и на втором уровне. Автомобили третьего уровня автоматизации отличаются от предыдущего уровня степенью готовности водителя переключить управление на себя. Если на втором уровне она может характеризоваться как постоянная, то на третьем уровне необходимость вмешательства со стороны водителя рассматривается как резервная (в случае оповещения автоматизированной системой человек должен взять управление в свои руки).

4 уровень автоматизации вождения (Autonomous Driving Level 4). К четвертому уровню относят системы автоматизированного управления, способные обеспечить отсутствие необходимости управления транспортным

средством со стороны человека-водителя, также, как и отсутствие необходимости в его активной готовности переключить управление на себя. Однако полная автономность вождения автомобилей уровня SAE 4 возможна лишь при определённых условиях. Здесь необходимо пояснить, что система четвертого уровня автоматизации способна безопасно доставить транспортное средство к месту назначения, даже если водитель не контролирует процесс движения, но только если соблюдены все необходимые условия для работы системы автономного вождения. Если же условия работы системы нарушены (например, из-за аномально неблагоприятных погодных условий и т.д.), автомобиль, оснащенный системой автоматизированного управления четвертого уровня, должен припарковаться и не продолжать движения до тех пор, пока определенные условия для работы системы не будут восстановлены.

5 уровень автоматизации вождения (Autonomous Driving Level 5)/ полная автоматизация. Автомобили пятого уровня автоматизации характеризуются абсолютной автономностью вождения без необходимости задействования человека, при этом они могут совершать поездки по любой местности и при любых внешних условиях (погодные условия, плотность дорожного трафика и др.).

На текущий момент времени в тестовой эксплуатации на дорогах общего пользования уже существуют автомобили, оснащенные системой, способной обеспечить уровень автоматизации вождения SAE 4 (или уровень автоматизации, близкий к четвертому). Согласно прогнозу экспертов, в перспективе ближайших пяти лет ожидается запуск в серийное производство автомобилей 3 и 4 уровня автоматизации. Полностью автономные автомобили, оснащенные системой автоматизации управления уровня 5, в настоящий момент существуют лишь на уровне прототипов, и запуск серийного производства подобных моделей ожидается значительно позже.

Дальнейшее развитие технологий автономного вождения, несомненно, зависит от развития базовых сквозных цифровых технологий, таких как большие данные, искусственный интеллект и др., отвечающих за способность

систем автоматизированного управления распознавать изображения с камер и детектировать объекты (сопоставляя их с данными других датчиков и карт), принимать наиболее рациональные решения в различных нестандартных ситуациях. С точки зрения развития беспилотного транспорта и его эффективного внедрения важным аспектом является развитие технологий связи нового поколения (5G), способных обеспечить возможность удаленного управления ТС и передачи с него данных (видеопотока и пр.) с минимальной задержкой (на текущем этапе развития необходимо обеспечить возможность удаленного контроля транспортного средства оператором). По мнению многих экспертов, на начальном этапе внедрения высокоавтоматизированного транспорта на дорогах общего пользования необходимым является создание специальной инфраструктуры, способной обеспечить взаимодействие с беспилотным автомобилем посредством специальных технологий связи ближнего радиуса действия, определяемых под общим термином V2X (Vehicle-to-everything). Сама по себе работа системы автоматизированного управления высокого уровня невозможна без работы перечисленных ниже технических устройств и технологий на борту автомобиля:

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

- **Видеокамеры** фиксируют свет фар других автомобилей, сигналы светофора, помогают радарам определять препятствия, предупреждающие и запрещающие знаки на дороге. На современных высокоавтоматизированных транспортных средствах, как правило, установлено от 1 до 3-х камер.
- **Инфракрасные датчики** являются дополнением последних двух комплектующих– позволяют обнаруживать объекты дорожного движения при слабом освещении и в определенных условиях окружающей среды.
- **Навигационные трекеры (GPS/ГЛОНАСС)** с высокой точностью определяют положение автономного автомобиля, а инерциальные навигационные системы используются в сочетании с работой трекеров для обеспечения наибольшей точности их показаний за счет гироскопа (устройства, способного реагировать на изменение угла ориентирования объекта) и акселерометра (прибора, предназначенного для измерения проекции ускорения движущегося объекта).
- **Модуль короткодействующей связи V2X** (C-V2X или DSRC/ITS-G5) позволяет автомобилю обмениваться информацией с другими автомобилями и объектами умной дорожной инфраструктуры на коротких расстояниях. Обмен информацией происходит с помощью бортовых (OBU) и придорожных (RSU) устройств, через которые регулярно осуществляется отправка и прием коротких сообщений с данными о координатах, скорости движения автомобилей, работе умной инфраструктуры. На сегодняшний день основное назначение использования V2X-технологий состоит в контроле дорожного движения, автоматизации процесса взимания платы за проезд на платных дорогах, предоставлении оперативной информации о плотности и скорости транспортных потоков города, оптимизации маршрутов городского транспорта.
- **Высокоточные карты (HD maps)** в режиме реального времени

интегрируют и анализируют данные, поступающие из разных источников, результатом анализа является точное положение транспортного средства по отношению ко всем объектам дорожной сети. Ультразвуковые датчики предоставляют данные об окружающей обстановке на коротких расстояниях, такие данные чаще всего используются в процессе парковки или резервной системе предупреждения.

2.1.5 Передовые системы содействия водителю

Согласно отчету Национального управления безопасностью движения на трассах (National Highway Traffic Safety Administration - NHTSA), в 2018 году во всем мире зафиксировано 36560 смертей в автомобильных авариях[16]. Исследование показывает, что большинство происшествий произошло ввиду человеческого фактора. Новые технологии, повышающие безопасность вождения, могут снизить количество аварий и спасти тысячи жизней в год. Технологии помощи водителю не только обеспечивают безопасность водителя и пассажиров транспортного средства, но и других водителей и пешеходов. Некоторые системы разработаны, чтобы предупредить водителя о риске попадания в аварию, в то время как другие предназначены для принятия мер для активного предотвращения столкновений.

Согласно подходу NHTSA, по функциональному назначению можно выделить 4 основных типа технологий, используемых в современных транспортных средствах, повышающих безопасность на дороге:

- Технология предупреждения о прямом столкновении;
- Помощь при парковке и автоматическое торможение при угрозе столкновения сзади;
- Помощь при вождении и сохранение ориентации тс на дороге;
- Технология автоматического соблюдения безопасной дистанции.

[16] URL: https://www.nhtsa.gov/equipment/driver-assistance-technologies

Каждая из обозначенных выше технологий содержит в себе несколько типов решений. Так, *технологии предупреждения о прямом столкновении,* включает в себя такие решения, как системы оповещений об угрозе прямого столкновения с транспортным средством, предупреждение столкновения с пешеходами, адаптивное освещение. Система предупреждения о столкновении с впереди идущим транспортным средством (FCW) - это интеллектуальная технология безопасности, которая контролирует скорость автомобиля, скорость движущегося впереди автомобиля и расстояние между ними. Если транспортные средства подойдут слишком близко, система FCW предупредит этого водителя о надвигающейся аварии. Важно отметить, что системы FCW не берут на себя полный контроль над автомобилем и не мешают водителю управлять им. Технология предупреждения столкновения с пешеходами обнаруживает пешеходный переход перед автомобилем и предупреждает водителя и автоматически включает тормоза, если столкновение неизбежно. Интеллектуальная система адаптивного освещения автоматически переключает фары транспортного средства на ближний свет при приближении встречного автомобиля и обратно на дальний свет при проезде.

Технологии помощи при парковке активно используются производителями автопрома в последнее десятилетие. В свою очередь, данная

Рисунок 4. Принцип работы системы предупреждения о перекрестном движении сзади. Источник: NHTSA

технология подразумевает использование таких решений, как камеры заднего вида с системой отображения разметки на дисплее, система автоматического торможения при угрозе столкновения сзади (при движении задним ходом), системы предупреждения о перекрестном движении сзади (предупреждает водителя о потенциальных столкновениях при движении задним ходом, которые могут быть вне поля зрения камеры заднего вида), принцип работы которых представлен на рисунке ниже (Рисунок 40).

Технологии помощи при вождении и сохранения ориентации ТС на дороге представлены двумя типами передовых решений. Первое – это система предупреждения о выезде за границы полосы дорожного полотна, которая оповещает водителя о потере ориентации ТС на дороге. Второе – интеллектуальная система удержания дорожной полосы, которая автоматически и плавно направляет автомобиль обратно на полосу движения, если водитель непреднамеренно выезжает за пределы дорожной разметки. Система удержания полосы движения (lane keeping support - LKS) используют информацию, предоставляемую датчиками в системе предупреждения о выезде с полосы движения (LDW), чтобы определить, собирается ли транспортное средство съехать с полосы движения. В этом случае LKS активируется путем корректировки рулевого управления, торможения или ускорения одного или нескольких колес или их комбинации, в результате чего транспортное средство возвращается на заданную полосу движения.

Также обозначенная выше группа технических решений включает в себя систему предупреждения о попутно движущихся ТС, находящихся в «слепой зоне» водителя.

Технологии автоматического соблюдения безопасной дистанции включают в себя такие решения, как система автоматического контроля дистанции в плотном потоке (traffic jam assist), автопилот на шоссе (highway pilot), который поддерживает положение автомобиля в полосе движения и дистанцию за счет автоматического торможения и ускорения по мере необходимости, а также адаптивный круиз-контроль (автоматически

регулирует скорость автомобиля, чтобы сохранить заданное расстояние до идущего впереди транспортного средства).

Обобщенно современные используемые в транспорте системы помощи водителю объединяются в понятие ADAS (Advanced Driver Assistance System) - это ряд функций, которые изначально предусмотрены в комплектации авто, либо добавляются дополнительно и назначение их состоит в повышение уровня безопасности вождения и транспортного средства как такового. ADAS представляет из себя интеллектуальную автоматизированную систему, сочетающую в себе множество технологических решений: датчики и камеры, навигационные технологии, системы анализа данных бортовых подсистем и др.

К группе решений, повышающих безопасность на дороге, следует также отнести систему eCall – автоматический вызов экстренных служб при попадании ТС в аварию. Электронный вызов в автомобиле генерируется либо пассажирами автомобиля вручную, либо автоматически путем активации датчиков в автомобиле после аварии.

Также сюда можно отнести систему электронного контроля устойчивости автомобиля (ЭКУ). Электронный контроль устойчивости (Electronic Stability Control, ESC) или динамическая система стабилизации автомобиля — активная система безопасности автомобиля, позволяющая предотвратить занос посредством управления компьютером момента силы колеса (одновременно одного или нескольких). Систему ESC можно рассматривать как эволюцию антиблокировочной системы тормозов (АБС). Срабатывает ESC в опасных ситуациях, когда возможна или уже произошла потеря управляемости автомобилем. Путём притормаживания отдельных колес система стабилизирует движение. Она вступает в работу, когда на большой скорости при прохождении поворота передние колеса сносит с заданной траектории в направлении действия сил инерции, то есть по радиусу большему, чем радиус поворота. ESC в этом случае притормаживает заднее колесо, идущее по внутреннему радиусу поворота, придавая автомобилю

большую поворачиваемость и направляя его в поворот. Одновременно с притормаживанием колес ESC снижает обороты двигателя. Если при прохождении поворота происходит занос задней части автомобиля, ESC активизирует тормоз переднего колеса, идущего по наружному радиусу поворота. Таким образом, появляется момент противовращения, исключающий боковой занос. Когда скользят все четыре колеса, ESC самостоятельно решает, тормозные механизмы каких колес должны вступить в работу. Время реакции ESC — 20 миллисекунд. Работает система на любых скоростях и в любых режимах движения.

2.1.6 Технологии человеко-машинного интерфейса

Человеко-машинный интерфейс (Human-machine interface, HMI) — широкое понятие, охватывающее инженерные решения, обеспечивающие взаимодействие человека-оператора с управляемыми им машинами. От применяемых в ИТС технологиях человеко-машинного интерфейса зависит, как быстро водитель или оператор Центра управления дорожным движением осмыслит полученную от ИТС информацию, примет и реализует решение по управлению автомобилем или транспортной сетью.

Основные руководства по проектированию HMI для транспортных средств - это Европейская конвенция о принципах интерфейса человек-машина (European Statement of Principles on Human Machine Interface), JAMA - Ассоциации производителей автомобилей Японии по системам отображения на транспортных средствах и Альянс производителей автомобилей (Alliance of Automobile Manufacturers - AAM). Эти руководства резюмируют ключевые аспекты безопасности, применимые к человеко-машинному интерфейсу автомобиля и используемым системам связи. Анализируя приведенные выше руководства, можно утверждать, что ключевыми принципами систем человеко-машинного интерфейса, используемых в ИТС, являются простота использования (usability), безопасность и когнитивная совместимость[17].

[17] URL: https://www.researchgate.net/publication/309367756_Ecological_Design_of_Cooperative_Human-Machine_Interfaces_for_Safety_of_Intelligent_Transport_Systems

За последние десятилетия наиболее глубокие изменения произошли в интерфейсах автомобиля. Изменился вид приборной панели. Вместо набора стрелочных приборов все шире применяются многофункциональные жидкокристаллические мониторы, на которых информация о скорости, расходе топлива и пробеге либо дается водителю в цифровой форме, либо имитируется в виде стрелочных приборов. Применяются сенсорные дисплеи, чувствительные к прикосновению, и электронное табло спидометра с проектором скорости на лобовое стекло.

2.1.7 Интеллектуальные интеграционные платформы

Сегодня функционирование ИТС заключается в сборе данных со всей дорожной инфраструктуры в единую интеллектуальную интеграционную платформу (ИИП). Причём эти данные могут быть разного характера, и их нужно формализовывать, сводя к единообразному виду для дальнейшей обработки. Затем эти данные анализируются, в перспективе с использованием искусственного интеллекта, поскольку их объемы растут. И на основе результатов этого анализа происходят некие управляющие воздействия, направленные, например, на то, чтобы водители снизили скорость или изменили маршрут или же на АРМ диспетчера, в ситуационный центр выдается некая информация. Можно даже отправить оповещение мэру города или губернатору региона.

Основными целями внедрения ИИП являются:

- повышение уровня безопасности дорожного движения, выработка эффективных решений с целью предотвращения ДТП и минимизация негативных последствий от произошедших ДТП;
- оптимизация условий движения транспортных потоков на автомобильных дорогах городской агломерации для повышения их пропускной способности и снижения риска возникновения ДТП;
- обеспечение высокого качества транспортного обслуживания всех пользователей;

- снижение вредного воздействия транспортного комплекса на экосистему;
- повышение эффективности функционирования транспорта и транспортной инфраструктуры городской агломерации;
- повышение качества планирования и управления в области транспортного комплекса и транспортной инфраструктуры;
- повышение эффективности контроля транспортно-эксплуатационного состояния автомобильных дорог;
- повышение эффективности работы по ликвидации ЧС и их последствий.

ИИП представляет собой модульную систему сбора и аналитики транспортных потоков в режиме реального времени с возможностью визуализации и поддержки принятия решения.

Главная цель ИИП - организация взаимосвязанного функционирования всех подсистем и сервисов ИТС дорожной сети как единого целого для повышения пропускной способности транспортной сети и повышения безопасности участников дорожного движения.

ИИП обеспечивает сбор и анализ данных интеллектуальной транспортной системы, поступающих со всех внутренних подсистем и внешних информационных систем (источников).

ИИП должна обеспечивать решение следующих задач:

- сбор и хранение данных от всех подсистем ИТС;
- агрегирование и обработка текущих и ретроспективных данных;
- визуализация текущего состояния транспортной системы;
- представление данных в установленной отчетной форме;
- определение режима функционирования транспортной системы;
- корректировка работы подсистем ИТС;
- управление транспортной системой с целью максимизации индикаторов эффективности ИТС.

ИИП должна обеспечивать как занесение всей актуальной информации обо всем, что происходит на УДС, так и обеспечивать возможность

информирования участников дорожного движения о характерных ситуациях, должна позволять при принятии управленческих решений в дорожно-транспортном комплексе учитывать наибольшее количество источников данных из ВИС.

ИИП должна объединить весь дорожно-транспортный комплекс в единую систему управления и анализа с возможностью модульной модернизации без потери функциональности смежных модулей. Использование системы должно способствовать повышению эффективности расходования средств и оптимизировать использование УДС, а также оптимизировать работу сотрудников отрасли.

ИИП обладает следующими функциями:

- прогнозирование в режиме реального времени транспортной ситуации на основе полученных данных от всех поставщиков информации;
- информирование населения о предстоящих изменениях в организации дорожного движения в режиме заблаговременного предупреждения;
- мониторинг движения транспортных средств специализированных служб, а также такси и каршеринга в режиме реального времени;
- предоставление единого рабочего места по созданию событий и их администрированию всем ответственным службам;
- предоставление телематической информации для всех участников дорожного движения и заинтересованных ведомств.

2.1.8 Сквозные цифровые технологии нового поколения

Немаловажную роль в развитии обозначенных выше технологий и ИТС как таковых играют сквозные цифровые технологии нового поколения. Согласно определению, приведенному в документе национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации»[18] на период до 2030 года, к данной группе относятся следующие технологии:

[18] URL: Распоряжение Правительства РФ от 28.07.2017 № 1632-Р

- Хранение, обработка и анализ «больших данных»
- Информационная и кибербезопасность
- Edge (fog) computing
- Облачные технологии
- Технологии виртуализации и визуализации
- Машинное обучение
- Технологии искусственного интеллекта и робототехники
- Речевые технологии
- Технологии распределенного реестра
- Платформы агрегации сервисных данных
- Технологии, обеспечивающие аутентичность, достоверность, целостность и пригодность для использования передаваемых данных / документов

Большинство из данных технологий используются для создания других технологий и технических решений в области ИТС. Так, для построения интеллектуальных транспортных систем в дорожном движении в первую очередь требуется организовать сбор информации о состоянии трафика. Технологии больших данных (big data) при эксплуатации транспортных средств позволяют собирать информацию об автомобилях, например, о состоянии шин (кейс компании Pirelli) или транспортного средства в целом (аварии, информация о владельцах и т.д.), информацию о характере езды водителя и использовать эти данные для оценки рисков попадания водителя в ДТП, создания сервисов по предоставлению информации владельцам о состоянии авто (например, необходимости заменить ту или иную деталь). В сегменте перевозок внедрение этих технологий позволяет оптимизировать маршруты, экономить топливо, повышать скорость доставки грузов и отслеживать состояние автопарка.

Немаловажным является развитие технологий машинного обучения и искусственного интеллекта для технологического прогресса в области ИТС.

Именно развитие данных технологий способствовало появлению интеллектуальных систем, способных решать сложные задачи (с помощью анализа поступающих данных) и находить оптимальное решение за минимальное время. Транспорт может использовать искусственный интеллект (ИИ) в критически важных задачах, таких как беспилотные транспортные средства, интеллектуальные решения в области пассажирских перевозок. В настоящее время разрабатываются системы с ИИ, способные предсказывать пути пешеходов и велосипедистов, что уменьшит количество дорожно-транспортных происшествий и смертей на дорогах и поможет в решении такой глобальной задачи, как снижение количества ДТП с летальным исходом. Именно ИИ и машинное обучение (наряду с технологиями больших данных) играют определяющую роль в совершенствовании систем анализа поступающего видеоизображения. Так, камеры, которые анализируют транспортные потоки, могут моментально детектировать случаи ДТП и передавать информацию в компетентные службы. По расчетам специалистов Российской академии транспорта, задействование подобных систем позволит снизить время реакции на ДТП более чем в 10 раз, в свою очередь, смертность может снизиться на 15,8%, что сохранит более 2000 жизней в год[19].

Отдельным образом стоит отметить значимость развития речевых технологий для ИТС. Применение речевых технологий в области транспорта крайне перспективно перед лицом автоматизации сервисов. Многие передовые компании преследуют цели повышения качества разрабатываемых интеллектуальных систем на основе голосового управления. Совершенствование решений в области распознавания речи и голоса играет определяющее значение для повышения безопасности на дороге.

Определяющее значение в развитии ИТС (в частности, бортовых систем автономного и полуавтономного транспорта) имеют технологии «граничных вычислений» (Edge Computing). Данное утверждение аргументируется тем,

[19] URL:http://rosacademtrans.ru/bigdata_transportplanning/

что при накоплении огромного объема различных данных и необходимости их мгновенной обработки решение определенных задач с использованием облачных технологий не представляется эффективным. Граничные вычисления используют вычислительную мощность объекта, хранят и помещают данные в среду, в которой они необходимы, как можно ближе к непосредственному месту обработки, что и обеспечивает минимальную задержку. Также данные технологии позволяют обеспечить наилучшую защиту транспортных систем в плане информационной безопасности.

2.2 Фаза зрелости ключевых технологий согласно Gartner Hype cycle

Завершая анализ работы технологических решений ИТС, стоит отметить, что каждая технология в процессе своего развития проходит несколько стадий зрелости. Одной из самых популярных оценок зрелости технологий на сегодняшний день является оценка Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies - цикл зрелости развивающихся технологий, публикуемый исследовательской компанией Gartner.

В рамках своего развития, согласно концепции Хайп-цикла, технология проходит несколько этапов:

- Технологический триггер (technology trigger) — появление инновации, первые публикации о новой технологии
- Пик завышенных ожиданий (Peak of Inflated Expectation) — от новой технологии ожидают революционных свойств, технология, благодаря новизне, становится популярной и предметом широкого обсуждения в сообществе
- Избавление от иллюзий (Trough of Disillusionment) — выявляются недостатки технологии, а утеря новизны не способствует восторженным публикациям, в сообществе отмечается разочарование новой технологией

- Преодоление недостатков (Slope of Enlightenment) — устраняются основные недостатки, интерес к технологии медленно возвращается, технология начинает внедряться в коммерческих проектах
- Плато продуктивности (Plateau of Productivity) — наступление зрелости технологии, сообщество воспринимает технологию как данность, осознавая её достоинства и ограничения.

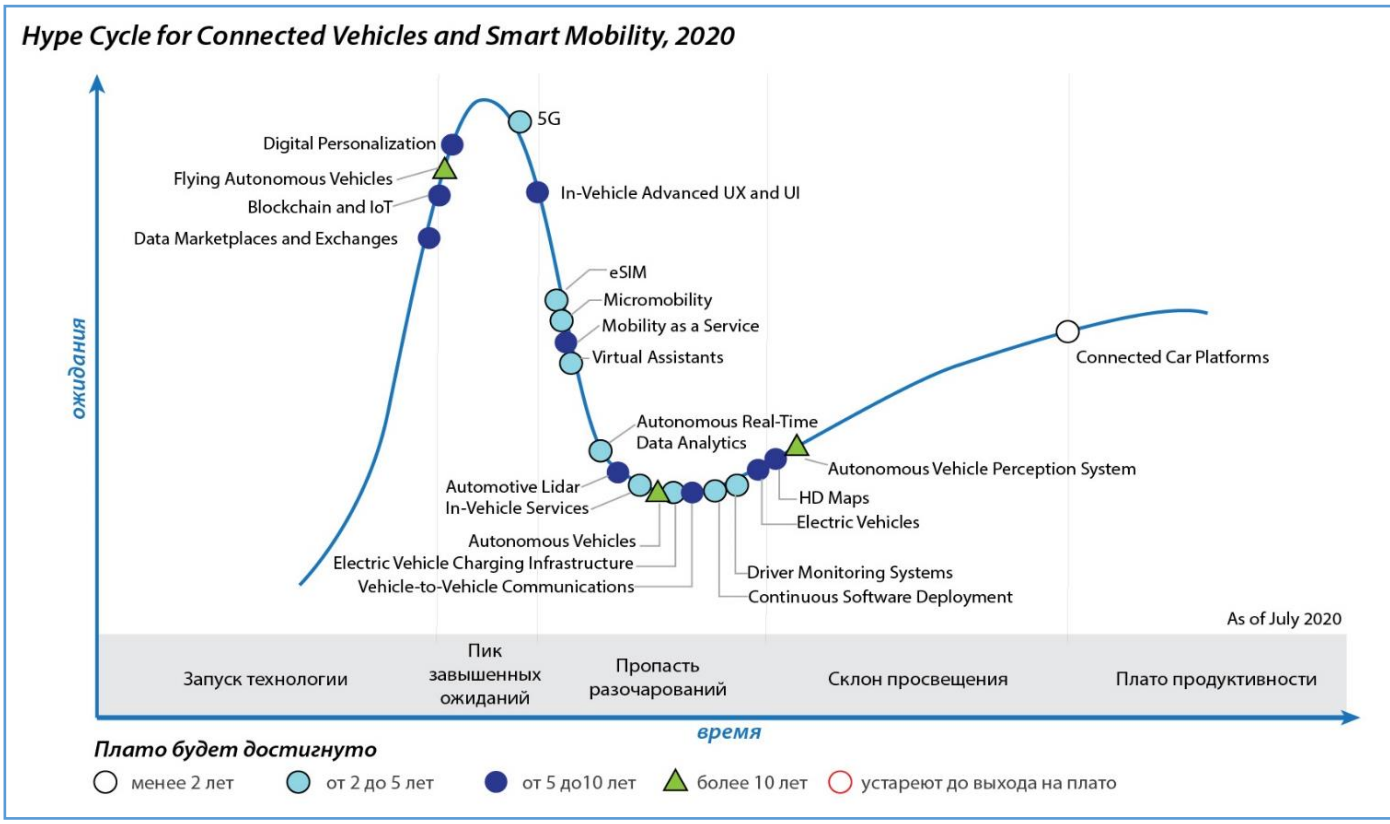


Рисунок 5. Уровень зрелости технологий, оказывающих влияние на развитие транспорта

Источник: составлено автором по данным Gartner за 2020 г.

Ключевыми *с точки зрения влияния на рынок интеллектуальных транспортных систем* являются технологии группы «Connected vehicles and Smart mobility», для которых Gartner в 2020 году представила отдельный график хайп-цикла.

Так, согласно данным Gartner Hype Cycle на 2020 год, технологии «Electric Vehicles» находятся на стадии пропасть разочарования (см. рисунок 11). Это означает, что на данном отрезке времени на пути развития технологии

появляются определенные барьеры, препятствующие ее внедрению и позитивному восприятию технологии обществом.

Технология “Autonomous Vehicles” (автономные транспортные средства) также находится на стадии «Пропасть разочарования» и до её окончательного внедрения («Плато продуктивности») потребуется более 10 лет (рисунок 11). Как отмечалось ранее, ключевыми барьерами на пути принятия технологии являются вопросы безопасности, нормативной правовой базы в области автономного вождения и развития соответствующей дорожно-транспортной инфраструктуры.

Также на кривой хайп-цикла Гартнера для развивающихся технологий (GHC for Emerging Technologies) на 2020 год отмечены и некоторые другие технологии, о которых шла речь в данной главе. Большая часть из них также находится на стадии «Пропасть разочарования».

Технологии подключённого транспорта и умной мобильности

В середине 2020 года сотрудниками Gartner был представлен соответствующий цикл по направлению «подключённый транспорт и умная мобильность». Специалисты компании оценивают уровни зрелости развивающихся технологий (от возникновения до выхода на плато продуктивности). Оценка осуществляется в приложении к различным отраслям и ежегодно публикуется в виде того или иного цикла компании (Gartner Hype Cycle). Ниже рассмотрим подробнее цикл, посвящённый технологиям по центральному для транспортной отрасли и настоящего отчёта/исследования направлению – «подключённый транспорт и умная мобильность»:

Таблица 2. Технологии подключённого транспорта и умной мобильности и достижение ими фазы «Плато продуктивности» по Gartner

Источник: Gartner

Фаза	Технология	Период достижения фазы «плато производительности»
Инновационный триггер	Маркетплейсы данных	5-10 лет
	Блокчейн и Интернет вещей	5-10 лет

Пик завышенных ожиданий	Беспилотные летательные ТС	более 10 лет
	Цифровая персонализация	5-10 лет
	5G	от 2 до 5 лет
	Усовершенствование опыта и интерфейса «ТС – пользователь»	5-10 лет
Нижняя точка разочарования	e-SIM	от 2 до 5 лет
	Микромобильность	от 2 до 5 лет
	Мобильность «как услуга» (MaaS)	5-10 лет
	Виртуальные помощники	от 2 до 5 лет
	Аналитика автомобильных данных в режиме реального времени	от 2 до 5 лет
	Автомобильный лидар	5-10 лет
	Услуги на борту ТС	от 2 до 5 лет
	Автономные автомобили	более 10 лет
	Зарядная инфраструктура для электрического транспорта	от 2 до 5 лет
	V2V-связь: «автомобиль–автомобиль»	5-10 лет
	ПО для подключённого транспорта	от 2 до 5 лет
	Системы мониторинга состояния водителя	от 2 до 5 лет
	Обновление ПО по беспроводной связи	от 2 до 5 лет
	Электрические ТС	5-10 лет
Склон просвещения (преодоление недостатков)	HD-карты	5-10 лет
	Системы восприятия в беспилотном транспорте	более 10 лет
	Платформы для подключённых автомобилей	менее 2 лет

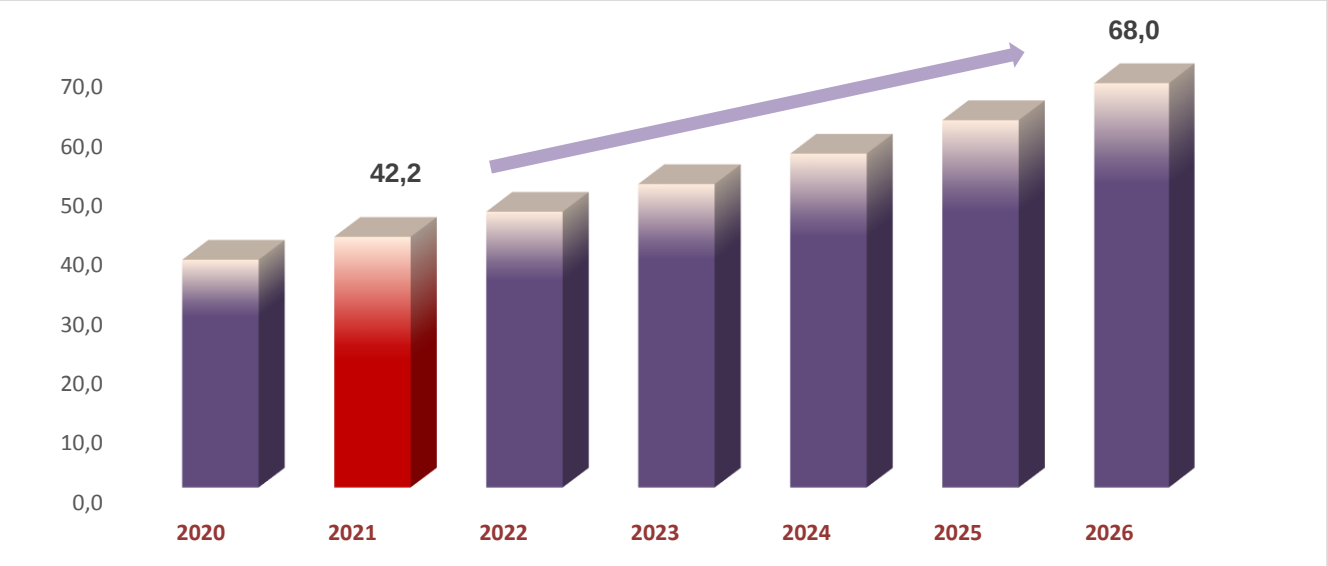
Как следует из представленного цикла, технологии автономных автомобилей, согласно прогнозам Gartner, выйдут на плато продуктивности более чем через 10 лет. Наиболее близки к нему сегодня – технологии платформ для подключённых автомобилей (менее 2 лет). Как уже было отмечено, в мире и в России данные технологии характеризуются активным развитием, внедрением и реализацией соответствующих проектов как на корпоративном, так и на национальном уровне. Подробнее о некоторых из этих проектов речь пойдёт в следующих главах.

Глава III. Мировой рынок ИТС

3.1 Общие характеристики рынка

Разработка и развертывание ИТС – потенциально эффективный конкурентоспособный инновационный бизнес и стимул развития новой высокотехнологичной отрасли. Интеллектуальные транспортные системы позволяют интегрировать достижения прорывных технологий телематики, информационно-коммуникационных и других инновационных технологий во все виды транспортной деятельности.

Согласно прогнозу аналитиков компании MarketsandMarkets ожидается, что мировой рынок ИТС вырастет **с 42 млрд долларов США** в 2021 году до **68 млрд долларов США к 2026 году**. Среднегодовой темп роста, CAGR, при этом составит 10%.[20] Имеющиеся оценки относительно объема рынка ИТС разнятся, по данным экономического портала yahoo!finance, объем рынка ИТС достигнет 43 млрд долл. США только к 2028 году.[21] CAGR при этом составит 7%. CAGR в 2021 году составил 8,75%.[22]



[20] URL: https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/intelligent-transport-systems-its-market-764.html

[21] URL:https://finance.yahoo.com/news/intelligent-transportation-system-market-size-164700670.html?guccounter=1&guce_referrer=aHR0cHM6Ly93d3cuZ29vZ2xlLmNvbS8&guce_referrer_sig=AQAAAAYIJvKrPxNTenK9H03QENnTJ_g2Flx61AIJhNKiK6_KeJz0rCLmM-N8rDzObDtVOXPqDa9C9nIXorzr61OrFpIph2Vo0Nec7qSP1n6SIQ7mhkiHc_zwKAxOmRlFoIWoUcTbUZ-m6vYSZvCUiJjppyOcJM_Y4V4DAudjE-EaueXw

[22] URL: https://www.prnewswire.com/news-releases/intelligent-transport-system-its-market-to-grow-by-usd-33-83-billion-during-2021-2025increasing-traffic-congestion-and-road-accidents-to-emerge-as-key-driver-technavio-301249061.html

Рисунок 64. Динамика объема мирового рынка ИТС в период 2020-2026 гг., фактические значения и прогноз в млрд долл. США. Источник: составлено автором на основе данных Markets and Markets.

Таким образом, по разным оценкам рынок растет постепенно с темпом 7-10%. Однако, стоит учитывать, что указанные оценки рынка могут быть завышенными: одна из самых крупных консалтинговых компаний BCG оценивает весь транспортный рынок к 2035 году в $12,4 млрд.

Согласно исследованию другого аналитического агентства, Grand view Research, объем мирового рынка ИТС в 2019-м году составил 26,58 млрд долларов США. Таким образом, рынок вырос примерно в 1,5 раза (стоит учитывать погрешность различных методологий расчета). Среднегодовой темп роста (CAGR) на период до 2027 г. оценивался на уровне 5,8% (с учетом влияния пандемии COVID-19). С учетом обновленных аналитических прогнозов можно заключить, что пандемия незначительно повлияла на прогнозируемые темпы роста.

Вместе с тем можно утверждать, что пандемия COVID-19 меняет приоритеты на мировом рынке ИТС. К сервисам общественной мобильности теперь предъявляются повышенные требования в плане обеспечения безопасности (в том числе – эпидемиологической). С одной стороны, эксперты ожидают, что ИТС может сыграть ключевую роль в обеспечении безопасности общественного транспорта (камеры в транспорте могут определять социальную дистанцию и передавать сигнал о нарушении, контролировать уровень социального дистанцирования и др.) В то же время реализация текущих проектов основных мировых игроков затруднена из-за возобновляющихся локдаунов и закрытых границ. Это приводит к ограниченному доступу к трудовым и экономическим ресурсам. Более подробно влияние пандемии на рынок ИТС будут рассмотрены в пункте 4.7.

Согласно мнению экспертов компании Technavio, мировой рынок ИТС является умеренно-концентрированным с доминированием на рынке малого

количества компаний[23]. Вместе с тем на рынке присутствует большое число малых игроков, доля которых в общем объеме мирового рынка незначительна.

На рисунке 65 представлена оценка распределения количества компаний на мировом рынке ИТС по уровню выручки. Из представленной диаграммы видно, что 40% всех существующих компаний на рынке ИТС - предприятия с годовой выручкой менее 1 млрд. долл. США[24] (Рисунок 65)

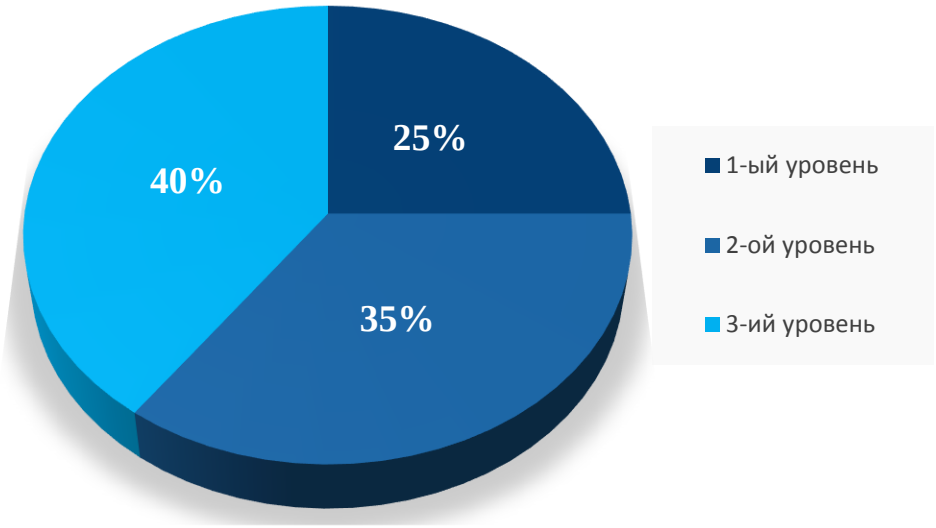


Рисунок 65.Распределение компаний на мировом рынке ИТС по уровню годовой выручки 1-ый уровень – выручка более $10 млрд., 2-о1 уровень – выручка менее 10 $млрд. но более $1 млрд., 3-ий уровень – менее $1 млрд.

Источник: MarketsandMarkets

Аналитики агентства Businesswire выделяют несколько подходов относительно сегментации рынка ИТС. Первый подход подразумевает дифференциацию по системам, исследователи выделяют 5 основных сегментов данного рынка:[25]

1) Продвинутые системы управления траффиком (ATMS)

2) Продвинутые информационные системы для участников дорожного движения (ATIS)

[23]URL: https://www.businesswire.com/news/home/20200405005048/en/Global-Intelligent-Transport-System-ITS-Market-2020-2024-Increase-in-Traffic-Congestion-and-Road-Accidents-to-Boost-Market-Growth-Technavio

[24] URL: https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/intelligent-transport-systems-its-market-764.html

[25] URL: https://www.businesswire.com/news/home/20211213005507/en/Global-Intelligent-Transportation-System-Market-2021-to-2026---Increasing-Focus-of-Automobile-Companies-on-Designing-and-Developing-Smart-Vehicles-Compatible-with-ITS---ResearchAndMarkets.com

3) Продвинутые системы общественного транспорта (APTS)
4) Системы управления грузоперевозками (CVO)
5) Системы оплаты (Advanced Transportation Pricing Systems – ATPS)

Наиболее крупным сегментом являются Продвинутые системы управления траффиком (ATMS). Аналитики Businesswire объясняют преобладание данного сегмента обострением проблемы увеличения загруженности дорог, в том числе в условиях пандемии. Во-первых, из-за распространения COVID-19 люди люди стали отказываться от поездок на общественном транспорте, предпочитая поездки на личном автомобиле. Во-вторых, доступность транспортных средств увеличивается благодаря преференциальным предложениям на рынке от производителей автомобилей. В качестве борьбы с проблемой федеральные и городские власти будут активно внедрять системы управления траффиком, что станет ведущим драйвером роста спроса на интеллектуальные решения в сфере транспорта.

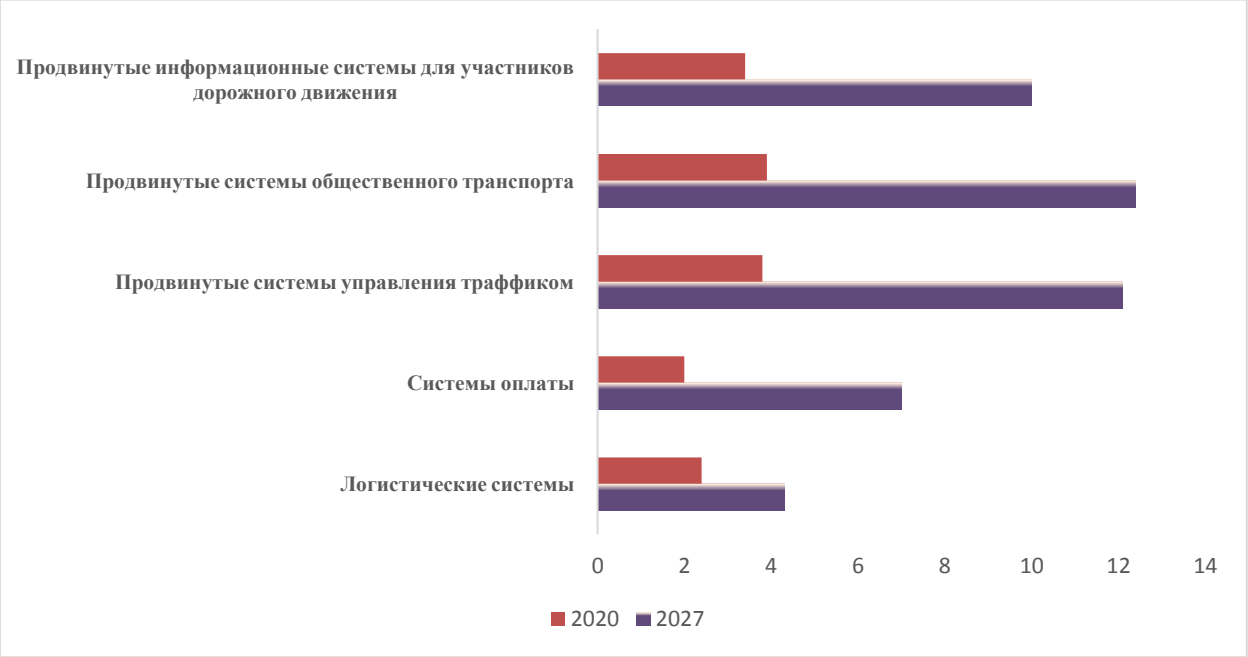


Рисунок 66. Динамика сегментов ИТС 2020-2027, млрд долл. США

Источник: составлено автором на основе Emergen Research

Как видно на графике, сегмент системы общественного транспорта (APTS) оценивается так же как и ATMS, составляет при этом чуть менее 4 млрд долларов США.

На основе предложения Businesswire делят рынок ИТС на аппаратное оборудование (hardware), программное обеспечение (software) и предоставление услуг. Согласно оценкам экспертов, в ближайшей обозримой перспективе наибольшую долю рынка будут занимать решения, относящиеся к оборудованию. Это связано с наблюдаемым процессом активного внедрения различного рода устройств, таких как камеры, датчики, интеллектуальные системы управления дорожным движением, информационные системы для участников дорожного движения в ближайшие годы.

По области применения производимых решений рынок ИТС также можно разделить по видам транспорта, для которого предназначены внедряемые системы (дорожный, воздушный, морской, железнодорожный транспорт).

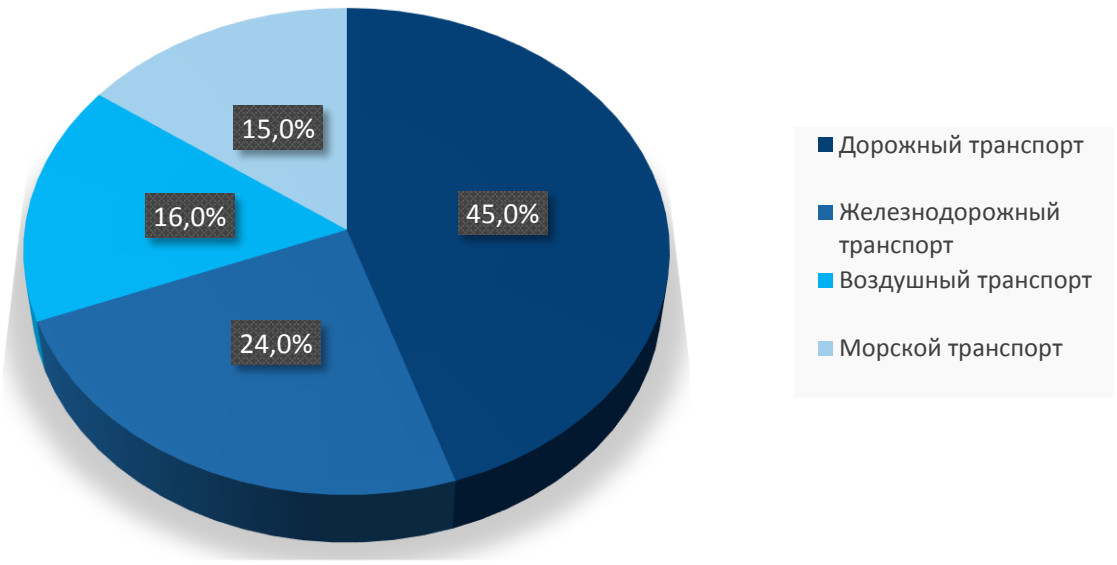


Рисунок 67. Сегменты мирового рынка ИТС в 2020 г. (по видам транспорта).

Источник: составлено автором на основе данных GMInsights

Согласно данным компании GMInsights, наиболее значительная доля рынка интеллектуальных транспортных систем приходится на дорожный транспорт: в 2020 году на его долю приходилось более 35% от всего рынка, и ожидается, что этот сегмент будет доминировать на рынке и в 2025 году.[26]

Согласно прогнозу аналитиков компании MarketsandMarkets, мировой рынок ИТС для дорожного транспорта к 2025 г. составит $36,5 млрд. Рост данного сегмента рынка обусловлен различными правительственными инициативами по развитию умных городов, которые будут в дальнейшем способствовать внедрению интеллектуальных решений в сфере дорожного транспорта. Так, к примеру, одним из аспектов развития транспортных систем Польши в последние несколько лет было быстрое развитие ИТС. Решения ИТС стали важной частью инфраструктуры автомагистралей и дорог. В соответствии с действующей схемой финансирования ЕС, в период с 2014 по 2023 г. (с перспективой до 2025 г.) правительство инвестирует 17,5 млрд долларов в железнодорожную инфраструктуру и 36,6 млрд долларов в дорожную инфраструктуру. Успешное внедрение ИТС по всей стране включает viaTOLL — электронную систему взимания платы за проезд, и CANARD — систему автоматического надзора за дорожным движением.[27]

Кроме того, увеличение количества легковых и грузовых автомобилей наряду с урбанизацией населения все больше обостряют проблему заторов на дорогах, что также будет в дальнейшем стимулировать правительства разных стран на внедрение интеллектуальных систем в сфере дорожного транспорта.

Рынок интеллектуальных систем железнодорожного транспорта занимает около 25% от общего объема рынка ИТС и в последние годы становится популярнее у инвесторов, демонстрируя феноменальный рост.

---

[26] URL: https://www.gminsights.com/pressrelease/intelligent-transportation-system-ITS-market-report

[27] https://www.trade.gov/country-commercial-guides/poland-infrastructure-intelligent-transportation-systems

На рынке умного железнодорожного транспорта Северная Америка считается крупнейшим регионом. Темп роста в США и Канаде до 2026 году составит на 5% больше по сравнению с ростом за 2017-2021 гг. В европейском регионе наиболее развитая железнодорожная ИТС в Швейцарии, Испании и Франции. Германия – абсолютный лидер, совокупная выручка компаний составила 44 млрд евро в 2020 году. [28]

Ожидается, что в этом сегменте рынка будет наблюдаться постепенное ускорение роста до 2025 года, также ввиду правительственных инициатив (федерального и регионального уровня) по внедрению ИТС на железной дороге. Например, осенью 2021 года в рамках проекта по оцифровке всей системы городской железной дороги Гамбурга до 2030 года состоялась презентация первого в мире автономного поезда. Составы получают сигналы управления по радио и могут маневрировать без помощи персонала. Автономный поезд позволит перевозить на 30% больше пассажиров, экономить более 30% энергии и значительно улучшать пунктуальность. Проект разработан Deutsche Bahn (DB) и Siemens Mobility. Как заявил на мероприятии генеральный директор Siemens д-р Роланд Буш, разработанную систему смогут использовать операторы по всему миру для всех типов поездов.[29]

Растущая зависимость от информационных систем и необходимость контроля в реальном времени будут в дальнейшем способствовать активному внедрению ИТС на железной дороге.

Интеллектуальные транспортные системы для воздушного транспорта являются третьим по величине сегментом мирового рынка ИТС. Прогнозируется, что рынок ИТС для воздушного транспорта будет расти со среднегодовым темпом роста более 5,5% (в период с 2019 по 2025 годы).

---

[28] URL: https://mobilityforesights.com/product/intelligent-railway-transport-system-market/

[29]URL: https://railway-news.com/first-automatic-train-runs-at-intelligent-transport-systems-world-congress/

Наименьшую долю в структуре мирового рынка ИТС занимает морской транспорт. Согласно прогнозу, к 2025 году рынок морских интеллектуальных транспортных систем будет занимать долю более 5% на мировом рынке ИТС. Инновации в сфере транспорта и технологий приводят к сопутствующему развитию морской транспортной инфраструктуры, что, в свою очередь, означает растущий спрос на бортовые информационные системы и системы управления движением для повышения эффективности и безопасности морских перевозок.

По прогнозу экспертов, к 2025 году расстановка сегментов рынка ИТС по видам транспорта не изменится (самым большим сегментом будет также рынок ИТС в сфере дорожного транспорта, самым незначительным сегментом будет рынок ИТС для морского транспорта).

Географически в 2021-м году на мировом рынке ИТС доминировала Северная Америка с долей в 40% от общих доходов компаний. Однако ожидается, что постоянное технологическое развитие и расширение транспортной сети в Азиатско-Тихоокеанском регионе будут стимулировать рост рынка интеллектуальных транспортных систем в Азиатско-Тихоокеанском регионе.[30]

[30] URL: https://www.verifiedmarketresearch.com/product/intelligent-transportation-systems-market/

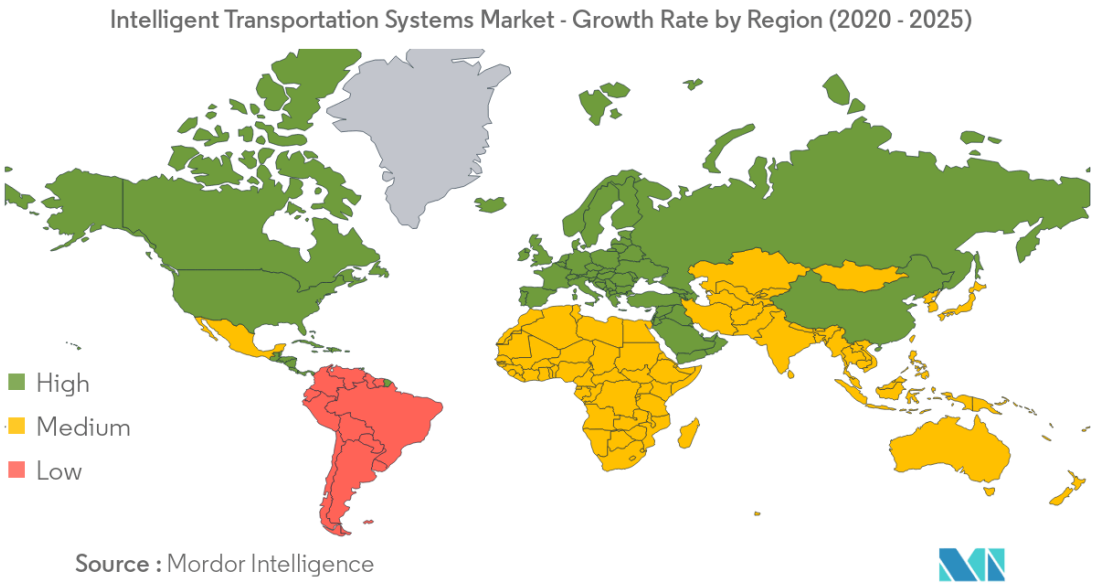


Рисунок 68. Географическое распределение рынка ИТС по ожидаемым темпам роста. Источник: Mordor Intelligence

По данным сервиса crunchbase.com[31], общий объем инвестиций в компании, специализирующиеся на разработке передовых решений в области транспорта (в том числе в сфере автономного транспорта) за 2021 год составил 134,6 млрд долларов США. Около половины от всего объема инвестиций (46%) пришлось на компании Азиатско-Тихоокеанского региона (Рисунок 69). 37% от общего объема (50 млрд долларов США) инвестировали в компании Северной Америки.

[31] URL: https://www.crunchbase.com/

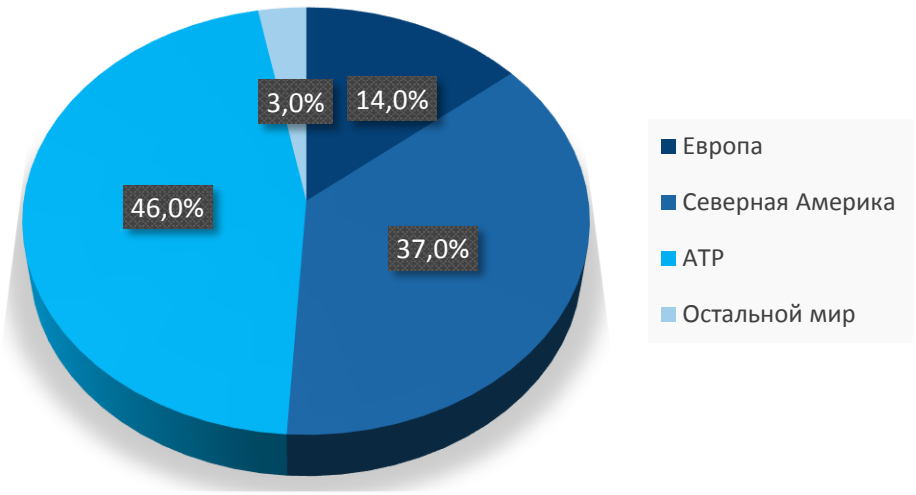


Рисунок 69. Объем инвестиций в высокотехнологичные компании транспортной отрасли за 2021 г.

Источник: crunchbase.com

Наибольший объем инвестиций за один раунд в 2021-м году (5 млрд долл США) привлекла Cruise – компания, специализирующаяся на технологиях вождения, со штаб-квартирой в Сан-Франциско (штат Калифорния, США). Основной проект компании – беспилотный автомобиль и разработанная интеллектуальная система для автономного вождения.

Однако, по количеству сделок распределение по регионам отличается: больше всего сделок было заключено в Северной Америке (648 штук), в то время как в Азиатско-Тихоокеанском регионе – меньше на 300 сделок. Это свидетельствует о высокой средней цене сделки на рынках АТР.

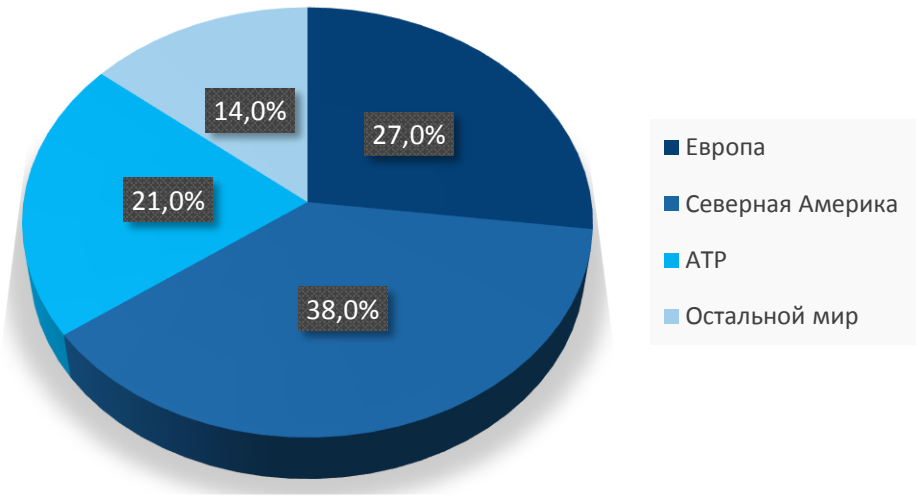


Рисунок 70. Количество сделок в высокотехнологические компании транспортной отрасли за 2021 г.

Источник: crunchbase.com

3.2 Ключевые тенденции рынка

В настоящее время во всем мире наблюдается **рост количества ТС на дорогах и увеличение загруженности улично-дорожных сетей.** Из-за существенного увеличения автомобильного парка и ограниченной пропускной способности улично-дорожной сети возникает большое количество конфликтных ситуаций и резко снижается транспортная мобильность.

Опыт крупных городов мира показывает, что проблему загруженности дорог нельзя решить одним лишь строительством магистралей: на новый участок сразу же устремляется огромное количество машин, также образуя затор. именно поэтому для эффективной регуляции транспортного потока необходимо внедрение ИТС.

Наиболее показательным примером служит Сингапур, город-государство с ограниченными земельными ресурсами. В Сингапуре на большинстве дорог установлены детекторы транспорта и видеокамеры – каждые 500 и 1000 метров соответственно. Ими также оснащаются светофоры и городские автобусы. Все данные отправляются в единый центр управления, где они анализируются и используются для улучшения ситуации на дорогах.

В стране работает планировщик поездок, для которого используются сведения из диспетчерских служб такси. С помощью этих данных вычисляется средняя скорость движения по основным автомагистралям, и планировщик корректирует выдаваемый маршрут. Активно используются радиоканалы, по которым передаются сводки о загруженности ключевых дорог и развязок. В часы пик информирование граждан учащается.[32]

Другим примером может послужить Сеул, столица Южной Кореи, в котором власти продвигали интеллектуальный общественный транспорт и добились увеличения количества пассажиров с 30% до 70%. Внедрение таких программ, как передовые интеллектуальные транспортные системы, системы управления автобусами и GPS, помогло городу смягчить извечную проблему управления дорожным движением.

Решения ИТС оказывают положительный эффект на окружающую среду, что является важнейшим приоритетом развитых стран и международных организаций в 2021 году. Исследование Juniper Research прогнозирует, что системы управления траффиком позволят сократить время нахождения водителя в пробках в среднем на 33 часа в год. А сокращение выбросов и автомобильных заторов позволит городам сэкономить до 277 млрд долларов США к 2025 году. [33] Для сравнения, в Европе убыток от опозданий пассажирского и грузового транспорта из-за дорожных заторов составляет около 113 млрд долларов США (более 1% ВВП Евросоюза).[34] Таким образом, наиболее востребованными в ближайшее время станут решения, обеспечивающие, помимо всего прочего, **снижение негативного воздействия транспорта на окружающую среду.**

Современные решения ИТС реализуются на фоне значительных **технологических и экономических изменений** последних лет. Происходит

---

[32] URL: https://center2m.ru/intellektualnye-transportnye-sistemy

[33] URL: https://www.digitalbulletin.com/mag/technology-june-2021

[34] URL: https://unece.org/pep/press/unece-launches-handbook-sustainable-urban-mobility-and-spatial-planning-help-steer-cities

развитие телекоммуникационных систем 4G и 5G; вместе с развитием искусственного интеллекта это способствует ускорению инноваций и создания шэринг-экономики. Цифровизация сервисов и взрывной рост мобильных приложений способствуют развитию подключенных транспортных средств, MaaS сервисов (мобильность как услуга), а также сервисов перевозок по требованию и различных бесконтактных сервисов оплаты услуг. Указанные технологические изменения позволяют муниципальным властям более точно производить анализ дорожной ситуации и поведения участников дорожного движения, следовательно предлагать услуги, отвечающие меняющимся требования потребителей.

Выделяют также и другие **технологии**, способствующие развитию умных транспортных систем:

• Глубокое обучение (англ. deep learning); тип машинного обучения, который используется для работы с неструктурированными данными: изображениями и видео. Такое машинное обучение широко применения в интеллектуальных транспортных системах для обнаружения изображений (например, лобового стекла или людей) и их классификации (например, нарушения, отсутствия ремня безопасности).

Некоторые из важнейших инструментов глубинного обучения, которые используются в интеллектуальных транспортных системах:

- Keras: для классификации задач;
- Tensorflow Object Detection API и Transfer Learning Toolkit: для обнаружения объектов (автомобили, пешеходы, светофоры и др.);
- Deep Stream: позволяет внедрять системы видеонаблюдения в дороге, но ограничивается только конкретными моделями глубокого обучения и моделями камер.
- Компьютерное зрение

Инструмент компьютерного зрения OpenCV используется для улучшения изображения и предварительной обработки (изменение размера, обрезка,

нормализация, удаление искажений). Также компьютерное зрение необходимо для распознавания различных погодных условий.

• Интернет вещей (Internet of Things)

Интернет вещей используется для различных целей в интеллектуальных транспортных системах. Например, встроенная система на базе искусственного интеллекта Jetson TX2 представляет собой одноплатный компьютер, к которому подключена камера. Он используется для обработки данных на месте, чтобы обеспечить лучшую безопасность личных данных. Более того, он не требует передачи больших объемов данных и, следовательно, может работать с 4G. В облако отправляются только обработанные результаты и оповещения, что делает технологию подходящей для ИТС. Вместе с внедрением инновационных технологий в транспортный сектор, возрастает беспокойство относительно кибербезопасности. Управление данными становится дополнительной проблемой для транспортной отрасли, поэтому компаниям необходимо найти способы защиты систем данных от кибератак и выполнить обязательства по отношению к пользователям и заказчикам.

Интеллектуальная автоматизация

Интеллектуальная автоматизация необходима для оптимизации ресурсов и достижения большей эффективности. Комплексные решения для автоматизации включают в себя разработку оптимальных маршрутов, управления работой водителей, мониторинга передвижений, сбора статистики и др. Как показывает практика, внедрение системы управления транспортом (TMS) повысить общую эффективность работы автопарка на 30% и более.[35]

В качестве примера будет рассмотрена зона с особым режимом MIZ (Mobility Innovation Zone) в Texace. MIZ была создана для тестирования и масштабирования мобильных технологий и решений, которые лежат в основе интеллектуальной автоматизации: автоматизированные грузовые перевозки и беспилотные воздушные системы (БПЛА) для перемещения товаров. За счет

[35] URL: http://sys-group.ru/resheniya-po-sferam/avtomatizaciya-transporta

автоматизации грузоперевозок компании могут решить проблему нехватки водителей в Соединенных Штатах (более 60 тысяч в 2018 году и, как ожидается, их количество вырастит до 160 тысяч к 2028 году). Поскольку расходы на рабочую силу являются крупнейшими расходами для автотранспортных компаний (составляют примерно 30–50% выручки), автоматические перевозки могут значительно снизить издержки.

Решения для рынка Smart-city.

Как видно на рисунке 71, все рынки, напрямую связанные с интеллектуальными транспортными системами, взаимодействуют с рынком smart-cities. Объем мирового рынка «умных городов» стремительно растет. Ожидается, что он вырастет с примерно 411 млрд долларов в 2020 году до более чем 820 млрд долларов в 2025 году.[36] Умные города используют большие данные для принятия решений, а развитие технологии Интернета вещей (Internet of Things) в транспортной сфере позволяет собирать и передавать такие данные. Интеллектуальные транспортные системы, часто использующие центр управления дорожным движением для мониторинга и координации большой сети датчиков, находят инновационные способы уменьшения загруженности дорог и городской мобильности.

[36] URL: https://otonomo.io/blog/smart-cities-intelligent-transportation-systems/

Рисунок 71. Взаимосвязь рынков (сегментов) ИТС.

Источник: Market and Markets

Так, например, Лондон развивает свою инфраструктуру, являясь лидером в области инфраструктуры 5G. Лаборатория Smart Mobility Living Lab в Лондоне (SMLL) создает самые передовые в мире городские тестовые условия, чтобы обеспечить подключение 5G для подключенных и автономных транспортных средств. Город протестирует возможности V2I и V2V в реальных условиях, используя преимущества высокоскоростного 5G. Ценность 5G для систем управления траффиком может сократить время, затрачиваемое автомобилистами на пробки, на 10%, сэкономить 880 млн фунтов стерлингов в год и сократить выбросы CO2 на 370 тыс. метрических тонн в год. Город также объявил о запуске программы Sitraffic Fusion, предназначенной для управления дорожным движением с помощью данных, полученных от подключенных транспортных средств. Эта программа ляжет в

основу лондонской системы управления дорогами с помощью данных, получаемых с камер, дорог и подключенной инфраструктуры.[37]

Сотрудничество стейкхолдеров.

ИТС не может быть создана одной заинтересованной стороной и требует сотрудничества между различными стейкхолдерами: операторами связи, поставщиками инфраструктуры и услуг, производителями, компаниями государственного сектора и пользователями. Таким образом, государственно-частное партнерство (ГЧП) — один из наиболее актуальных способов реализации проектов ИТС.

Многие некоммерческие организации — ITS Canada, ITS America, ITS Thailand, ITS India и ITS Germany — подписывают соглашения о стратегическом партнерстве с ассоциациями, которые работают над транспортными проектами. В июне 2020 г. Cubic Transportation Systems, транспортное подразделение Cubic Corporation (США), было выбрано правительством штата Юкатан для установки передовых технологий управления движением в городе Мерида, Мексика. Cubic стала партнером Vixionere SAPI de C.V. (Мексика) для разработки центральной платформы управления транспортом ATMS Trafficware, контроллеров и программного обеспечения Transit Signal Priority (TSP). TSP использует платформу реального времени Cubic Next Bus и интегрируется с ней на всех уличных перекрестках, включенных в проект. Cubic установит модуль Synchro Green Adaptive Signal Control более чем на 50 перекрестках.

Еще одной иллюстрацией того, что развитие ИТС недоступно индивидуальным игрокам на рынке является объединение крупнейших французских компаний - конкурентов на мировом рынке для достижения общих целей. Весной 2021 года Atos, Dassault Systemes, группы Renault, STMicroelectronics и Thales создали «цифровую республику» Software

[37] URL: https://otonomo.io/blog/smart-cities-intelligent-transportation-systems/

Republique.[38] Это новая экосистема, цель которой – инновации в сфере мобильности. Партнеры определяют три основных направления деятельности для вывода на рынок интеллектуальных систем мобильности.

- Интеллектуальные системы, обеспечивающие безопасное взаимодействие между автомобилем и его цифровым и физическим окружением.
- Системы моделирования и управления данными для оптимизации транспортных потоков для регионов и компаний.
- Энергетическая экосистема для упрощения процесса зарядки.

На текущий момент обсуждаются 2 проекта, один из которых - автоматизированная зарядка, при которой зарядка автоматически распознает электромобиль и начинает заряжать его без участия водителя. Второй проект нацелен на оптимизацию транспортных потоков для регионов. Задача заключается в том, чтобы упростить доступ к данным.

Еще один мировой тренд развития цифровизации транспорта — **создание цифровых платформ.** Такие решения уже есть у General Electric (Predix), Siemens (Mindsphere), MAN (Rio), Airbus (Skywise), Boeing (Analytics) и многих других компаний. Эти платформы обеспечивают сбор и обработку данных, аналитику для оценки состояния транспорта и оптимизации управления им. Создатели платформ обещают снижение затрат на ремонт и рост коэффициента загрузки транспортных средств на 10–20%, а также сокращение затрат топлива на 5–10%. Более того, производители транспорта постепенно переходят на сервисную модель, предлагая не просто оборудование, а целый пакет услуг. Например — Train-as-a-Service от Hitachi с целым пакетом цифровых услуг по мониторингу состояния и удаленному

[38] URL: https://ru.media.renaultgroup.com/news/atos-dassault-systemes-gruppa-renault-stmicroelectronics-i-thales-sozdaiut-software-republique-otkrytuiu-ekosistemu-dlia-razvitiia-intellektualnogo-i-ekologichnogo-transporta-401f-9f894.html

управлению транспортными средствами (M2M analytics, Bi-modal trains, Self-diagnosing trains и т.д.)[39]

Приложения, которые в первую очередь запускают в Европе в течение последних лет, отдают приоритет **безопасности водителя и его комфорту. Connected car** («подключенная машина») определяет подключение автомобиля к кооперативной ИТС – C-ITS. Система предполагает связь всех участников дорожного движения: автомобилей, пешеходов, инфраструктуры. Данные об их расположении, дорожной ситуации и других событиях на дорогах и улицах поступают пользователю, что позволяет предупредить потенциальную опасность. Данная технология позволяет решить следующие задачи для водителя и пассажиров:

- Информировать о сервисах (сбор статистической информации, дорожные знаки, текущее ограничение скорости)
- Предупредить об опасной ситуации на дороге (неблагоприятные погодные условия, опасное сближение, экстренное торможение, приближение к месту дорожных работ / месту плотного движения)
- Обеспечить безопасность на перекрестках (предупреждение о потенциальном ДТП, время до включения сигнала светофора, оптимальная скорость безостановочного проезда перекрестка)

3.3 Драйверы и барьеры развития на глобальном уровне

Драйверы

К ключевым факторам, способствующим росту рынка ИТС, относятся:

1) усилия правительства по обеспечению дорожной и общественной безопасности, благоприятные правительственные инициативы для эффективного управления дорожным движением;

[39] URL: https://vc.ru/u/682123-yulian-podruhin/279078-analiticheskiy-obzor-na-temu-razvitie-tehnologiy-transporta-po-segmentu-intellektualnye-transportnye-sistemy

2) урбанизация населения и рост уровня автомобилизации по всему миру, обострение проблем с дорожными заторами в мегаполисах и странах с высокой плотностью населения ;
3) широкое внедрение экологически чистых автомобильных технологий;
4) быстрое развитие умных городов во всем мире.

Правительства по всему миру внедряют ИТС для повышения безопасности дорожного движения и снижения воздействия транспорта на окружающую среду. Для внедрения ИТС требуются значительные средства. Так, развитые страны, например, США, Дубай, Япония активно инвестируют в проекты по развитию интеллектуальной транспортной инфраструктуры. В 2020 году Правительство Великобритании инвестировало 1,9 млн долл. США в 3 проекта по испытанию инновационных технологий и новых способов улучшения условий вождения, сокращения заторов на дорогах и сокращения времени автомобильных заторов. Развитие ИТС на базе искусственного интеллекта сможет гарантировать водителям планирование поездок без пробок.

- Популяризация автомобильного Интернета вещей;
- Повсеместное увеличение инвестиций в железнодорожную инфраструктуру;
- Развитие технологий беспилотного транспорта (в частности, Autonomous driving level 5), коммуникационных и других сопутствующих цифровых технологий.

Согласно отчету Coherent Market Insights[40], в период 2020-2027 гг. ключевым драйвером развития глобального рынка ИТС будет выступать **рост потребности в повышении безопасности дорожного движения**: по данным Ассоциации безопасного международного дорожного движения (Association for Safe International Road Travel - ASIRT), в дорожно-транспортных

[40] URL: https://www.coherentmarketinsights.com/market-insight/intelligent-transportation-system-market-4174

происшествиях погибают около 1,35 миллиона человек в год[41]. На долю дорожного движения приходится более 2,2% всех смертей во всем мире. Дорожно-транспортные происшествия несут прямой экономический ущерб – согласно последним данным, они обходятся во всем мире примерно в 520 миллиардов долларов США в день. Правительства многих стран стараются снизить ущерб от дорожных аварий, внедряя передовые системы управления движением в свои дорожные сети. Кроме того, ожидается, что повышение осведомленности владельцев транспортных средств о современных системах безопасности и популяризация автомобильного Интернета вещей приведут к увеличению спроса на V2V и V2I системы.

Барьеры

Барьеры развития глобального рынка в первую очередь связаны с барьерами, стоящими на пути развития непосредственно интеллектуальных транспортных систем как таковых. Помимо таких повсеместных проблем, как неразвитость существующей дорожной инфраструктуры (имеющей существенное различие по странам и регионам), существуют проблемы на глобальном уровне.

Трудность стандартизации и совместимости архитектуры ИТС во всем мире. Создание инфраструктуры ИТС предполагает интеграцию различных устройств, в результате чего может возникнуть проблема совместимости. Устройства необходимо синхронизировать в соответствии со стандартами и спецификациями. Однако универсальных стандартов в инфраструктуре ИТС нет, поэтому, например, в каждой стране есть разные типы бортовых устройств (англ. onboard unit). Такое бортовое устройство, как блок электронного сбора платы за проезд не имеет дисплея и не может принимать или передавать какие-либо сообщения, он выполняет только функции проверки.

[41] URL: https://www.asirt.org/safe-travel/road-safety-facts/#:~:text=Annual%20Global%20Road%20Crash%20Statistics,every%20day%20on%20the%20roads.&text=Road%20crashes%20are%20the%20single,healthy%20U.S.%20citizens%20traveling%20abroad.

Основная проблема при внедрении ИТС — ее **интеграция с информационными технологиями**. Внедрение и широкое использование информационных технологий — это процесс, состоящий из взаимосвязанных шагов. Любая ошибка на любом из этапов внедрения снижает эффективность системы.

В 2014 г. Европейская комиссия представила новый стандарт для ИТС под названием EN 302 637 3. Этот стандарт определяет базовую услугу децентрализованного экологического уведомления (англ. Decentralized Environmental Notification, DEN) и поддерживает предупреждения об опасностях на дорогах. DEN предоставляет информацию о дорожных опасностях или ненормальных условиях дорожного движения, включая их тип и местоположение. В случае аварии сообщение с предупреждением отправляется на близлежащие станции ИТС через прямую связь V2V или V2I, чтобы предупредить водителей о потенциально опасном событии.

Этот стандарт отличается от стандарта США, где используют системы на основе GPS / GSM. Европейские страны, такие как Франция, Испания и Италия, используют беспроводную связь на короткое расстояние DSRC (англ. Dedicated Short Range Communication). Эти различия в стандартах разных стран создают проблему при проектировании централизованной инфраструктуры ИТС.

Проблемы возникают не только при внедрении, но и на этапе пользования решениями ИТС, в частности, **проблема обеспечения информационной безопасности ИТС**. Сложность систем и наличие множества соединений с различными устройствами транспортных средств будущего создадут потенциальные возможности для злоумышленников. Так, к примеру, при проникновении в систему автономного или полуавтономного транспортного средства у потенциального преступника имеется возможность создать реальную угрозу жизни и здоровья находящихся в нем пассажиров. То же самое касается и систем управления трафиком: при намеренной атаке и получении доступа злоумышленником существует риск намеренного сбоя

сигналов дорожного движения, и, как следствие, массовых дорожно-транспортных происшествий с самыми различными вариантами исходов. Решением проблемы обеспечения безопасности ИТС будет являться дальнейшее развитие технологий кибербезопасности, в частности, развитие технологий биометрической идентификации.

В качестве барьера стоит отметить и **дороговизну внедрения и обслуживания ИТС**. Реализация ИТС включает камеры видеонаблюдения, микроволновые детекторы, знаки с динамическими сообщениями (DMS), передовые информационные системы (ATIS), а также другие технические средства, такие как мобильные терминалы данных (MDT) и периферийные вычислительные устройства. Значительная концентрация рынка ИТС и доминирование на многих региональных рынках компаний-мировых лидеров определенным образом формирует высокую стоимость как решений, так и услуг интеграторов и консультантов от лидирующих игроков рынка. Все это требует инвестиций значительного масштаба.

3.4 Наиболее перспективные сегменты рынка ИТС

Наиболее крупными сегментами рынка ИТС являются система управления траффиком и система управления общественным транспортом.

Системы управления траффиком (Advanced Traffic Management System, ATMS)

По мнению аналитиков Market and Markets, объем мирового рынка систем управления траффиком вырастет с $20 млрд долларов США в 2019 г. до более чем 25 млрд долл. США в 2026 г.[42] Таким образом, среднегодовой глобальный темп роста составит 5%. Трендом номер один авторы исследования назвали рост сегмента маршрутизации и оптимизации. Маршрутизация и навигация коснется различных секторов транспорта: от уличных автомобильных сообщений до общественного

[42]URL: https://otonomo.io/blog/enhancing-traffic-management-systems/

пассажирского транспорта и внутренней навигации. Помимо этого, будет расти спрос на различные решения, упрощающие мобильность и навигацию и улучшающие их качество, в том числе MaaS (мобильность как сервис, единые билеты, различные приложения для навигации и маршрутизации, встраиваемые в автомобили системы для маршрутизации и навигации и др.)

Второй тренд ATMS - возрастающая роль камер видеонаблюдения. Однако, стоит понимать, что камеры - необходимое, но не достаточное условие для управления трафиком: они лишь собирают информацию, на основе которой можно осуществлять управляющие воздействия. "Поэтому, несмотря на повышающуюся роль видеонаблюдения, для успешного и корректного управления трафиком в централизованной системе управления должны быть реализованы различные технические средства организации движения с возможностью изменения информации (знаков, значений и т.д.). В единую сеть обмена и передачи информации также должны быть интегрированы светофоры, мобильные приложения, беспилотные автомобили, системы моделирования и прогноза транспортных ситуаций.

Третий тренд, отмеченный в исследовании, - рост решений интеграции и внедрения, который предположительно будет занимать наибольшую долю рынка, с наивысшим среднегодовым темпом роста (CAGR). Сложность заключается в том, что такие системы должны иметь свои мощные аналитические механизмы для обработки больших массивов данных и построения аналитики и прогноза на их основе, а также генерации управляющих команд, которые впоследствии могут передаваться в существующие или новые внедряемые автоматизированные адаптивные системы по управлению дорожным движением (АСУДД).

Четвертый тренд - системы обнаружения и локализации инцидентов (IDLS), которые, по мнению экспертов Marketsandmarkets, будут более активно применяться в городах по всему миру, так как позволяют оперативно

определять инциденты и отправлять информацию в другие системы для маршрутизации и прогноза развития транспортной ситуации. [43]

Сегодня для интеллектуальных транспортных систем стал доступен новый источник данных: данные с подключенных автомобилей (connected-cars). К 2023 году IDC прогнозирует, что 90% новых автомобилей в США будут поставляться со встроенными возможностями подключения, а поставки по всему миру достигнут 76,3 миллиона единиц.[44] Подключенные к сети автомобили постоянно передают огромные массивы данных о том, что происходит на дорогах и автомагистралях, а такие платформы (например, Otonomo) позволяют транспортным департаментам вводить эти данные в свои системы управления дорожным движением.

Например, в Соединенных Штатах несколько государственных департаментов транспорта находятся на ранней стадии разработки приложений или инструментов, которые используют возможности подключения I2V или V2I. Согласно опросу 2017 года, проведенному Федеральным управлением шоссейных дорог, 17% агентств сообщают, что они разрабатывают эти типы приложений, а 42% рассматривают возможность этого. Штат Вайоминг находится дальше всего; его Connected Vehicle Pilot использует передовую технологию выделенной связи малого радиуса действия (DSRC) для повышения безопасности и мобильности, уделяя особое внимание информации о погоде.

Интеллектуальное управление светофорами

Как уже отмечалось, одна из главных проблем любого большого города – транспортные заторы. В качестве варианта, позволяющего уменьшить

[43] URL: https://www.comnews.ru/content/119975/2019-06-04/u-rynka-sistem-upravleniya-trafikom-bolshoy-potencial

[44] https://otonomo.io/blog/enhancing-traffic-management-systems/

«пробкообразование», во многих научных статьях[45][46] приводится интеллектуальное управление светофорами. Наружный комплекс видеокамер передает информацию о дорожном движении по уличной сети в центр управления. На основании полученной информации диспетчер центра управления производит смену режима работы светофора для предотвращения образования затора на городских дорогах. Развитая ИТС позволит производить автоматическую диспетчеризацию: включать специальные режимы светофоров, изменяя длительность разрешающего или запрещающего сигналов для любого светофора города. Помимо камер возможен также сбор организовывать сбор о количестве машин при помощи информации, полученной непосредственно с мобильных телефонов водителей. Также онлайн система сбора информации об участниках дорожного движения, образуя активный «черный ящик», может существенно повысить безопасность водителей .

Системы управления общественным транспортом. (APTS)

Объем рынка незначительно отличается от ATMS, а CAGR сегмента систем управления общественным транспортом так же составит около 5%.

Одним из трендов сегмента APTS является организация системы мультимодальных перевозок за счет объединения всех видов транспорта и транспортных сервисов в едином цифровом пространстве. (Mobility-As-A-Service).

---

[45] Grigoreva D. R., Faizullina A. G., Basirov R. R., Sharipov R. Sh. Use of Shteiner problem in solving practical problems of road construction // Modern Applied Science. 2015. Vyp. 9, No.4. Pp. 294-302

[46] Андронов А.С. Разработка и исследование имитационной модели светофорного регулирования на основе нечеткой логики в среде ANYLOGIC [Development and research of simulation model of traffic light control based on fuzzy logic in ANYLOGIC medium] // В сборнике: Имитационное моделирование. Теория и практика. 2015. Pp. 443-449.

Уже сегодня существует множество примеров по всему миру, когда пользователь может передвигаться, пользуясь разными транспортными средствами (разных провайдеров) и совершать оплату с помощью одной платежной платформой. Такие решения чаще ограничиваются городским общественным транспортом, однако появляются новые игроки, которые интегрируют частную и публичную стороны. Maas Global создает экосистемные транспортные решения в нескольких городах Европы и активно развивается. Компания разработала туристический продукт – приложение Whim с ежемесячной подпиской. Клиенты могут планировать и оплачивать поездки на поезде, автобусе, такси, аренду автомобилей и прокат велосипедов в одном приложении или приобрести комплексную подписку, с которой будут доступны все виды транспорта по фиксированной цене.[47] На 2021 год компания оперирует в Хельсинки и Турку (Финляндия), Антверпене в (Бельгия), Вене (Австрия), Уэст-Мидлендс (Великобритания), Токио (Япония) и тестирует сервис в нескольких городах Швейцарии.

Системы оплаты

Одним из наиболее перспективных решений в этом сегменте являются внедряемые по всему миру транспортные карты оплаты. Так, транспортная карта города Стамбул один из ярких примеров интеграции различных городских функций в одной карте, создании экосистемы. Картой активно пользуется 18 млн человек. С помощью Istanbulkart можно оплачивать все виды общественного транспорта (автобусы, метробусы, поезда, метро, водные шаттлы и трамваи) и поездки на такси. Уникальность проекта заключается в том, что пользователи могут также оплачивать картой покупки в различных общественных местах города. Карта позволяет держателям оплатить городские пляжи, общественные туалеты, приобрести воду в вендинговых аппаратах, расположенных на остановках и в разных районах города. Всего в

[47] URL: https://whimapp.com/about-us/

столице Турции 2,5 млн локаций, где поддерживается Istanbulkart. Баланс карты можно также обналичить в одном из 50 тысяч банкоматов.

Другой успешныйц кейс реализации подобного проекта - польский стартап RED, которыйS разрабатывает программные решения для поддержки железнодорожных операторов в повышении их безопасности, пунктуальности и энергоэффективности. Система Eco Driving позволяет оптимизировать использование энергии поезда. Она автоматически контролирует движение состава и предлагает такие действия, как замедление, ускорение, поддержание постоянной скорости или управление нагревом и охлаждением.

Латвийский стартап SIA KTN разрабатывает систему диспетчерского контроля и сбора данных (SCADA) для обогрева железнодорожной сети. Полностью автоматизированная система управления может оценить требуемую степень очистки снега с трассы или электрический нагрев льда на рельсах. Их решение, которое все еще находится на стадии тестирования и испытаний, позволяет в режиме реального времени отслеживать ситуацию в труднодоступных регионах. [48]

3.5 Анализ по географическим сегментам

Крупная интеллектуальная транспортная инфраструктура требует крупных инвестиций, поэтому ее внедрение доступно странам с развитой экономикой, а успешные примеры локализованы в больших городах. В этой главе будут рассмотрены общие сведения о рынке ИТС в 3 макрорегионах: Европа, Северная Америка, Азиатско-Тихоокеанский регион. Кроме того, рассмотрены практики внедрения ИТС, государственные или городские программы развития в некоторых городах.

[48]URL: https://www.startus-insights.com/innovators-guide/5-top-smart-railway-solutions-impacting-the-industry/

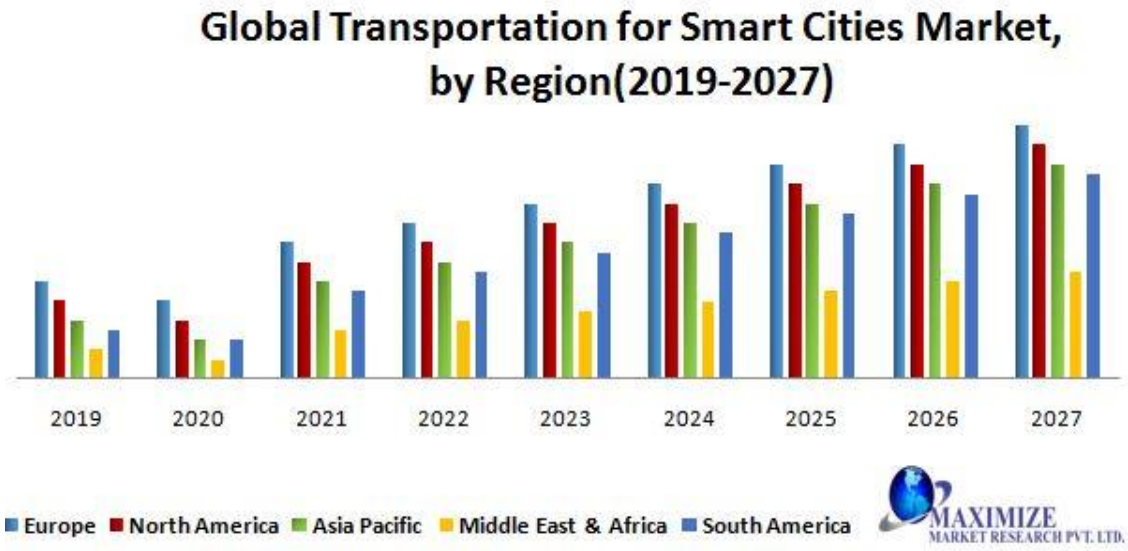


Рисунок 72. Динамика объема рынка Транспорта для smart-городов по макрорегионам, 2019-2027

Источник: Maximize

По данным исследования 2021 года аналитического агентства Maximize[49] видно, что Европейские регион занимает большую долю мирового рынка транспортных продуктов и услуг для smart-city. В то же время по данным аналитического агентства Verified Market Research, на сегодняшний день Северная Америка является лидирующим регионом на рынке интеллектуальных транспортных систем, занимая до 40% доли рынка.[50]

3.5.1 Азиатско-Тихоокеанский регион

Ожидается, что среди всех регионов Азиатско-Тихоокеанский регион продемонстрирует самый высокий рост рынка ИТС в течение прогнозируемого периода до 2026 года. Растущее число мегаполисов и населения в развивающихся странах увеличили необходимость в развитии

[49] https://www.globenewswire.com/en/news-release/2021/09/15/2297633/0/en/Smart-Transportation-Market-Worth-33-6-Billion-by-2028-Market-Size-Share-Forecasts-Trends-Analysis-Report-with-COVID-19-Impact-by-Meticulous-Research.html

[50] URL: https://www.verifiedmarketresearch.com/product/intelligent-transportation-systems-market/

ИТС в таких странах, как Китай, Япония, Австралия и остальных странах Азиатско-Тихоокеанского региона.

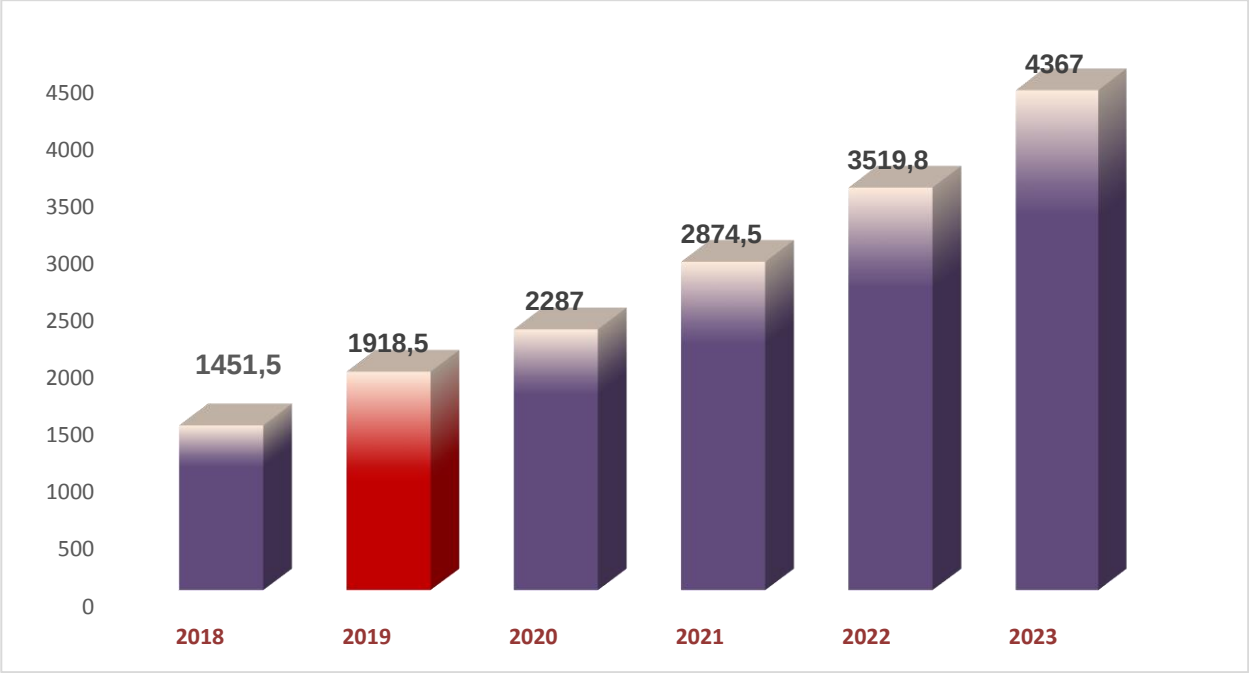


Рисунок 73. Динамика объема рынка ИТС в Китае, 2018-2023 гг.

Источник: составлено автором на основе данных http://www.sohu.com

Согласно данным iiMedia Research, масштабы расходов Китая на интеллектуальные транспортные технологии продолжают расти. В 2020 году расходы Китая на интеллектуальные транспортные технологии достигли 50,27 млрд юаней, что на 16,26% больше, чем в 2019. На стадии быстрого развития находятся сегменты железнодорожной системы, управления общественным транспортом, онлайн-вызов такси и системы управления автономным автомобилем. [51]

Также в Китае Правительство внедряет инициативы по развитию ИТС, приведем некоторые из них за последние годы (перевод с китайского)[52]:

- Умный транспорт для удобства жителей.

Меры по созданию и улучшению интеллектуальной системы городского общественного транспорта. К 2020 году национальный общественный транспорт город Цзянье завершил работу над системой ИТС.

[51] https://www.sohu.com/a/505848389_533924
[52] https://www.sohu.com/a/505848389_533924

- Управление дорожным движением и умные автономные системы.

В рамках инициативы выдвинуты следующие направления: Цифровизация инфраструктуры, интеграция автомобильных перевозок, координация транспортных средств и дорог, комплексное управление УДС на основе больших данных.

- План построения транспортной страны.

Суть программы заключается в технологическом развитии транспорта, то есть с внедрением больших данных, высокоскоростного интернета, искусственного интеллекта, блокчейна и др. Целевые показатели рассчитаны до 2035 года.

- Стратегия инновационного развития умных автомобилей
- Национальное комплексное планирование транспортной сети

Постоянное технологическое развитие и расширение транспортной сети в Азиатско-Тихоокеанском регионе будут стимулировать рост рынка интеллектуальных транспортных систем в Азиатско-Тихоокеанском регионе. Экономические выгоды от развертывания ИТС особенно заметны в таких странах, как Китай, Индия, Япония. Интеллектуальные транспортные системы не только принесут владельцам транспортных средств финансовые выгоды, но также помогут сократить время в пути и общий расход топлива, а также избежать перегруженных маршрутов. Азиатские производители автомобилей как на развивающихся, так и на развитых рынках активно интегрируют интеллектуальные системы в свои новые модели автомобилей, чтобы обеспечить себе конкурентное преимущество.

По информации, опубликованной Globenewswire[53], к концу 2025 г. Япония будет вторым по величине рынком ИТС-решений, наиболее высокий темп роста здесь будет демонстрировать сегмент систем управления дорожным трафиком ATMS, достигнув объем в 3,1 миллиарда долларов США. Китай,

[53] URL: https://www.globenewswire.com/news-release/2020/04/02/2010897/0/en/Global-Intelligent-Transportation-Systems-ITS-Industry.html

занимая наибольшую долю на рынке АТР, будет демонстрировать среднегодовые темпы роста в 16,3% в течение 2020-2021 гг. и дополнительно принесет доход в размере около 4 миллиарда долларов США к объему рынка ИТС. Согласно информации itsinternational.com, правительство Китая ежегодно инвестирует около 551 млн долл. США в развитие ИТС[54]. Макроэкономические факторы и внутренние рыночные силы будут определять рост и развитие структуры спроса в развивающихся странах Азиатско-Тихоокеанского региона, где экономическая конъюнктура наиболее подвержена влиянию внешних факторов.

Согласно раскрытым данным исследования компании GMInsights за 2019 год, рынок Японии, будучи вторым по величине рынком в Азии, к 2025 г. достигнет объема в 2,18 млрд. долл. США. Рынок Австралии, где сейчас наблюдается активное развитие сегмента систем управления дорожным трафиком, будет 4-ым по величине в АТР рынком и достигнет объема в 0,92 млрд. долл. США, рынок Сингапура – 0,54 млрд. долл. США.

Прогнозируется, что финансовая поддержка, предоставляемая правительством для создания интеллектуальной транспортной инфраструктуры, будут способствовать внедрению интеллектуальных транспортных решений. К примеру, по данным India Brand Equity Foundation правительство Индии планирует инвестировать к 2030 году в железнодорожную инфраструктуру региона 715 миллиардов долларов США. В марте 2019 года правительство запустило смарт-карты для подключения всех видов общественного транспорта в стране. Теперь с помощью карты можно бронировать билеты, использовать при оплате в метро в любом городе страны или оплатить парковку.

Некоторые компании, работающие на рынке ИТС, сотрудничают с региональными властями для внедрения интеллектуальных транспортных решений. Например, в декабре 2017 года Smart Parking стала партнером

[54] URL: https://www.itsinternational.com/its8/feature/china-plans-more-its-deployment-despite-economic-slowdown

международного аэропорта Квинстауна, чтобы повысить удобство парковки для пользователей. В аэропорту развернуты решения SmartGuide с более чем 450 датчиками транспортных средств, которые определяют их присутствие.

3.5.2 Северная Америка

Как отмечалось выше, Северная Америка занимает лидирующую позицию на мировом рынке интеллектуальных транспортных систем. На сегодняшний день Северная Америка занимает до 40%[55] доли рынка по данным аналитического агентства Verified Market Research.

Ожидается, что к 2028 году региональный рынок Северной Америки увеличится на более чем 6 млрд и достигнет 16,13 млрд долларов США.[56] Рынок продолжит доминировать на мировом рынке в течение прогнозируемого периода, используя достижения в области телекоммуникационных технологий и агрессивные инвестиции в исследования и разработки, развертывание и внедрение интеллектуальные транспортные системы по США.

Более 85% от североамериканского рынка ИТС занимают США. Сильная государственная поддержка и стратегическое государственно-частное партнерство оказали значимое влияние на динамику рынка в этом регионе. На рисунке 74 представлено распределение сегментов на рынке США в динамике до 2028. В целом тенденция не отличается от общемировой: доминирующее положение занимает система управления общественным транспортом (APTS), далее следует система управления траффиком (ATIS). Наименьшую долю от объема рынка ИТС в США занимает сегмент ATPS – системы взимания платы за проезды.

---

[55] URL: https://www.verifiedmarketresearch.com/product/intelligent-transportation-systems-market/

[56] URL: https://www.reportlinker.com/p06126816/Intelligent-Transportation-System-Market-Size-Share-Trends-Analysis-Report-By-Type-By-Application-By-Region-And-Segment-Forecasts.html?utm_source=GNW

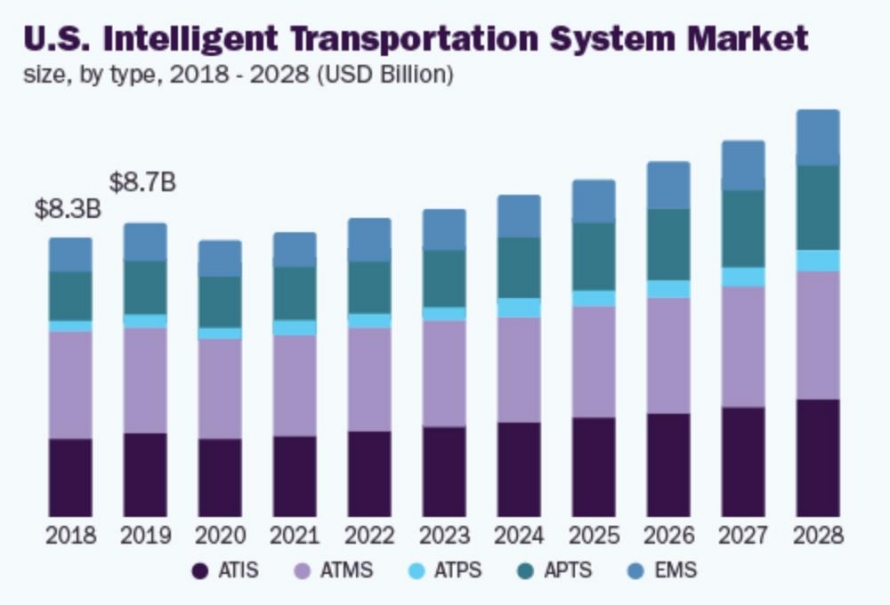


Рисунок 74. Динамика распределения рынка ИТС в США по сегментам, 2018-2028, млрд долл США.

Источник: Verified Market Research

На основании проанализированных публикаций можно выявить *региональные драйверы* развития рынка ИТС Северной Америки:

- Рост числа единиц коммерческого и частного транспорта и возрастающее число транспортных происшествий; поддержка инициатив по обеспечению безопасности дорожного транспорта на правительственном уровне; наличие действующих экологических инициатив;
- Научно-исследовательские институты при Университетах. Например, в Беркли (Штат Калифорния) исследовательская лаборатория TSRC (Transportation Sustainablity Research) регулярно проводит воркшопы, публикует исследования. Последняя публикация была написана на тему транспорта по запросу и MaaM (мобильность как услуга).[57]
- Наличие большого числа организаций и взаимодействующих межу собой ведомств, регулирующих вопросы внедрения и развития ИТС в стране-лидере региона (США), таких как Министерство транспорта США, транспортные ведомства штатов и национальной ассоциации ИТС-США;

[57] https://itsa.org/advocacy-material/mobility-on-demand-practitioner-survey-fall-2021/

- Присутствие в регионе развитых кооперацией и технологических кластеров компаний, специализирующихся на разработке решений в сфере интернета вещей и умного транспорта.

Ключевым *региональным барьером* развития рынка можно назвать концентрацию рынка и присутствие большого числа компаний (с головным офисом в США), являющихся лидерами на мировом рынке ИТС. В свою очередь, это несет как позитивные, так и негативные последствия. Наличие компаний-гигантов и лидеров ИТ-индустрии создает жесткие условия конкуренции для более мелких компаний. Технологические стартапы зачастую поглощаются доминирующими компаниями. Также наличие мировых лидеров создает неконкурентные условия для развития региональных рынков развивающихся стран (таких, как Мексика), где правительственные и частные структуры при реализации проектов и необходимости внедрения подсистем ИТС также предпочитают решения от признанных лидеров индустрии.

Рост рынка в североамериканском макрорегионе обусловлен более широким применением датчиков и технологий Интернета вещей в сфере транспорта, включая управление дорожным движением, интеллектуальную парковку и автомобильную навигацию. В данном регионе наиболее активно реализуются проекты по масштабному внедрению ИТС в дорожную инфраструктуру мегаполисов. Примером такого проекта может служить установка в январе 2017 года в Лос-Анджелесе системы датчиков парковки, чтобы расширить LA Express Park (приложение, работающее на основе программы интеллектуальной парковки), для более эффективного управления парковочным пространством города Лос-Анджелес. Приложение помогает свести к минимуму заторы на дорогах в центре города и в режиме реального времени предоставляет информацию о наличии парковочных мест. Резкое увеличение количества легковых и коммерческих автомобилей, оснащенных передовыми технологическими платформами для оказания помощи водителям и наблюдения за окружением транспортных средств для улучшения

характеристик транспортных средств, также будет стимулировать спрос на интеллектуальные автомобильные технологии. Еще одним фактором, ускоряющим рост рынка, являются различные шаги, предпринятые государственными учреждениями для модернизации транспортной отрасли.

Ключевые игроки рынка интеллектуальных транспортных систем стремятся укрепить свои позиции в США, осознавая возможности, которые предоставляет стандартизация структуры ИТС Министерством транспорта США (DOT). Лидеры мирового рынка ИТС, расположенные в США, имеют легкий доступ к рынкам ИТС в Мексике и Канаде. Это связано не только с близостью, но и с внедрением транспортных стандартов США в Канаде и Мексике. Игроки также получают выгоду от экологических инициатив и тенденции к росту доли автомобилей с нулевым уровнем выбросов в этом регионе. Производители уделяют большое внимание исследованиям и разработкам технологий ИТС, для автомобилей с нулевым уровнем выбросов.

Ключевые компании-резиденты

По мнению экспертов[58], ключевыми игроками рынка, работающими на рынке интеллектуальных транспортных систем Северной Америки по состоянию на 2019 год, являются следующие компании:

- WS Atkins PLC, Siemens AG, Nuance Communications Incorporation, Garmin International Inc., Hitachi Ltd., EFKON AG, Iteris Inc., Telenav Inc., , TomTom NV, Oracle Corp., Giro

Ниже представлено описание некоторых доминирующих компаний из числа компаний-резидентов.(Смотрите таблицу)

[58] URL: https://www.marketresearchandstatistics.com/ad/north-america-intelligent-transportation-system-market/

Наименование компании	Описание компании и ключевые продукты
Garmin Ltd (США)	Производитель GPS-навигационной техники и умных часов. Навигаторы Garmin предназначены для различных сфер применения, включая автомобильное, авиационное, морское, туристическое и спортивное оборудование, а также оборудование для беспроводных приложений.
Iteris Inc (США)	Американская компания, базирующаяся в Санта-Ана, штат Калифорния, которая предоставляет программное обеспечение и консультационные услуги для управления интеллектуальной инфраструктурой мобильности, включая программное обеспечение как услугу, а также услуги по управлению и консультационные услуги. Собираемые и анализируемые компанией данные о дорогах и транспортном потоке помогают клиентам повысить качество транспортных услуг.
Oracle Corp. (США)	Второй по величине доходов производитель программного обеспечения (после Microsoft), крупнейший производитель программного обеспечения для организаций, крупный поставщик серверного оборудования. Компания специализируется на выпуске систем управления базами данных, связующего программного обеспечения и бизнес-приложений. Наиболее известный продукт компании — Oracle Database, который компания выпускает с момента своего основания. Корпорация выпускает интегрированные аппаратно-программные комплексы, а с 2009 года в результате поглощения Sun Microsystems стала производителем серверного оборудования, до этого компания выпускала исключительно программное обеспечение. В сфере ИТС производит специализированные аппаратные решения для периферийных вычислений, сбора и обработки данных. Также компания предлагает решение по интеллектуальной логистике (Transportation Intelligence) и разработанную ей систему управления парком ТС (Fleet Management)
Giro (Канада)	Компания разработала тиражируемую систему управления пассажирским транспортом - многофункциональный модульный программный комплекс HASTUS. HASTUS является мощным модульным решением для общественного транспорта. Более 300 клиентов по всему миру используют ПО HASTUS для управления парками общественного транспорта размером от 20 до 6500 транспортных средств. HASTUS-OnDemand - программный комплекс для управления транспортными услугами по требованию, в том числе для транспортного обслуживания людей с ограниченными возможностями.

Таблица 8. Региональные компании-лидеры на рынке Северной Америки

Источник: Данные с сайтов компаний

3.5.3 Западная Европа

Согласно актуальным оценкам по состоянию на 2020 год[59], в течении 2020-2025 гг. на европейском рынке ИТС будет доминировать Германия, где совокупный прирост объема рынка за данный период составит 885,2 млн долл. США. В Европе прогнозируется среднегодовой темп роста Германии примерно на 3,7%, в то время как рынок остальных европейских стран (как определено в исследовании Globenswire) к 2027 году достигнет 6,5 млрд долларов США.

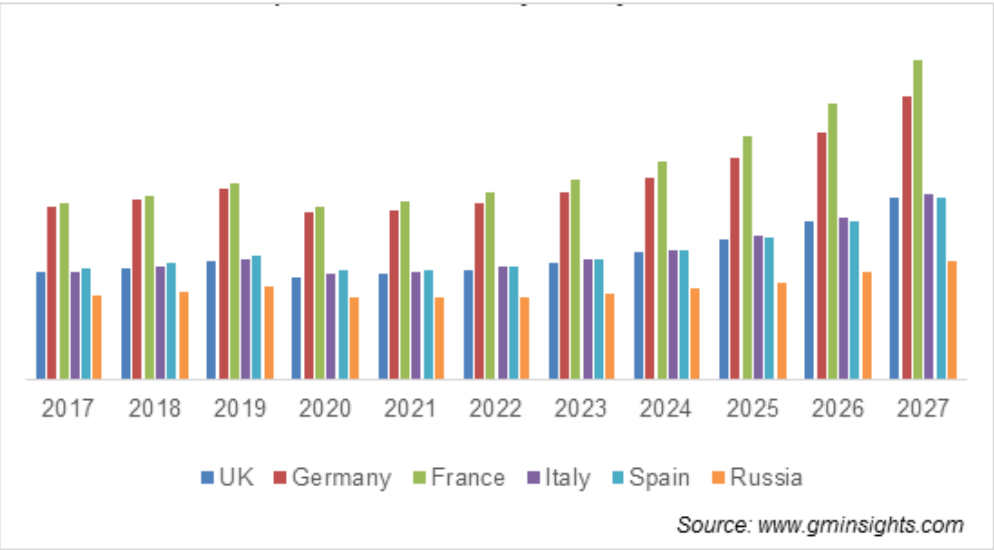


Рисунок 75. Относительное сравнение уровня стран по значению объема рынка решений в сфере ИТС в Европе, 2017- 2027 гг.

Источник: GMInsights

Согласно прогнозу, как и в остальных регионах, в Европе большую долю занимают решения, связанные с системами управления траффиком и общественным транспортом. Однако, в этом регионе доля сегмента систем управления траффиком (около 30%) превышает долю сегмента управления общественным транспортом (менее 25%). Причиной этого может быть более

[59] URL: https://www.globenewswire.com/news-release/2020/04/02/2010897/0/en/Global-Intelligent-Transportation-Systems-ITS-Industry.html

высокое качество общественного транспорта, чем в США или динамично развивающихся странах АТР.

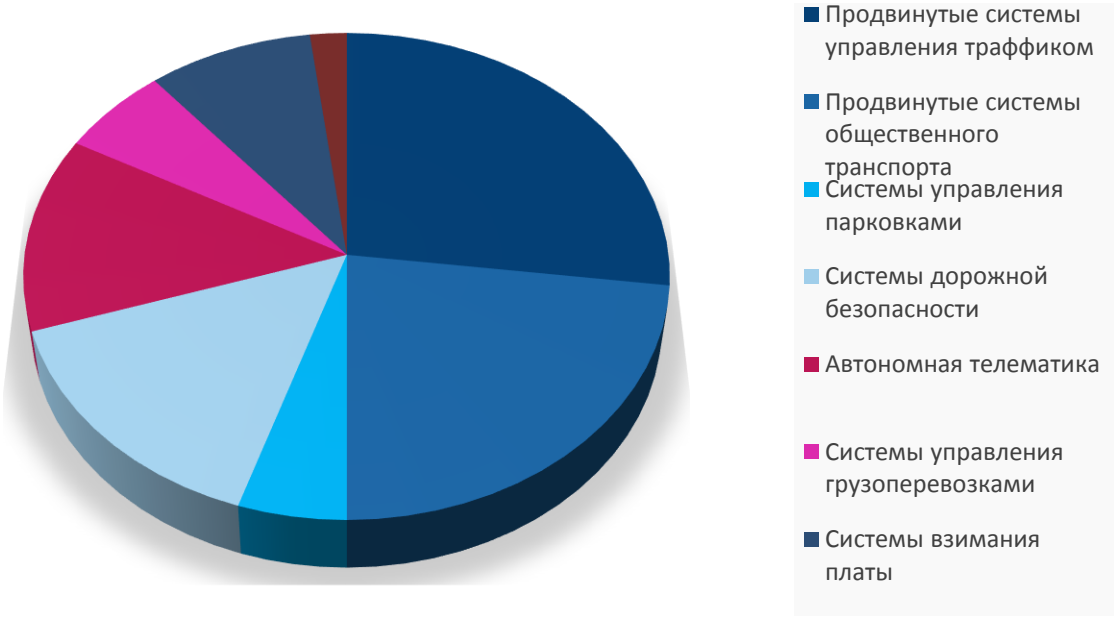


Рисунок 76. Относительное распределение сегментов ИТС в Европе, 2020 г.
Источник: составлено автором на основе данных Grand View Research

Среди *региональных драйверов*, наиболее значимо способствующих росту рынка ИТС на европейском пространстве, можно отметить следующее:

1. Разработка инициатив и нормативно-правовых документов, регулирующих вопросы повышения безопасности дорожного движения и развитие ИТС для дорожного транспорта на уровне Евросоюза; наличие наднационального объединения, осуществляющего регулирование вопросов внедрения ИТС на всем европейском пространстве (ERTICO) в содружестве с национальными ассоциациями ИТС. Например, С 2014 по 2020 год на территории Евросоюза действовали масштабная программа:

2. C-Roads. Совместная инициатива европейских стран и дорожных операторов, которые находятся на этапе запуска C-ITS для пилотирования и дальнейшей эксплуатации. Первая часть программы действовала с 2016 по 2021 год. Объем финансирования программы составил 149,5 млн евро.

C-Roads						
Member State	2016	2017	2018	2019	2020	2021
Austria	335	1 266	1 919	1 100	4 099	700
Belgium/Flanders	20	560	1 670	1 510	340	123
Belgium/Wallonia	-	24	204	778	840	2 400
Czech Republic	122	821	1 970	5 498	4 524	1 973
Denmark	-	50	130	170	180	-
Finland	-	2 300	1 300	1 400	800	-
France	167	474	894	1 894	2 428	1 351
Germany	725	1 493	2 091	2 508	1 590	1 524
Greece	-	-	-	-	-	-
Hungary	-	2	5	26	585	1
Ireland	-	-	-	-	-	-
Italy	2 244	3 752	4 437	2 803	5 406	-
Netherlands	1 100	3 700	5 200	3 300	n.a.	n.a.
Norway	-	1 900	1 800	1 500	1 100	-
Portugal	-	792	1 688	2 136	2 264	1 766
Slovenia	152	170	553	1 129	1 560	2 077
Spain	-	1 546	7 751	5 428	4 858	2 196
Sweden	-	140	1 500	2 400	2 200	-
UK	40	1 191	4 397	5 973	423	-
Sum (k€)	4 905	20 181	37 509	39 553	33 198	14 111

Таблица 9. Бюджет программы C-Roads (2016-2021 гг.) стран членов Евросоюза. Источник: C-Roads. Annual Report 2020.

В 2018 году была запущена вторая часть программы сроком до 2023 года. Общий объем финансирования составил 156,7 млн евро. Стоит отметить особый вклад Германии в проект – общий вклад во второй программе составил 39,5 млн евро, то есть 25% от общего. [60]

C-Roads 2						
Member State	2018	2019	2020	2021	2022	2023
Austria	-	105	597	826	5 208	6 262
Belgium/Flanders	-	-	-	-	-	-
Belgium/Wallonia	-	-	-	-	-	-
Czech Republic	-	-	-	-	60	60
Denmark	-	5	40	200	170	170
Finland	-	100	100	1 000	1 400	1 500
France	-	642	2 610	7 074	7 196	4 386
Germany	-	1 510	7 758	12 116	9 401	8 570
Greece	-	27	228	1 453	731	130
Hungary	-	10	100	1 785	1 187	10
Ireland	-	593	717	2 277	3 248	2 612
Italy	116	1 320	1 915	4 005	3 756	2 625
Netherlands	-	-	-	-	-	-
Norway	-	320	840	1 010	1 030	1 030
Portugal	-	1 559	3 875	14 468	5 906	3 602
Slovenia	-	-	830	1 730	2 700	-
Spain	-	-	-	-	-	-
Sweden	-	100	300	3 200	3 200	3 100
UK	-	-	-	-	-	-
Sum (k€)	116	6 292	19 911	51 144	45 192	34 057

Таблица 10. Бюджет программы C-Roads (2018-2023 гг.) стран членов Евросоюза. Источник: C-Roads. Annual Report 2020.

[60] URL:https://www.c-oads.eu/fileadmin/user_upload/media/Dokumente/M16_Annual_pilot_overview_report_2020_v1.0.pdf

3. Действие общеевропейских регламентов по внедрению ИИ в сфере транспорта[61]; в частности, цели и мероприятия по эффективному и гармоничному внедрению ИИ и робототехники в различные социально-экономические сферы закреплены в таких актах, как послание Европейской Комиссии Европейскому Парламенту «Coordinated Plan on Artificial Intelligence [62]» и Резолюция Европейского парламента от 16 февраля 2017 г. с рекомендациями Комиссии по гражданско-правовым нормам о робототехнике[63];

4. Целевые инвестиции в ИТС. Проекты ИТС в Европе финансируются из различных частных и публичных источников. Наиболее крупными фондами являются Connecting Europe Facility (CEF) и Horizon, которыми управляет агентство Еврокомиссии. CEF предоставил инвестиции на программу, завершившуюся в начале 2021 года, 500 млн евро, общий объем инвестиций составил 1,3 млрд евро для развития ИТС и C-ITS в Европе. Всего с 2015 года CEF инвестировал в транспортные системы 23,7 млрд евро. Фонд Horizon инвестировал 6,3 млрд евро за такой же период, при этом 45 млн евро были направлены на исследовательские проекты мультимодальной интеграции.

1) MedTIS II & III. Программа направлена на реализацию решений по безопасности дорожного движения и управлению движением в Центральном Средиземноморском сетевом коридоре TEN-T. В рамках пилотного проекта, в 2021 году водители, которые проезжают через границы Португалии, Испании, Италии и Франции смогут визуализировать время в пути, получать информацию об авариях, строительных площадках, меняющихся погодных условиях в режиме реального времени вне зависимости от национальных границ. Общий объем финансирования программы составил 24,5 млн евро.

---

61 URL:https://www.europarl.europa.eu/RegData/etudes/BRIE/2019/635609/EPRS_BRI(2019)635609_EN.pdf

62 URL:https://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/ALL/?uri=COM:2018:795:FIN

63 URL:https://www.europarl.europa.eu/doceo/document/TA-8-2017-0051_EN.html?redirect

2) CoEXist. Проект, объемом финансирования 3,5 млн евро нацелен на адаптацию существующей дорожной сети к увеличению автоматизированных транспортных средств.
3) I_HeERO & Safe. Программа направлена на создание системы на территории Европы, связывающей автомобиль в случае аварии и службу экстренной помощи. Проект призван уменьшить количество аварий со смертельным исходом. Объем финансирования на 2015-2017гг. и 2019-2020гг. составляет 18,1 млн евро.
4) ADAS & Me. В рамках этой программы разрабатываются продвинутые системы помощи водителю с целью обеспечить более безопасную и комфортную поездку для водителя и пассажиров. Объем финансирования на 4 года (2016-2020 гг.) составил 9 млн евро
5) AEOLIX способствует оптимизации логистических операций путем создания облачной экосистемы. Проект получил финансирование в размере 16,2 млн евро.

Инвестиционные программы распространены также и на национальном уровне: так, европейский лидер в сфере ИТС, Германия, инвестировала 9 миллиардов евро в развертывание и продвижение электронного каршеринга и электромобилей для решения проблем с дорожным движением в Берлине.

Барьеры развития европейского рынка ИТС сопряжены с барьерами развития мирового рынка, такими как проблемы обеспечения информационной безопасности систем и высокая стоимость реализации проектов ИТС, что является проблемой особенно для стран Восточной Европы, с менее развитой экономикой.

В Европе в разработке и внедрении интеллектуальных транспортных систем все более активное участие принимает как государственный, так и частный сектор, реализуя софинансируемые проекты, инновационные платформы, сотрудничество как внутренних, так и международных агентств. Ожидается, что растущее стремление к интеграции интеллектуальных информационных и коммуникационных технологий с общей транспортной

инфраструктурой, пользователями и транспортными средствами будет способствовать росту европейского рынка ИТС в течение прогнозируемого периода.

Ключевые компании-резиденты

На региональных рынках ИТС в той или иной степени доминируют мировые компании-лидеры глобального рынка. Вместе с тем, согласно отчетам различных аналитических агентств, помимо указанных в п. 4.3 мировых лидеров, *заметными игроками на глобальном и европейском рынках ИТС являются такие европейские компании, как Thales Group, TomTom NV, Bestmile S.A., Telegra, WS Atkins PLC.* Ниже приведем описание этих компаний.

Thales Group (Франция)

Thales Group — международная промышленная группа, выпускающая информационные системы для авиакосмического, военного и морского применения.

Thales имеет более чем 35-летний опыт работы в качестве разработчика централизованных систем управления дорожным движением. Компания предлагает дорожным ведомствам и операторам самые современные решения и технологии для модернизации транспортной инфраструктуры. В частности, к таким решениям относятся:

- Электронные системы взимания платы за проезд
- Системы управления дорожным движением

Для реализации мультимодальных транспортных систем управления трафиком и парком ТС компанией производятся интероперабельные системы для взаимодействия между железнодорожными, трамвайными, автобусными и автостоянками, включая:

- Управление парком транспортных средств
- Управление дорожным движением
- Системы управления парковками

Помимо разработок и проектирования в сфере внедрения ИТС, компания оказывает услуги по интеграции, консалтинговые услуги и услуги в сфере информационной безопасности транспортных систем.

Помимо решений в создании и модернизации дорожной инфраструктуры, компания специализируется на внедрение интеллектуальных цифровых систем в области железнодорожного транспорта и метро. В частности, компанией проектируются следующие системы и элементы ИТС:

- Автономный поезда и метро
- Подключенная инфраструктура для профилактического обслуживания
- Системы сбора данных и интеллектуальные системы анализа данных
- Решения в сфере безопасности на дорожном транспорте (на основе ИИ)
- Разработка и внедрения систем взимания платы нового поколения
- Цифровая платформа (по бизнес-модели «как услуга»)

WS Atkins PLC (Великобритания)

Atkins - британская многонациональная компания, занимающаяся проектированием, проектированием, планированием, архитектурным проектированием, управлением проектами и консалтинговыми услугами. В настоящее время принадлежит канадской инженерной фирме SNC-Lavalin.

В сфере интеллектуальных транспортных систем компания предлагает полный спектр разработанных ей решений и сервисов, в частности:

- Системы информирования участников дорожного движения и отдельные компоненты. Atkins обладает признанным на национальном уровне опытом в сфере информационных систем, планируя, внедряя и

обслуживая информационные системы ATIS во многих регионах. К примеру, по заказу Министерства транспорта США был разработан вэб-сайт и интегрирована система Safe-Trip-21 с целью информирования участников и повышения безопасности дорожного движения вдоль транспортного коридора I-95;

- Системы управления дорожным трафиком. Каждое решение создается индивидуально и подразумевает использование различного набора оборудования различных спецификаций. Одним из примеров реализованного проекта может служить реализованный проект управляемых автомагистралей по заказу Агентства автомобильных дорог Объединенного Королевства. Услуги включали в себя комплексное планирование ИТС и все услуги по проектированию инфраструктуры для двух управляемых проектов автомагистралей, оба из которых включали динамическую полосу обочины (dynamic part-time shoulder) на автострадах M4 / M5 и M62;
- Проектирование и создание центров управления дорожным движением;
- Системы реагирования на дорожно-транспортные происшествия;
- Консалтинговые услуги и услуги по обслуживанию инфраструктуры и программного обеспечения для ИТС;

Bestmile S.A. (Швейцария)

Компания Bestmile разработала программное обеспечение для управления автопарком, обеспечивающее балансировку спроса и предложения транспортных услуг. Технологии управления перевозками - не новы и хорошо отработаны. Однако появление новых разнообразных способов перемещения людей и грузов в городах создало новые возможности для компаний-разработчиков программного обеспечения.

Bestmile стремится стать основной платформой для операторов общественного транспорта, автопроизводителей и таксомоторных компаний. Облачная платформа Bestmile обеспечивает функционирование и оптимизацию автономных мобильных сервисов, таких как «Управление маршрутными перевозками» и «Управление заказными перевозками». Система в реальном времени собирает данные о заказах на перевозку, о трафике, информацию о погодных условиях, телеметрию от ТС. На основе этих данных строится и выполняется план перевозок с минимизацией затрат на их выполнение.

Также сообщалось[64] о заключении соглашения о сотрудничестве с компанией INIT - ведущим мировым поставщиком интегрированных ИТС, а также систем планирования, диспетчеризации и взимания платы за проезд для парков автобусов и поездов (более 600 ведущих поставщиков услуг общественного транспорта во всем мире используют систему MOBILE, разработанную компанией INIT).

Платформа автоматизации автопарка Bestmile поддерживает все операционные модели: от перевозок по фиксированным маршрутам с фиксированным расписанием до перевозок по требованию «от двери до двери» или их комбинации. Гибкая и модульная платформа Bestmile, построенная с учетом экосистемного видения, позволяет реализовать несколько сценариев интеграции, гарантирующих бесшовную интеграцию с существующей инфраструктурой заказчика. Клиенты могут выбрать как готовое решение, используя веб- и/или мобильные приложения Bestmile, так и использовать свои собственные приложения поверх платформы Bestmile или во взаимодействии с ней.

Платформа Bestmile не зависит от типа ТС в автопарке и позволяет эксплуатировать как смешанные автопарки, состоящие из автономных ТС

[64]URL:https://bestmile.com/init-bestmile-offer-mobility-solutions-driverless-fleets-integrated-public-transport-systems/

различных типов и марок, так и гибридные автопарки, состоящие как из автономных ТС, так и из управляемых человеком.

Telegra (Хорватия)

Одной из компаний, принимавших участие в реализации проектов по развертыванию ИТС в Европе (в том числе автоматизированных систем управления дорожным движением в России) является Telegra[65].

Компания Telegra разрабатывает, поставляет и поддерживает программное обеспечение для таких компонент ИТС, как:

- Управление дорожным движением,
- Обнаружение инцидентов и анализ трафика на основе данных с видеокамер,
- Системы взимания платы

Также компания поставляет придорожное оборудование для ИТС (светодиодные динамические знаки и табло, дорожные контроллеры, аварийные дорожные телефоны, дорожные метеостанции, автоматические классификаторы транспортных средств).

Компания ведет активные исследования и разработки по таким новым направлениям, как:

- «Подключенные» транспортные средства,
- Автоматизированные системы поддержки принятия решений на основе искуственного интеллекта и анализа больших данных,
- Интегрированные системы управления транспортными коридорами Integrated Corridor Management (ICM),
- Городские ИТС;
- Общенациональные иерархические системы управления трафиком и т.д.

[65] URL:https://www.telegra-europe.com/

Компания реализовала проекты в 40 странах на всех 5-ти континентах, в том числе в Хорватии, России, Норвегии, США, Дании. Ее оборудование работает на 5000 км. автомобильных дорог и на 200 км. тоннелей, создано более 200 систем управления трафиком (АСУДД).

Одной из новейших разработок компании Telegra является Интегрированная Система управления транспортными коридорами.

Система предназначена для операторов транспортных коридоров, а также других заинтересованных лиц и организаций, участвующих в процессе управления транспортным коридором. Данная система является интеграционной платформой для организационной, операционной и аппаратной интеграции всех пользователей транспортного коридора. Основные функции системы:

- Работа в мульти-юрисдикционной среде нескольких транспортных ведомств (округов, районов, городов),
- Подключение atms, систем светофорных сигналов и других систем с использованием стандартных интерфейсов,
- Сбор и верификация данных с различных дорожных датчиков,
- Обнаружение инцидентов и чрезвычайных ситуаций на дороге,
- Управление дорожным движением на основе встроенных стратегий с моделированием и прогнозированием трафика в реальном времени,
- Визуализация дорожной сети на основе развитых эргономичных инструментов,
- Интеллектуальная сравнительная оценка ожидаемых и реальных результатов
- Поддержка «подключенных» автомобилей на основе запатентованной технологии.

Данная система может быть реализована в облачной среде. Основой ее является комплексная программная платформа для управления дорожным движением и придорожным оборудованием topXview.

Интегрированная Система управления транспортными коридорами, разработанная компанией Telegra, может быть развернута как на уже существующих, так и на новых транспортных коридорах с минимальным вмешательством в существующие системы управления движением.

3.6 Ключевые компании на глобальном рынке ИТС

В исследовании Marketandmarkets выделены ведущие игроки на рынке ИТС:

- Thales Group (Франция);
- Siemens (Германия);
- Kapsch TrafficCom (Австрия);
- Conduent, Inc. (США);
- Cubic Corporation (США).

Кроме выше упомянутых Verified Market Research выделяет также:

- Telenav Inc.
- EFKON AG
- Nuance Communications Incorporation
- Cisco Systems
- Elektrobit
- IBM
- Intel
- NVIDIA
- Lanner Electronics

Далее подробно рассмотрим ключевые компании и их ключевые продукты на рынке ИТС, которые не были представлены в разделах региональных рынков.

Intel (США)[66]

Выручка за 2020 г. – 77,9 млрд долл США (рост – 8% за год)

Американская компания **Intel**, разработчик компьютерного оборудования, принимает активное участие на рынке ИТР. Особое место в предлагаемых компанией продуктах занимают решения для управления парком на основе Интернета вещей.

Руководители парков ТС играют важную роль в организации и контроле за транспортными средствами для обеспечения производительности, обслуживания и отслеживания. Решения телематики собирают, хранят и анализируют данные, которые могут отправляться руководителям парков ТС. Эти данные помогают владельцам парков и руководителям оценивать обслуживание транспортных средств, работу водителей и управление грузами. Интернет вещей трансформирует управление парком ТС благодаря возможности подключения транспортных средств к сети и сбора широкого спектра данных о производительности транспортных средств, маршруте, пассажирах и грузах.

Примеры использования компанией INTEL IoT для управления парком транспортных средств:

- Управление для водителей

Расширенные системы управления для водителей, такие как обзор слепой зоны или резервные камеры, могут предупреждать водителей об объектах, блокирующих дорогу, переходящих улицу людях или других автомобилях, совершающих опасный маневр. Камеры в кабине могут предупреждать водителей и рекомендовать остановиться и отдохнуть при необходимости. Видеоданные можно хранить для использования в случае аварии.

IEI Integration Corporation использует процессор Intel Atom® для создания решений по управлению для водителей, таких как встроенный ПК ITG-100AI, который использует компьютерное зрение для мониторинга водителей на

[66] URL:https://www.intel.com/content/www/us/en/transportation/overview.html

предмет сонливости и рассеянности. Эти приложения уведомляют операторов центра управления о состоянии водителя практически в режиме реального времени.

- Обслуживание парка ТС**.**

С помощью новейших решений телематики датчики внутри транспортного средства определяют, когда необходимо менять масло, тормозные колодки, аккумулятор или шины. Это позволяет сотрудникам техобслуживания решать заранее любые проблемы. Кроме того решение помогает предотвратить поломки, которые приводят к большим затратам, например, повреждение двигателя, отказ тормозов, недостаточный заряд аккумулятора или плохую управляемость шин. Профилактическое обслуживание также может повысить эффективность использования топлива и снизить расходы.

Для оказания помощи в профилактическом обслуживании Lanner Electronics Inc.в сотрудничестве с корпорацией Intel разработала безвентиляторный сетевой видеорегистратор V6S10-Port PoE Fanless Vehicle NVR. Эта единая открытая платформа выполняет несколько рабочих нагрузок, обеспечивая доступ к камерам, датчикам и другим устройствам. Объединяя рабочие нагрузки, руководители могут легко развертывать приложения для профилактического обслуживания и снижать расходы на ремонт.

Мониторинг транспортного средства. Участник программы Intel® AI Builders viso.ai предоставляет транспортным средствам четкий обзор окружения с помощью внешних камер, которые могут обнаруживать объекты, пешеходов и другие автомобили. Камеры также могут записывать видео, которые могут использоваться в случае аварии или для обучения вождению. Viso.ai было создано решение на базе машинного зрения для обеспечения безопасности активов и эксплуатации транспортного средства. Благодаря использованию датчиков и камер на 360 градусов для передачи потоков данных с высоким разрешением можно избежать ДТП, предотвратить кражи с помощью автоматической регистрации аномальных действий вокруг транспортного средства.

Информационные системы для пассажиров. Информационные системы для пассажиров в автобусах или других транспортных средствах для пассажирских перевозок могут обеспечивать доступ к Wi-Fi или предоставлять полезную информацию о маршрутах и услугах. Они могут уведомлять пассажиров о требованиях социальной дистанции на борту транспортного средства, а также о наличии мест для лиц с ограниченными возможностями. Системы видеонаблюдения могут предоставлять операторам автобусов статистические данные о количестве водителей и другие протоколы, например, о социальном дистанцировании и использовании масок. Для улучшения обслуживания пассажиров автобусы могут подключаться к бесконтактной оплате проезда.

Управление активами и грузами. Телематика играет важную роль в цепочке поставок и логистике. Контроль температуры, наблюдение и датчики вибрации обеспечивают безопасность груза во время перевозки. Благодаря контролю и поддержанию постоянной температуры при перевозке некоторые виды грузов, например продукты питания, лекарства и прочие скоропортящиеся товары, остаются свежими и пригодными к использованию. С помощью камер и датчиков отслеживания груза, как внутри, так и снаружи транспортного средства, операторы могут точно следить за тем, что должно находиться в автомобиле, и в каком порядке. Это также является подтверждением при потере или краже груза. Датчики вибрации могут обеспечить надежное крепление хрупких товаров и их целость в ходе перевозки.

Среди возможностей решения EverFocus Intelligent Edge Solution for Transportation — алгоритмы поведения водителя, обнаружение пешеходов, хранение видеоданных и гибкая процедура резервного копирования для повышения эффективности работы транспортного средства. Компания Genetec и корпорация Intel совместно разработали решения для мониторинга парка ТС на базе искусственного интеллекта. С помощью высокоскоростных, масштабируемых и эффективных решений для IP-видео компания Genetec

помогает руководителям парков ТС улучшать качество обслуживания пассажиров, обеспечивать более удобную обстановку поездки, поддерживать профилактическое обслуживание ТС, а также предлагает другие послепродажные возможности.

Технологии Intel для управления парком транспортных средств: [67]

1) Интернет вещей и встроенные процессоры Intel® предлагают широкий спектр возможностей для обеспечения подходящей производительности вычислений и энергопотребления, необходимых для различных решений для транспортных систем и телематики.

2) Визуальные процессоры Intel® Movidius™ обеспечивают машинное зрение в ряде приложений с низким энергопотреблением, что идеально подходит для встроенных решений.

3) Инструментарий Intel® Distribution of OpenVINO™ оптимизирует разработку приложений для компьютерного зрения на платформах Intel®, включая визуальные процессоры и центральные процессоры. Этот ассортимент делает возможным применение в различных сферах: от управления активами и грузами до контроля поведения водителя.

4) Сети 5G с поддержкой Intel улучшат телематику на базе Интернета вещей, обеспечивая при этом передачу данных с низким уровнем задержек посредством беспроводных сетей. Сети 5G с поддержкой Intel улучшат телематику на базе Интернета вещей, обеспечивая при этом передачу данных с низким уровнем задержек посредством беспроводных сетей.

NVIDIA (США)

Выручка за 2021 г. – 16,7 млрд долл США (рост – 35% за год)

NVIDIA является общепризнанным лидером в области производства графических процессоров и видеокарт. Разработки компании получили распространение в индустрии видеоигр, сфере профессиональной

[67] URL: https://www.intel.ru/content/www/ru/ru/transportation/iot-fleet-management.html#articleparagraph_117

визуализации, области высокопроизводительных вычислений и автомобильной промышленности, где бортовые компьютеры Nvidia используются в качестве основы для беспилотных автомобилей. Компания была основана в 1993 году.

В июне 2016 года компания представила программу поддержки стартапов, работающих в области искусственного интеллекта и обработки данных — Nvidia Inception Program. Участники программы получают ранний доступ к программному и аппаратному обеспечению, помощь сертифицированных специалистов и инженеров компании, обучение в DLI и инвестиции в рамках GPU Ventures Program.

Решения от компании используются при разработке бортовых систем автомобилей и интеллектуальных транспортных систем. Оборудование Nvidia используют крупнейшие провайдеры и облачные сервисы, а технологию автопилота внедряет ряд крупных автопроизводителей , в том числе Toyota.

ИИ дает автомобилям возможность видеть и ориентироваться в различных сценариях вождения. NVIDIA использует технологии искусственного интеллекта и глубокого обучения, чтобы обеспечить прорывное комплексное решение для автономного вождения - начиная с методов сбора данных, обучения моделей и тестирования в среде виртуальной реальности (симуляции) и заканчивая созданием интеллектуальных, безопасных и самоуправляемых автомобилей.

Основные продукты в области интеллектуальных систем для автомобильного транспорта:

- Платформа NVIDIA DRIVE может одновременно обрабатывать данные от 16 датчиков, постоянно собирая важные данные для создания надежной библиотеки обучения автомобилей с автономным управлением.
- Сервер NVIDIA DGX - интегрированная программно-аппаратная система, поддерживающая обучение ИИ с оптимизированным сочетанием вычислительной мощности и производительности для использования для глубокого обучения моделей автономных ТС на больших объемах данных.

- NVIDIA DRIVE Constellation - облачное решение для моделирования, которое позволяет «проехать» миллионы миль в виртуальной среде с использованием широкого спектра сценариев-от обычного вождения до редких или даже опасных ситуаций и все это с бóльшей эффективностью, экономичностью и безопасностью, чем это возможно в реальном мире. Платформа состоит из двух параллельных серверов. Первый сервер-DRIVE Constellation Simulator - генерирует выходные сигналы с «датчиков» виртуального автомобиля. Второй сервер- DRIVE Constellation Computer-содержит бортовой компьютер DRIVE AGX Pegasus AI. Он получает данные с виртуальных датчиков, принимает решения, а затем отправляет команды управления ТС обратно на тренажер. Таким образом реализуется процесс замкнутого полунатурного моделирования и тестирования.

Благодаря комбинации информации о происходящем вокруг автомобиля и состоянии водителя, с помощью платформы NVIDIA DRIVE IX можно получить персонализированную помощь для безопасного движения на дороге. Платформа предоставляет следующие функциональные возможности:

- Распознавание лица
- Отслеживание движения глаз
- Распознавание жестов
- Отслеживание положения головы и направления взгляда
- Обработка естественных языков
- Поддержка голосовых команд
- Расширенные возможности чтения по губам
- Высокая осведомленность о происходящем вокруг автомобиля

Экосистема NVIDIA DRIVE объединяет сотни производителей легковых и грузовых автомобилей, производителей датчиков, разработчиков встроенного ПО и цифровых карт со всего мира.

В настоящее время компания ведет разработки по интеграции GPU и искусственного интеллекта, чтобы трансформировать технологии глубокого обучения, обработки естественных языков и управления жестами, которые

изменят манеру вождения людей и обеспечат автомобилям беспилотное управление. Компания кооперируется с ведущими производителями сенсоров и прочего оборудования (Sony, Panasonic, Velodyne Lidar и др.) и разработчиками программного обеспечения (такими как Aurora, BlackBerry, Momenta и др.).

Hitachi Ltd (Япония)

Выручка за 2020 г. – 78,9 млрд долл США (падение – 8% за год)

Hitachi Ltd. — японский конгломерат, один из крупнейших в мире. Основан в 1910 году в городе Хитати. В настоящее время главный офис компании находится в Токио. Сегодня Hitachi — это финансово-промышленная группа. В её состав входит более 1100 компаний:

- Консолидированные дочерние компании (450 компаний в Японии, 484 — за рубежом);
- Неконсолидированные дочерние компании (79 компаний в Японии, 86 — за рубежом).

За последнее время компанией было разработано множество решений в сфере умного транспорта и интеллектуальной логистики. В сентябре 2017 года Hitachi объявила о создании новой компании Hitachi Vantara, в которую были включены такие бизнес-направления японского конгломерата, как Интернет вещей, систем хранения данных (СХД) и Big Data. В Hitachi Vantara вошли подразделения Hitachi Data Systems, Hitachi Insight Group и Pentaho. С помощью разработок на стыке операционных и информационных технологий новая компания помогает организациям извлекать из данных ценные знания, необходимые для развития социальных инноваций. В последующем решения, реализованные в рамках данного подразделения холдинга, использовались для создания продуктов в сфере интеллектуальных транспортных систем и способствовало появлению инновационных продуктов в рамках таких направлений деятельности компании, как «Automotive Systems»

(автомобильные комплектующие) и «Logistics, Services & Others» (торговые операции, логистика, управление собственностью).

22 мая 2019 года компания Hitachi Vantara представила Lumada Video Insights – полный комплекс интеллектуальных и адаптируемых приложений. Благодаря использованию технологий интернета вещей (IoT), видео, искусственного интеллекта комплекс Lumada Video Insights позволяет собирать, хранить, контролировать и анализировать видеоданные. Данный комплекс также используется в предлагаемых компанией решениях в сфере ИТС и умных городов.

На основе созданных систем сбора, обработки и анализа данных Hitachi Vintara предлагает реализацию концепции «умного пространства» (Hitachi smart spaces), предлагая создание комплексных интеллектуальных систем, оптимизированных под различные области задач, в том числе в сфере транспорта. На рисунке ниже представлена концепция предлагаемой компанией системы оптимизации парковочного пространства[68]. Представленная на рисунке 77 система состоит из трех подсистем: «Parking Analyzer» - определяет наличие свободных мест в зоне парковки и их габариты (длину), «Traffic Analyzer» - позволяет определить плотность потока в наблюдаемой зоне и классифицировать транспортные средства, «Traffic

[68]URL: https://www.hitachivantara.com/ru-ru/products/iot.html

counter» - считает количество транспортных средств, находящихся в данное время на участке дороги.

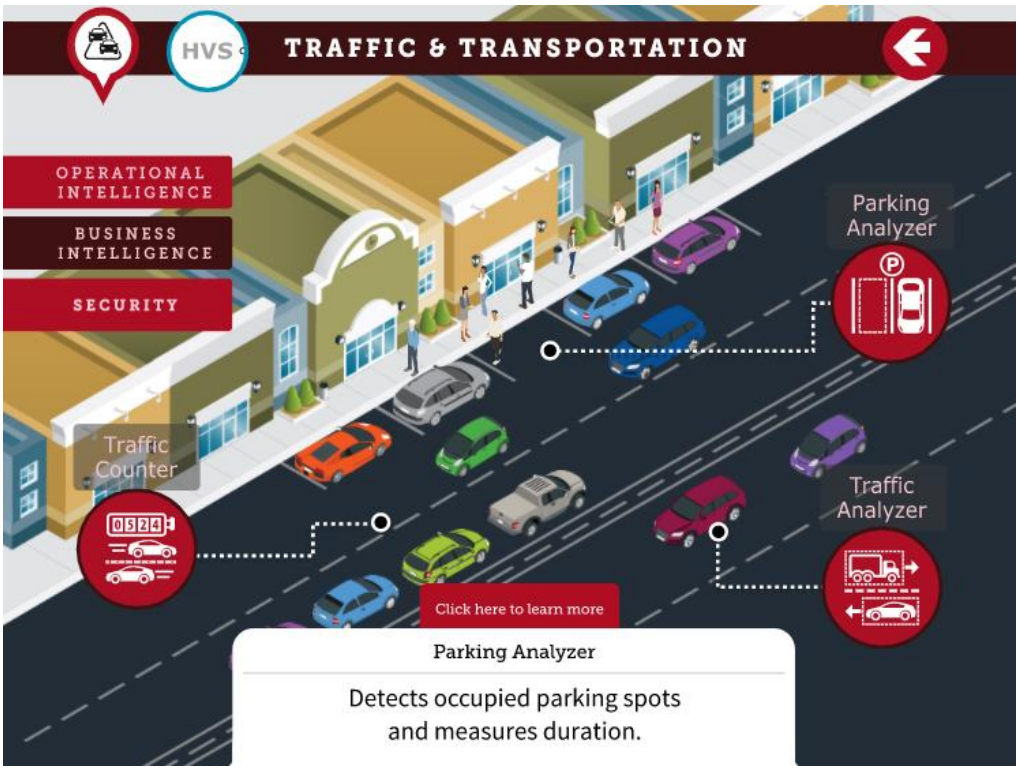


Рисунок 77. Решения в сфере интеллектуального транспорта от Hitachi Vantara (оптимизация и поиск парковочных зон)

Решения в области умного города и видеоаналитики (Hitachi smart Spaces and Video Intelligence) задействуют IoT-устройства Hitachi и сторонних производителей, облачные и локальные платформы и платформы анализа данных для предоставления полной картины городского трафика транспортным ведомствам. Для анализа получаемых данных с различных устройств и сенсоров используются платформы Lumada. Для анализа поступающего видеоизображения используются решения Hitachi Video Analytics и Hitachi Visualization Suite.

Siemens AG (Германия)

Выручка за 2020 г. – 11 млрд долл США (падение – 20% за год)

Siemens AG — немецкий конгломерат, работающий в области электротехники, электроники, энергетического оборудования, транспорта, медицинского оборудования и светотехники, а также специализированных услуг в различных областях промышленности, транспорта и связи. Штаб-квартиры находятся в Берлине и Мюнхене.

Подразделение Siemens ITS представляет интеллектуальные решения для транспортной отрасли, обеспечивающие возможность улучшения транспортной ситуации в городах.

Технология SCOOT, позволяющая измерять плотность движения и регулировать светофоры на перекрестках (упоминалась ранее в главе 3), была разработана инженерами компании Siemens. SCOOT прогнозирует поток трафика и оптимизирует количество времени зеленого сигнала светофора, доступного для каждого направления движения через перекресток. Развертывание SCOOT в июне 2017 года позволило сократить время в пути в среднем на 21% в часы пиковой нагрузки по коридору Мерсер (штат Сиэтл, США), важной артерии, обслуживающей растущий технологический центр.

Сименс планирует не только расширять и модернизировать общественный транспорт (с помощью автономных автобусов и других транспортных средств), но также разрабатывает системы для интеграции всех видов и способов передвижения в единую систему мобильности. Разработанная компанией Сименс «Операционная система мобильности» (mOS - mobility Operation System) позволяет масштабировать систему управления городским общественным транспортом по мере ее развития (рост количества единиц общественного транспорта, увеличение числа и изменение конфигурации маршрутов и т.п.). Данное решение позволяет практически мгновенно вносить необходимые изменения в работу системы.

Модульная платформа Центра управления дорожным движением, разработанная компанией Сименс, позволяет интегрировать системы управления движением и парковками. Платформа позволяет построить индивидуальное системное решение для конкретного заказчика благодаря на

модульной архитектуре, гарантирующей высокую гибкость и легкую адаптацию создаваемого экземпляра системы к самым разнообразным сценариям городского автомобильного движения.

Основой современных решений компании Siemens является технология V2X для связи между автомобилями и другими транспортными средствами. Она является очень важной частью реализации автономного вождения путем обеспечения связи между дорожной инфраструктурой и участниками дорожного движения как элементами экосистемы Интернета вещей (IoT).

В сентябре 2021 г. компания Siemens подписала контракт с Национальным управлением тоннелей (англ. National Authority for Tunnels) на строительство комплексной железнодорожной системы. Она будет состоять из высокоскоростной электрифицированной магистральной линии и грузовой линии. Услуги по проектированию «под ключ», установке, вводу в эксплуатацию и обслуживанию систем в течение 15 лет предоставит Siemens Mobility. Общая стоимость контракта оценивается в 4,5 млрд долл. США, из которых доля Siemens Mobility — около 3 млрд долларов США.

Kapsch Traffic Com AG (США)

Kapsch Traffic Com AG) - международный поставщик «интеллектуальных телематических решений для дорожного движения». Компания разрабатывает продукты, системы и услуги в области ИТС, в первую очередь, систем электронного взимания платы за проезд (СВП) и специализируется на решениях для взимания платы за проезд по открытым дорогам (open road tolling - ORT), многополосной системы взимания платы за проезд (multi-lane free-flow - MLFF) и взимания платы за пользование полосой типа HOT (High-occupancy toll lane – бесплатная полоса для тс с высокой загрузкой).

Кроме того, компания предлагает системы управления дорожным движением, уделяя особое внимание безопасности дорожного движения и управлению городским трафиком, а также управлению парковками.

Компания Kapsch принимала участие в создании национальных СВП в странах Европы, Африки, Латинской Америки и Австралии.

Основные решения в области СВП:

- Аппаратно-программная платформа для создания Многополосной СВП в свободном потоке «под ключ»;
- Стационарные, мобильные и переносные комплексы контроля СВП
- Бортовые устройства (транспондеры DSRC, БУ для СВП на основе ГНСС)
- Мобильное приложение для создания СВП

Примеры реализованных проектов:

Национальная СВП в Польше ViaTOLL (ТС свыше 3,5 тонн. Более 3000 км. дорог):

- Многополосная СВП в свободном потоке на основе технологии DSRC 5,8 ГГц, соответствующая стандартам Европейского Сервиса Электронного взимания Платы EETC;
- СВП в Южной Африке Gauteng Open Road Tolling (все ТС. Скоростные дороги протяженностью более 200 км.):
- Многополосная СВП в свободном потоке на основе технологий DSRC 5,8 ГГц и автоматического распознавания номерных знаков;
- СВП скоростных магистралей LBJ и NTE шт. Техас, США (все ТС. North Tarrant Express и LBJ Express протяженностью более 50 км.):
- Многополосная СВП в свободном потоке на основе технологий RFID интегрированная с ATMS;
- СВП въезда в центральную часть города Болонья (Италия);
- Система на основе технологий ANPR в свободном потоке с возможностью исключений взимания платы для резидентов, спецтранспорта и других случаев.

Программное обеспечение систем взимания платы в различных конфигурациях поставлялось для создания национальных СВП в Чехию, Польшу, Чили, Беларусь, а для создания СВП на платных дорогах – в США, Австралию, Южную Африку, Новую Зеландию.

Оборудование пунктов электронного взимания платы поставлялось в Австрию, Польшу, Ю. Африку, Австралию, Португалию, США, Чили, Чехию, Швейцарию, Норвегию, Беларусь. Системы контроля правил пользования СВП поставлялись в Австрию Польшу, Ю. Африку, Австралию, Беларусь, США, Чили, Чехию, Португалию, Швейцарию, Новую Зеландию.

Решения в области ИТС: Системы управления движением ATMS, Центры управления дорожным движением, Знаки и Табло переменной информации, Коммуникационные подсистемы ИТС, Придорожные сенсоры и датчики, Бортовое и придорожное оборудование V2X, Системы весогабаритного контроля в движении, Системы управления парковками и въездом в центр города (создание экологически чистых зон); Контроллеры зон и полос движения, Системы контроля и выявления инцидентов, Системы распознавания номерных знаков, Системы динамической тарификации, Поддержка и эксплуатация предлагаемых решений на основе собственной разработки - Системы управления эксплуатацией и обслуживанием.

Решения компании Kapsch в области ИТС в основном реализуются в США (скоростные шоссе LBJ Express и NTE, а также проект CTRMA MOPAC шт. Техас; Министерство транспорта шт. Вашингтон и др.). В апреле 2019 года Kapsch Traffic com в партнерстве с компанией EVOCON заключили контракт на предоставление решения по управлению городской мобильностью EcoTrafix для города Санто-Доминго в Доминиканской Республике. Проект предусматривает 17-месячный срок реализации инфраструктуры, а также техническую эксплуатацию в течение 4 лет. Стоимость контракта составляет примерно 18 миллионов евро[69].

[69] URL: https://www.grandviewresearch.com/blog/intelligent-transportation-systems

Telenav Inc. (США)

Выручка за 2020 г. – 35,4 млрд долл США (падение – 32% за год)

Telenav Inc. - корпорация, специализирующаяся на беспроводных сервисах навигации, которая предоставляет такие сервисы, как спутниковая навигация Global Positioning System, локальный поиск, решения для автомобильной навигации, мобильность предприятия и автоматизация рабочих процессов. Штаб-квартира компании находится в Санта-Кларе (штат Калифорния, США), а дополнительные офисы - в США, Германии, Японии, Румынии, Китае и Бразилии. Компания основана в 1999 году.

Основными продуктами компании являются:

- Scout - бесплатное мобильное приложение поддерживает отображение геопозиции и навигацию, также позволяет пользователям получать доступ к расписанию городского и междугороднего транспорта, поиску объектов и информации о погоде в реальном времени.
- Thinknear - стартап гиперлокальной мобильной рекламы, который помогает показывать рекламу целевой аудитории и определять целевые группы с помощью контекстной рекламы на основе местоположения. В августе 2019 года Telenav продал Thinknear компании inMarket;
- Scout for Apps -браузерная пошаговая GPS-навигационная служба для мобильных телефонов с голосовым управлением
- Telenav GPS Navigator – мобильное приложение для GPS-навигации
- Telenav Shotgun - это персональное навигационное устройство, работающее на основе Интернет-сети. В дополнение к трехмерной пошаговой навигации и голосовой помощи функции Shotgun включают в себя отслеживание ситуации на дорогах в реальном времени, локальный поиск POI и автоматическое изменение маршрута;
- Telenav Track - это корпоративное мобильное программное обеспечение, предназначенное для помощи организациям в управлении

перемещениями персонала и различных активов;

- TeleNav Asset Tracker - продукт, который позволяет пользователям отслеживать в реальном времени местонахождение активов, таких как грузы или оборудование, с помощью защищенного веб-портала;
- TeleNav Vehicle Tracker – система отслеживания парка транспортных средств. Позволяет компаниям отследить свои транспортные средства в режиме реального времени с помощью веб-портала.

В феврале 2020 г. Telenav объявила, что поставляет программное обеспечение и разработанные ей сервисы подключенной навигации в информационно-развлекательную систему ожидаемого флагманского внедорожника Cadillac, Escalade luxury SUV 2021. Последняя версия системы включает полностью переработанную информационно-развлекательную систему с 38-дюймовым изогнутым OLED-дисплеем с ультравысоким разрешением. Программное обеспечение для навигации Telenav позволяет для использование всех преимуществ дисплеев с высоким разрешением, проекционного дисплея и двух экранов на задних сиденьях, чтобы показывать геопозицию и маршруты, а также информацию о ситуации на дороге и развлекательный контент Yelp для водителя и пассажиров. Пассажиры на задних сиденьях могут отслеживать маршрут, искать пункты назначения и делиться ими с водителем.

EFKON AG (Австрия)

Компания EFKON GmbH основана в 1994 году и в настоящее время является дочерней компанией компании STRABAG. Компания является одним из ведущих мировых поставщиков решений в области ИТС на автомагистралях, систем электронного сбора платы за проезд (СВП), систем контроля транспортного потока, систем управления доступом и парковками,

других дорожных телематических решений на основе микроволновых технологий[70].

Компания поставляла оборудование для систем взимания платы в Австрии, Германии, Норвегии, Бельгии, Испании, Индонезии, Ирландии, Малайзии. Разработала и стала оператором ИТС в Южной Африке. Компания принимала участие во многих других проектах в области ИТС[71].

Основные технологические решения компании EFKON:

- Многополосные системы безбарьерного взимания платы;
- Стационарные и мобильные средства контроля в системах взимания платы;
- Системы контроля средней скорости на участках автомобильных дорог;
- Платежные системы с несколькими приложениями, в которых одна смарт-карта используется для оплаты проезда различных транспортных сервисов;
- Тахографы.

Кроме того, компания EFKON в настоящее время является крупнейшим в мире поставщиком считывающих устройств для бесконтактных смарт-карт. В платежных системах компания EFKON создает и управляет всей инфраструктурой и центром обмена информацией.

Nuance Communications Incorporation (США)

Nuance Communications — транснациональная корпорация — производитель программного обеспечения, управляемая из Burlington, Massachusetts, США. Разрабатывает приложения, работающие с голосовыми данными и с изображениями. Среди технологий компании: распознавание речи на серверах и во встроенных применениях, системы автоматизированной

70 URL: https://www.efkon.com/databases/internet/_public/content30.nsf/web30?Openagent&id=EN-EFKON.COM_solutions.html&men1=3&sid=300

71 URL:https://www.efkon.com/databases/internet/_public/content30.nsf/web30?Openagent&id=EN-EFKON.COM_history.html&men1=2&sid=260

обработки звонков, программы и системы ведения медицинских записей, оптическое распознавание символов. Часть компании выполняет разработки программ и систем для военных и государственных агентств США.

Компания является крупнейшим поставщиком услуг по распознаванию речи, её системы используются в нескольких популярных интерактивных агентах для мобильных телефонов, в том числе Apple Siri и собственного приложения Dragon Go. Фразы, произнесенные пользователем при взаимодействии с агентом, отсылаются на сервера Nuance для распознавания. В 2014 году компания начала продвижение собственных продуктов биометрической аутентификации по голосу. Подобная система "голосовой биометрии" (voice biometrics) позиционируется как замена паролям и кодовым словам. Для проверки системой используется около сотни различных характеристик голоса, комбинация которых делает голос человека уникальным. Для прохождения процедуры идентификации требуется 10 секунд речи.

В 2019 году компания заявила о создании отдельного дочернего предприятия для направления бизнеса Nuance Auto (впоследствии – публичная компания Cerence), которое специализируется на разработке решений для автомобильной индустрии, в частности, интеллектуальных систем автономного и полуавтономного транспорта. Nuance специализируется на применение ИИ в сфере речевых технологий, которые помогают производителям автомобилей предоставлять водителям и пассажирам различные сервисы на основе Интернет-сети. Глубоко интегрированные, настраиваемые решения Nuance Auto - умные автомобильные помощники, которые легко интегрируются в экосистему, подключенную к автомобилю. Системы интегрируются практически со всеми производителями автомобилей, включая Audi, BMW, Daimler, Fiat, Ford, GM, Hyundai, SAIC и Toyota, а также практически со всеми крупными поставщиками автомобилей первого уровня. Продукция Nuance Auto поставляется в более чем 50 миллионах новых автомобилей каждый год, а сегодня их можно найти в более

чем 200 миллионах автомобилей, с голосовыми командами, распознаваемыми более чем на 40 языках. В основе множества специализированных решений лежит передовая технология компании - Nuance Transcription Engine, которая преобразовывает разговорную речь в текст для дальнейшей расшифровки и выполнения команд голосового управления. Аудиосообщение преобразуется в оптимизированный для выполнения поисковых команд текст с точностью до 88% - один из самых высоких показателей в отрасли.

CUBIC (США)

Выручка за 2020 г. – 1,5 млрд долл США (падение – 3% за год)

Cubic Corporation - американская публичная корпорация, предоставляющая диверсифицированные системы и услуги для транспортных и оборонных рынков по всему миру. Cubic Corporation является материнской компанией трех основных подразделений: Cubic Transport Systems, Cubic Mission Solutions и Cubic Global Defense. Численность компании Cubic - более 7900 человек по всему миру.

Одно из гражданских подразделений компании Cubic Transportation Systems производит и продает системы оплаты проезда в общественном транспорте в Северной Америке, Европе, Индии и Австралии. Также предлагает решения в области систем управления парковками, систем информирования пассажиров общественного транспорта, ИТС и др.

Компанией Cubic реализовано свыше 400 проектов в 40 странах на пяти континентах. Cubic впервые внедрила технологию мобильных билетов в 2006 году (за год до запуска iPhone и за два года до запуска Android) и теперь производит несколько мобильных систем оплаты на общественном транспорте тарифов, включая мобильные билеты через штрих-кодирование, инструменты NFC, контактные и бесконтактные платежи по смарт-картам и традиционные автоматизированные системы сбора тарифов. По состоянию на 2015 год, Cubic обработала более 24 миллиардов платежных транзакций.

Elektrobit (Германия)

Компания Elektrobit[72] (дочернее предприятие Continental AG) является одним из ведущих разработчиков и поставщиков программных продуктов и услуг для автомобильной промышленности, в том числе для встроенных и подключаемых систем.

Компания Elektrobit является лидером в области автомобильного программного обеспечения с более чем 30-летним опытом работы в отрасли. К настоящему времени ПО EB используется более чем миллиардом устройств в более чем 100 миллионах транспортных средств (Audi, BMW, Daimler, Ford, GM, Volkswagen Group, Volvo и др.). Основные направления деятельности компании:

- ПО для подключенной автомобильной инфраструктуры и систем автономного вождения
- ПО человеко-машинного интерфейса (HMI)
- ПО систем помощи водителю
- ПО электронных блоков управления (ECUs)
- заказная разработка программного обеспечения.

Компанией реализовано большое число проектов[73] в сфере встроенного в ТС ПО. Одним из них является разработка аппаратно-программного комплекса тестирования автономных транспортных средств и обработки данных с датчиков ТС. Данный комплекс представляет собой законченное решение на основе специализированной автомобильной платформы EB Assist CAR Box, позволяющей смонтировать коммуникационное и вычислительное оборудование для регистрации данных с различных сенсоров, а также обеспечить воспроизведение и моделирование сценариев вождения. В состав комплекса также входит инструментальное ПО для разработки систем автоматизированного вождения EB Assist ADTF.

[72] URL: https://www.elektrobit.com/about/
[73] URL: https://www.elektrobit.com/success-stories/.

Данный комплекс позволяет одновременно собирать данные с десятков датчиков со скоростью несколько Гбит/с практически в реальном времени (задержка не превышает 10 нс). Предыдущая версия комплекса имела ограничение в 1 Гбит/с. Имеются интерфейсы для подключения видеокамер (GSML, FPD-Link), а также Ethernet.

В 2017 году израильский стартап Argus Cyber Security был приобретен компанией Continental AG и стал независимой компанией, принадлежащей Elektrobit.

Компания Argus является мировым лидером в области автомобильной кибербезопасности, предлагая комплексные и проверенные решения и услуги для защиты подключенных автомобилей и коммерческих транспортных средств от кибератак. Имея многолетний опыт работы как в области кибербезопасности, так и в автомобильной промышленности, Argus предлагает инновационные методы обеспечения безопасности и проверенные ноу-хау в области компьютерных сетей. Клиентами компании являются автопроизводители, поставщики уровня Tier1, операторы систем управления автопарками и поставщики услуг связи для транспортной отрасли.

ElectroBit и Argus предлагают совместное решение для обновления программного обеспечения по воздуху, которое позволяет автопроизводителям быстро и экономично доставлять обновления программного обеспечения и управлять ими в течение всего срока службы автомобиля. Основанная в 2013 году, компания Argus имеет штаб-квартиру в Тель-Авиве (Израиль), а также офисы в Мичигане, Силиконовой долине, Штутгарте и Токио.

Lanner Electronics (Тайвань)

Выручка за 2020 г. – 250 млн долл США (рост – 1% за год)

Lanner Electronics - тайваньский производитель электроники, специализирующийся на сетевых устройствах, промышленных компьютерах, встроенных компьютерах, автомобильных ПК, материнских платах и

сопутствующих аксессуарах. Lanner владеет и управляет заводами по производству печатных плат, шасси и сборке компьютеров. Компания специализируется в основном на производстве OEM/ODM для компьютерных компаний с мировым именем и компьютерной периферии. Основные линейки продуктов Lanner включают платформы сетевых устройств, защищенные встроенные компьютеры и телекоммуникационные платформы операторского класса.

Lanner Electronics владеет и управляет следующими дочерними компаниями: Lanner Electronics USA, Inc. (США), LEI Technology Canada Ltd. (Канада), L&S Lancom Platform Technology Company, Ltd. (Китай).

Продукция Lanner делится на три основные товарные линии:

- Сетевые вычислительные устройства, UTM (Unified threat management), управления проводной / беспроводной связью, доставки приложений и оптимизации WAN
- Интегрируемые и промышленные решения для умного города, приложений Интернета вещей, промышленной автоматизации, видеоаналитики и интеллектуального транспорта
- Платформа операторского уровня для SDN (Software-defined networking - технология программно-определяемых сетей), NFV (виртуализация сетевых функций), искусственного интеллекта, транскодирования видео и мобильных периферийных вычислений

IoT-подразделение компании Lanner состоит из трех продуктовых подразделений: подразделения интеллектуальных транспортных решений, подразделения встроенных вычислений и подразделения промышленных коммуникаций. Каждое подразделение предлагает свой уникальный набор встроенных аппаратных решений для всего диапазона секторов и вертикальных приложений.

Устройства от подразделения интеллектуальных транспортных решений предназначены для развертывания ИТС и различных приложений, таких как

мониторинг движения на общественном транспорте, управление автопарком и информационно-развлекательные системы.

Оборудование для ИТС от Lanner Electronics фокусируются на трех продуктовых сегментах.

1. Интеллектуальные системы общественного транспорта

Мобильные системы наблюдения за перевозками, которые состоят из сети промышленных компьютеров и камер, обычно устанавливаются в движущихся транспортных средствах для мониторинга активности и потоковой передачи HD-видео. Такие мобильные системы наблюдения регистрируют и документируют все действия в автомобиле, когда они находятся в пути, что способствует предотвращению преступности и, при необходимости, позволяет оперативно реагировать.

Компания Lanner производит компьютерные системы для переферийных вычислений на базе процессоров Intel. Эти бортовые компьютеры также могут быть настроены либо как информационно-развлекательные серверы, предлагающие пассажирам новостной контент, погоду, доступ в Интернет и к различному медиа-контенту, либо как шлюзы для подключения устройств и датчиков для автоматизации управления зажиганием, сигнализации для предотвращения кражи, двусторонней радиосвязи и уведомления об опасностях на дорогах и предполагаемых направлениях.

2. Интеллектуальные системы контроля и мониторинга дорожного движения

В дополнение к интеллектуальным системам управления дорожным движением, компания предлагает такие продукты, как компьютеры для наблюдения за транспортными средствами, а также оборудование для электронных систем взимания платы за проезд (СВП). СВП сочетает в себе высокоскоростные вычислительные мощности, IP-сеть с высокой пропускной способностью и новейшие технологии распознавания / анализа изображений для сбора платы за проезд путем сканирования информации о водителе с

помощью идентификационных наклеек и получения точных изображений номерных знаков транспортных средств.

3. Системы управления парком транспортных средств

Системы управления автопарком упрощают управление персоналом и активами. Автомобильный шлюз, когда он подключен к электронному блоку управления (ЭБУ) автомобиля, системе контроля давления в шинах (TPMS) и другим датчикам, позволяет центрам управления следить за всем: от работы двигателя, температуры автомобиля, давления в шинах, состояния груза до поведения водителя и часов работы.

3.7 Анализ влияния последствий пандемии COVID-19. Прогнозы развития рынка в среднесрочной и долгосрочной перспективе

Пандемия COVID-19 значительным образом повлияла на условия жизни и поведение большей части населения, особенно в городской среде. Последствия пандемии не ограничиваются введением длительных локдаунов, форматом дистанционной работы и повсеместным снижением социальной активности. Она повлияла в том числе на систему транспорта, на паттерны мобильности жителей города.

Аналитики консалтингового агентства McKinsey выделяют основные тренды:

- понижение мобильности при увеличении доли пользования личным автомобилем;
- понижение популярности общественного транспорта из-за ассоциаций с риском заражения COVID-19

Например, по данным UITP, поездки на общественном транспорте сократились до 80% из-за ограничительных мер и потере доверия пользователей к безопасности транспорта. [74]

[74] URL: https://cms.uitp.org/wp/wp-content/uploads/2021/12/Report-BETTER-URBAN-MOBILITY-PLAYBOOK-final-3.pdf

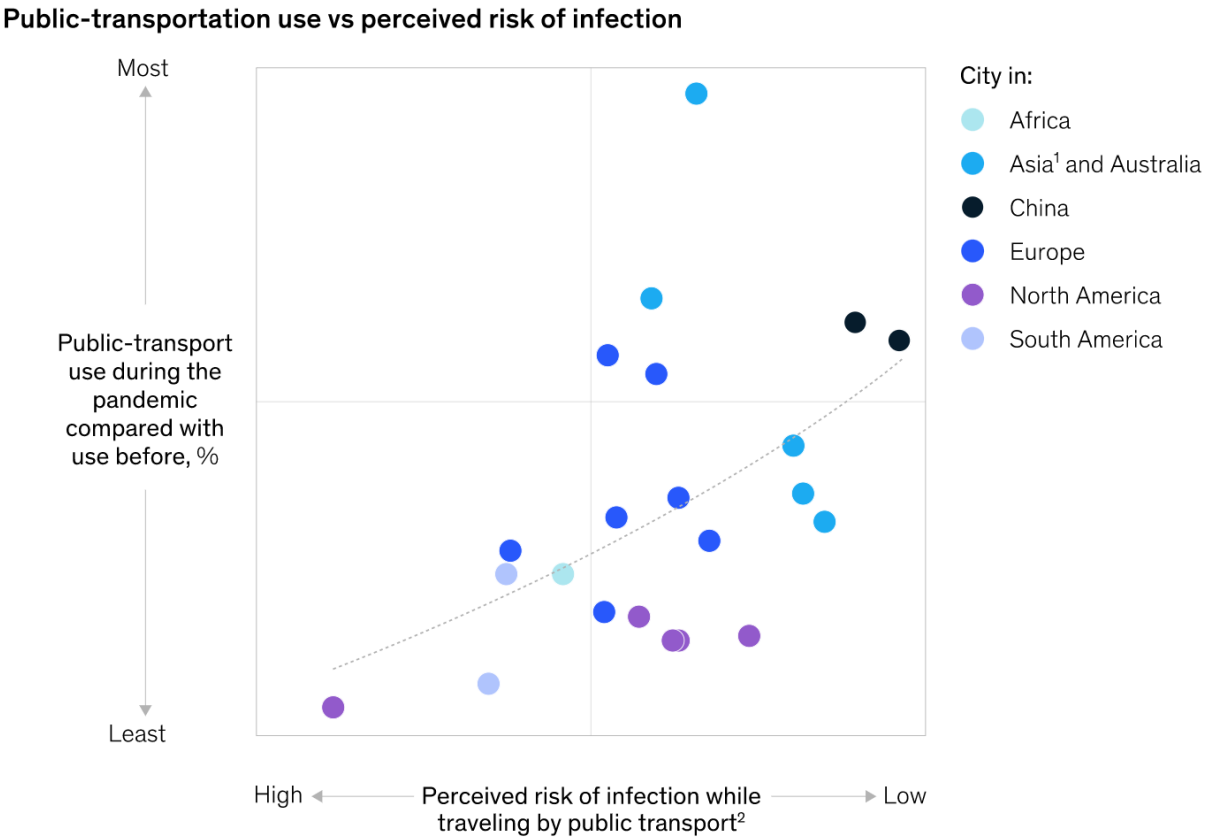


Рисунок 79. Влияние риска инфицирования на пользование общественным транспортом

Источник: McKinsey. Urban transportation systems of 25 global cities, 2021

Согласно данным исследования McKinsey 2021 года, общее количество поездок уменьшилось во время пандемии, в то время как количество поездок на личных автомобилях возросло и среди пользователей частным транспортными средствами, и среди пользователей общественным транспортом.[75]

[75] URL: https://www.mckinsey.com/business-functions/operations/our-insights/building-a-transport-system-that-works-five-insights-from-our-25-city-report

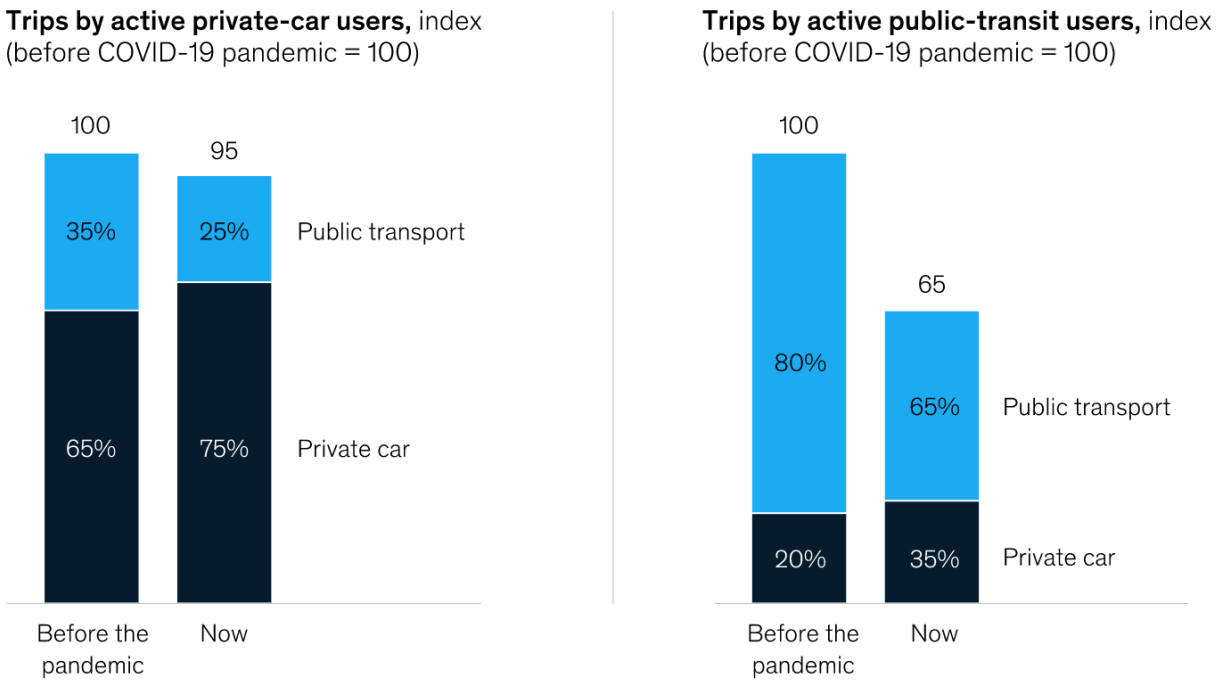


Рисунок 80. Количество пользователей общественным и личным транспортом до и после пандемии.

Источник: McKinsey

Если эти тенденции сохранятся после пандемии, то это усугубит заторы на дорогах, загрязнение окружающей среды и количество дорожно-транспортных происшествий. Таким образом, операторам общественного транспорта и властям необходимо найти способы **восстановить уверенность в совместных способах передвижения и уменьшить зависимость от частных автомобилей.** Крупные города активно следуют этому и создают новые проекты, внедряя новые технологии. С одной стороны, во время локдаунов общественный транспорт переживал резкие падения по количеству пользователей. В то же время пандемия сыграла роль драйвера ИТС, в частности, сегмента систем управления общественным транспортом.

Например, в Сеуле запустился проект по установке «умных остановок», - smart shelters. Остановки предназначены для защиты людей от летней жары и муссонных дождей, а также для борьбы с COVID-19. Конструкция представляет собой стеклянные кубы, оборудованные кондиционером и ультрафиолетовый стерилизатор. Кроме того, остановки оборудованы

камерами наблюдения и цифровыми экранами, предупреждающими пассажиров о приближении автобуса. Остановка способна определять температуру пассажиров, максимальная допустимая составляет 37.5°C. Стоимость установки одной остановки составляет 84 тыс. долларов США. Умные остановки в Сеуле также способны передавать информацию в режиме реального времени полиции и пожарным службам на основе технологии Internet of Things.

Другой тренд, который усилила пандемия, - **интеллектуальная автоматизация.** В метро Мадрида в период действия наиболее серьезных ограничений средняя дневная загруженность составила 40–50% по сравнению с аналогичным периодом 2019 года. Несмотря на это, в Мадриде отмечались задержки отправлений поездов метро и скопление пассажиров на платформах, что не позволяет соблюдать требования социального дистанцирования. В качестве одной из причин такой ситуации профсоюз работников мадридского метрополитена называет невозможность вывести на линию дополнительный подвижной состав из-за нехватки человеческих ресурсов – до 23% работников неработоспособны, поскольку либо инфицированы сами, либо находятся в группе риска из-за контакта с другими зараженными. Автоматизированная система управления (как, например, в Барселоне) решила бы подобную проблему.

В то же время, специалисты Еврокомиссии видят необходимости развития большей **автоматизации в части обращения с коммерческими грузами**, поскольку операторы будут вынуждены искать новые способы работы для сокращения физических контактов между людьми или тестировать инновационные решения на случай возможных чрезвычайных ситуаций в будущем (такие как использование дронов и беспилотного транспорта).

Китай, первая страна подвергшаяся вспышке новой коронавирусной инфекции, также был первой страной, которая использовала дроны в ответ на COVID-19. В феврале беспилотник успешно перевез тестовые образцы и медицинские принадлежности из местной больницы в провинции Чжэцзян в

ближайший медицинский центр. Оператор Antwork японской группы Terra Drone был первой компанией, осуществляющей доставку при помощи дронов, получившей лицензию гражданской авиации Китая (CAAC) в октябре 2019 года.

В апреле 2020 года авиационное управление Ирландии санкционировало деятельность оператора беспилотников Manna Aero для доставки лекарств и предметов первой необходимости для примерно дюжины домашних хозяйств в сельском городке Манигалл. Доставка работает по системе замкнутого цикла: местные врачи назначают лекарства после видеоконсультаций; затем дроны (которые могут перевозить до 4 кг груза) доставляют их к домам пациентов. Оператор заявляет, что в настоящее время может выполнять до 100 рейсов в день, но планирует расширить свои услуги на другие города Ирландии, а также Великобритании. Немедицинские продукты, такие как продукты питания, также могут доставляться при помощи дронов.

Использование дронов в качестве меры физического дистанцирования, несомненно, сохранится в течение некоторого времени для выполнения определенных задач без участия человека. Положительный опыт с обеспечением доставки и других услуг, которые могут предоставить дроны, вероятно, приведет к существенному изменению в отношении к таким транспортным средствам и в результате получит более широкое применение после пандемии COVID-19.

Глава IV. Российский рынок интеллектуальных транспортных систем

4.1 Общая характеристика развития российского рынка ИТС

По данным на начало 2021 года, исходя из данных бюджетного финансирования, общий объём рынка интеллектуальных транспортных систем России на период до 2023 года можно определить величиной в более чем ₽170 млрд[76]. Именно государственные инвестиции в проекты создания ИТС выступают ключевым драйвером национального рынка.

Как показывает анализ конкурентного ландшафта, на рынке представлено чуть более 20 компаний, предоставляющих различные категории услуг по профилю «интеллектуальные транспортные системы». ТОП-игроков рынка по выручке, превышающей ₽100 млн в 2020 году, можно увидеть на рис. 1.

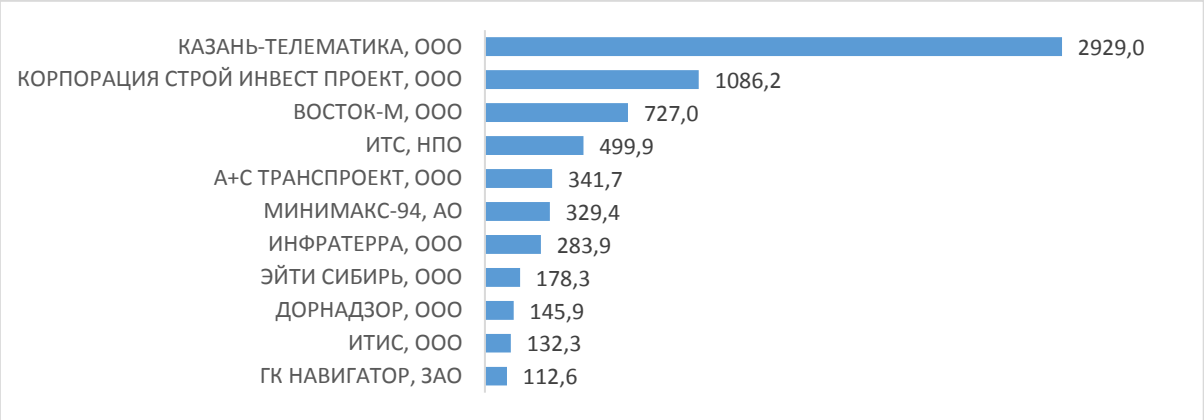


Рис. 1. ТОП-игроков российского рынка ИТС по выручке в 2020 году, млн ₽
Источник: ИС «СПАРК»

Отметим, что на рис. 1 не учитываются крупные холдинги с диверсифицированным портфелем, которые также являются заметными участниками рынка ИТС (например, «Ростелеком» и «Ситроникс»). Профильным лидером рынка является «Казань-Телематика», входящая в группу «Национальные телематические системы» (НТС).

[76] URL: https://www.rzd-partner.ru/logistics/interview/intellektualnye-transportnye-sistemy-dolzhny-stat-chastyu-gradostroitelnoy-politiki-i-munitsipalnogo/

Отметим, что несколько лет назад в России ведущими участниками рынками и представителями регуляторов была предложена и принята «Концепция внедрения интеллектуальных транспортных в городских агломерациях»[77]. Согласно данному документу выделяются несколько уровней для внедрения ИТС и соответствующих подсистем (рис. 2).

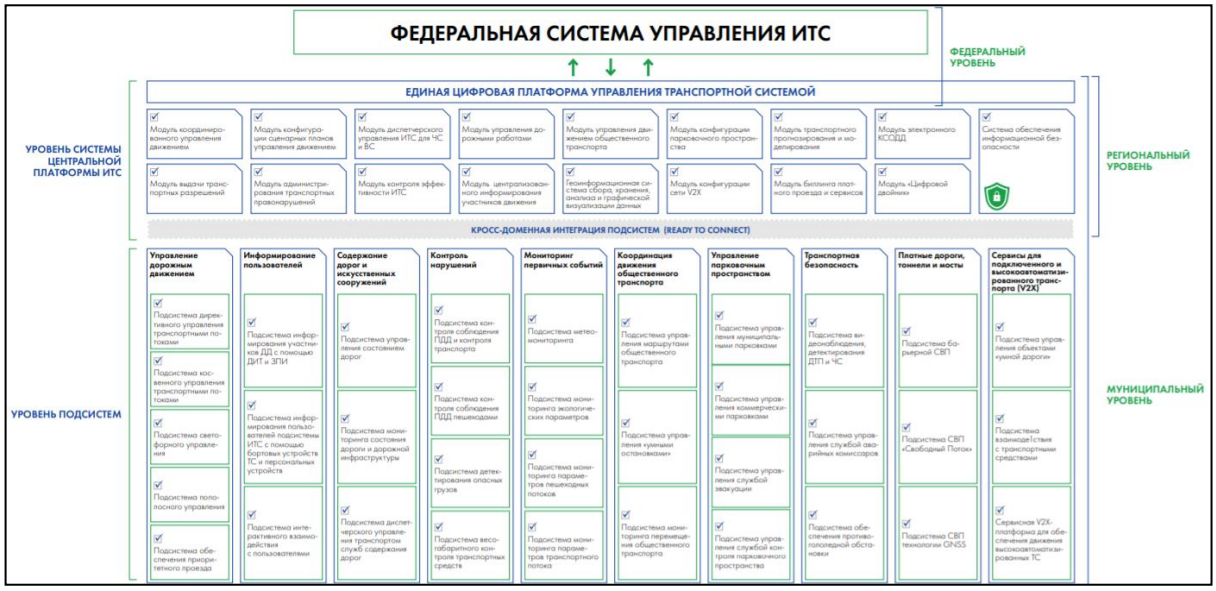


Рис. 2. ИТС: федеральный, региональный и муниципальный уровень
Источник: Росавтодор

В настоящем разделе исследовательской работы будет более подробно рассмотрен сегмент уровня системы центральной платформы ИТС – единой платформы управления транспортной системой (ЕПУТС) и сегмент уровня подсистем – автоматизированной системы управления дорожным движением (АСУДД). Выбор данных сегментов исходит из наиболее перспективного развития рынка (ЕПУТС) и из наиболее зрелого и сложившегося на сегодняшний день (АСУДД).

4.2 Рынок решений класса ЕПУТС

С 2020 года на официальном сайте Единой информационной системы в сфере закупок[78] начала появляться информация об объявлении торгов как на проработку концепции ЕПУТС, так и на её частичное или полное внедрение в

[77] URL: https://rosavtodor.gov.ru/about/upravlenie-fda/upravlenie-regionalnogo-razvitiya-i-realizacii-nacionalnogo-proekta/rabochaya-gruppa-po-vnedreniyu-its-na-dorozhnoj-seti-subektov-rossijskoj-federacii/301481

[78] URL: https://zakupki.gov.ru/

различных регионах России (например, в Республике Татарстан, Архангельской и Свердловской областях и др.). По состоянию на окончание текущего года, объём государственных контрактов и соответственно рынка решений класса ЕПУТС составлял порядка ₽676 млн, при этом 65% контрактов (по стоимости) приходятся на текущий, 2021 год. Как ожидается, объём рынка здесь, учитывая увеличивающиеся объёмы бюджетного финансирования на развитие ИТС, а также совершенствование технологических решений, будет возрастать в следующих отчётных периодах.

Наиболее заметными компаниями (по стоимости выигранных контрактов) выступают: НПО «Интеллектуальные Технические Системы», ООО «Казань-Телематика», ООО «ЭйТи Сибирь». Рассмотрим их более подробно.

ООО «Казань-Телематика»

«Казань-Телематика»[79] входит в концерн «Национальные телематические системы» (НТС), специализирующийся на разработка и внедрении объектов интеллектуальной транспортной инфраструктуры в России, СНГ, Азии и Латинской Америке. Экспертиза компаний концерна охватывает полный цикл создания и внедрения продуктов: от конструирования программно-аппаратных элементов умных дорог до реализации проектов федерального масштаба и их поддержки. Среди ключевых компетенций в НТС заявляются следующие платформы и технологии, имеющие непосредственное значение для развёртывания интеллектуальных транспортных систем:

1. Системы платности (УПВП, Свободный поток, ПО КДП).
2. Управление дорожным движением (АСУДД ВПУ, АСУДД ЦПУ, ЕПУТС, Кооперативные ИТС).
3. Системы интеллектуального контроля (Фрейм Б7, Выявление инцидентов, ИнтелВиз, ИнтелВиз Оси, ИнтелВиз Детектор).

[79] URL: https://telematika.com/ru/

4. Цифровизация железнодорожных перевозок.
5. Умная логистика.
6. Беспилотные автомобили.

«Казань-Телематика» в 2020 году отчиталась о выручке в размере почти достигающей ₽3 млрд. Динамика показателя за последние пять лет представлена на рис. 3.

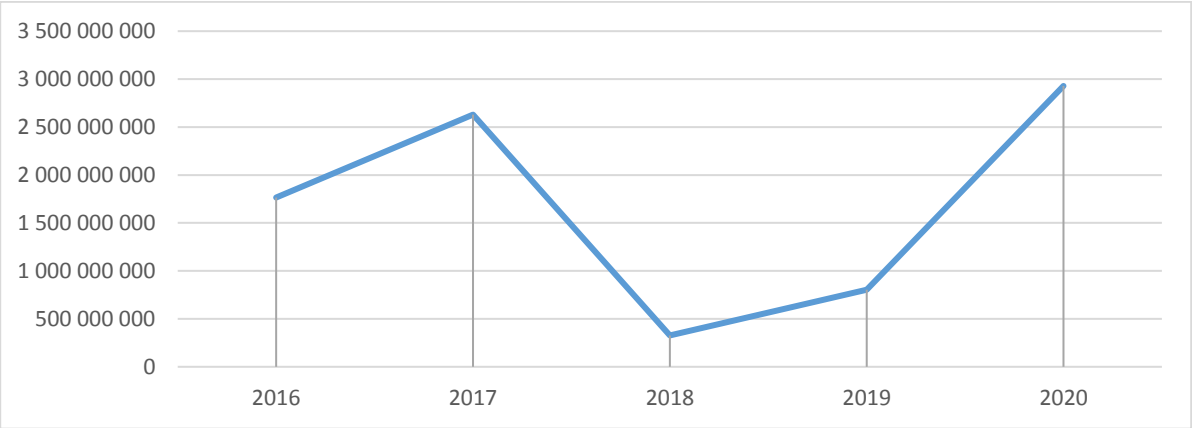


Рис. 3. Выручка компании «Казань-Телематика» в 2016-2020 гг., ₽
Источник: ИС «СПАРК»

Компания за последние годы показывает хорошие темпы роста выручки, её совокупный среднегодовой темп роста с 2016 года составляет 13%.

Отдельно следует выделить экспертизу компании по направлению ЕПУТС – специализированное программное обеспечение «ЕПУТС Интеллектуальная дорога»[80]. Оно предназначено для создания и поддержания единого информационного пространства, обеспечения взаимодействия между дорожно-транспортными системами и организациями, мониторинга и моделирования транспортной ситуации, управления дорожным движением и повышения эффективности функционирования транспортного комплекса ИТС агломераций. Среди основных функций:

- Получение данных от комплексных и инструментальных подсистем ИТС агломераций и других дорожно-транспортных информационных систем,

[80] URL: https://telematika.com/ru/eputs/

обработка и анализ информации о текущей транспортной ситуации, погодной обстановке, транспортных событиях, телеметрии транспортных средств.

- Анализ и расчет основных показателей эффективности дорожно-транспортного комплекса ИТС агломераций.
- Оперативное информирование дорожно-транспортных организаций и предприятий о возникновении дорожно-транспортных событий, нарушений и инцидентов.
- Моделирование и прогнозирование транспортной обстановки на основе агрегированных показателей эффективности и полученных данных от комплексных и инструментальных подсистем ИТС агломераций и других дорожно-транспортных информационных систем.

Стоимость ПО рассчитывается индивидуально, оно не распространяется на условиях открытой лицензии.

НПО «Интеллектуальные Технические Системы»

«Интеллектуальные Технические Системы»[81] занимаются производством и внедрением совокупных комплексов систем, объединяющих подсистемы транспортных средств и безопасного дорожного движения в целом. Основными компетенциями компании являются:

1. Большие данные (разработка корпоративных и государственных систем, оперирующих терабайтными объемами разнородной информации).
2. Программно-аппаратные комплексы (программирование процессоров и контроллеров различного уровня и сферы применения).
3. Видео и фото аналитика (выделение, распознавание и трассировка объектов изображений и видеопотоков - искусственный интеллект).
4. Современные ИТ-решения (открытая модульная и микросервисная архитектура разрабатываемых приложений).

[81] URL: https://npo-its.ru/

Выручка НПО «Интеллектуальные Технические Системы» в 2020 году достигла значения в ₽500 млн. Прошлый год стал первым для компании годом ведения операционной деятельности.

В рамках одного из фокусных продуктов (ЕПУТС) – «ДОРИС Платформа»[82] приведём его краткое описание. «ДОРИС Платформа» может включать следующие модули и подсистемы:

- ДОРИС Кросс. Автоматизированная система управления дорожным движением посредством координированного, адаптивного и предиктивного светофорного регулирования
- ДОРИС Мониторинг. Система мониторинга метеорологической и экологической обстановки.
- ДОРИС Приоритет. Система обеспечения приоритетного проезда как при проведении спецмероприятий, так и при возникновении нештатных ситуаций.
- ДОРИС Контроль. Система сбора, обработки и хранения данных полученных от источников фото, видео материалов. Обеспечивает так же мониторинг работоспособности технических средств.
- ДОРИС Полотно. Система управления дорожными работами.
- ДОРИС Маршрут. Модуль управления движением пассажирского транспорта.
- ДОРИС Аналитика. Модуль видеоаналитики и детектирования проездов, ДТП и нарушений ПДД.
- ДОРИС Техника. Модуль интеграции с внешними системами управления транспортом содержания дорог.
- ДОРИС Реакт. Модуль конфигурации сценарных планов управления движением.

Заметим, что основными функциональными характеристиками продукта «ДОРИС Платформа» являются: (1) сбор, обработка и хранение данных о

[82] URL: https://npo-its.ru/doris/platform

транспортной обстановке, объектах транспортной инфраструктуры от внешних информационных систем; (2) отображение на транспортной операционной картине информации от всех интегрированных ВИС; (3) выбор и отображение потока данных с камер видеонаблюдения; (4) регистрация и контроль жизненного цикла транспортных инцидентов; (5) формирование и выбор сценариев реагирования на транспортные инциденты; (6) формирование отчётных форм; (7) формирование, ведение и использование справочников и классификаторов; (8) администрирование.

Стоимость решения рассчитывается индивидуально, с учётом существующего IT ландшафта Заказчика, состава конкретной реализации и необходимого объёма работ по интеграции с существующими системами.

ООО «ЭйТи Сибирь»

«ЭйТи Сибирь»[83] более известная под брендом AT Consulting Восток – региональная софтовая продуктовая компания с экспертизой в области цифровизации государства и представительствами во всех регионах России. AT Consulting Восток – ведущий эксперт группы компаний «Лига Цифровой Экономики» в области региональной цифровизации. Центр компетенций компании находится в Новосибирске. Среди направлений деятельности компании:

1. Безопасность (Аппаратно-программный комплекс «Безопасный город», Система контроля и диагностики состояния объектов, Мониторинг территориальной инфраструктуры).

2. Транспорт (Единая цифровая платформа «Интеллектуальная транспортная система», Автоматизация и управление элементами дорожной инфраструктуры, Проектирование интеллектуальной транспортной системы).

3. Здравоохранение (Управление потоками пациентов в медицинских организациях, Создание систем и сервисов для медицинских организаций, Автоматизированная координация деятельности экстренных служб).

[83] URL: https://at-siberia.ru/

4. Управление регионом (Ситуационный центр главы субъекта РФ, Система управления и реализации проектов и программ, Региональная система межведомственного электронного взаимодействия).

5. Инфраструктура (От проектирования, до строительства масштабных дата-центров «под ключ», осуществления поставок в рамках программы импортозамещения и постоянного сопровождения клиентов).

В 2020 году выручка «ЭйТи Сибирь» достигла значения в ₽178 млн. Динамика показателя за последние пять лет представлена на рис. 4.

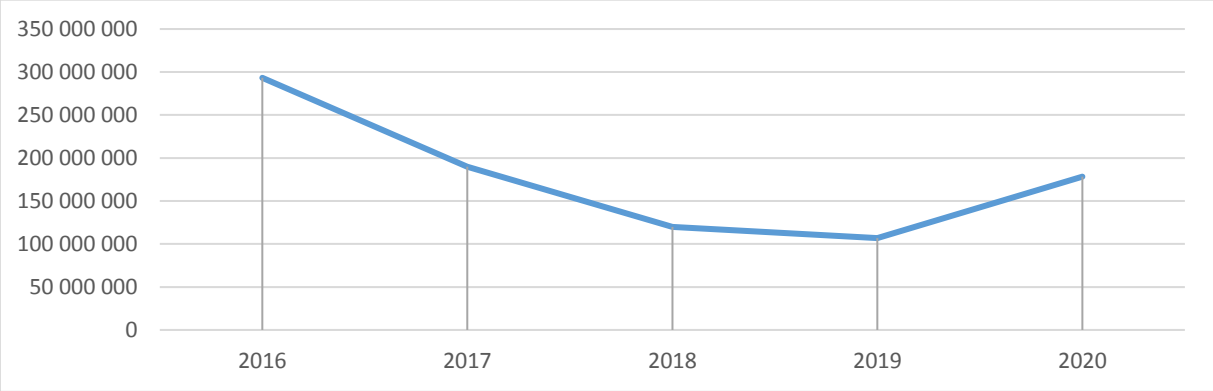


Рис. 4. Выручка компании «ЭйТи Сибирь» в 2016-2020 гг., ₽
Источник: ИС «СПАРК»

Отдельно выделим экспертизу компании по направлению «ЕПУТС». «ЭйТи Сибирь» предлагает в своём транспортном портфеле решений «Единую цифровую платформу «Интеллектуальная транспортная система»[84], которая предполагает реализацию следующих задач:

- Объединение разнородных систем и комплексов ИТС в единую архитектуру.
- Формирование единых стандартов для сопряжения разнородных систем и комплексов ИТС.
- Формирование новых функциональных задач, которые повысят эффективность управления ИТС.
- Выявление зависимостей и формирование оптимальных условий функционирования.

[84] URL: https://at-siberia.ru/transport

- Определение эффективности и значимости каждого элемента ИТС

Стоимость решения определяется в зависимости от проекта – индивидуально.

В заключение анализа рынка решений класса ЕПУТС, приведём сравнительную таблицу по его ключевым игрокам и отдельным показателям работы (табл. 1).

Табл. 1 – Сравнение ключевых игроков рынка решений класса ЕПУТС

Компания	Выручка (2020), руб.	CAGR (2016-2020 гг.)
Казань-Телематика, ООО	2,928,979,000	13%
Интеллектуальные Технические Системы, НПО	499,916,000	-
ЭйТи-Сибирь, ООО	178,330,000	-12%

Источник: ИС «СПАРК»

Таким образом, как следует из табл. 1, лидирующие позиции на формирующемся рынке ЕПУТС занимает компания «Казань-Телематика», входящая в группу «Национальные телематические системы».

Далее перейдём к рассмотрению рынка решений класса АСУДД.

4.3 Рынок решений класса АСУДД

По результатам анализа данных Единой информационной системы в сфере закупок[85] за период 2015-2020 гг. среднегодовой объём рынка АСУДД составляет порядка ₽700 млн. Его оценка по прошедшим годам представлена на рис. 5.

[85] URL: https://zakupki.gov.ru/

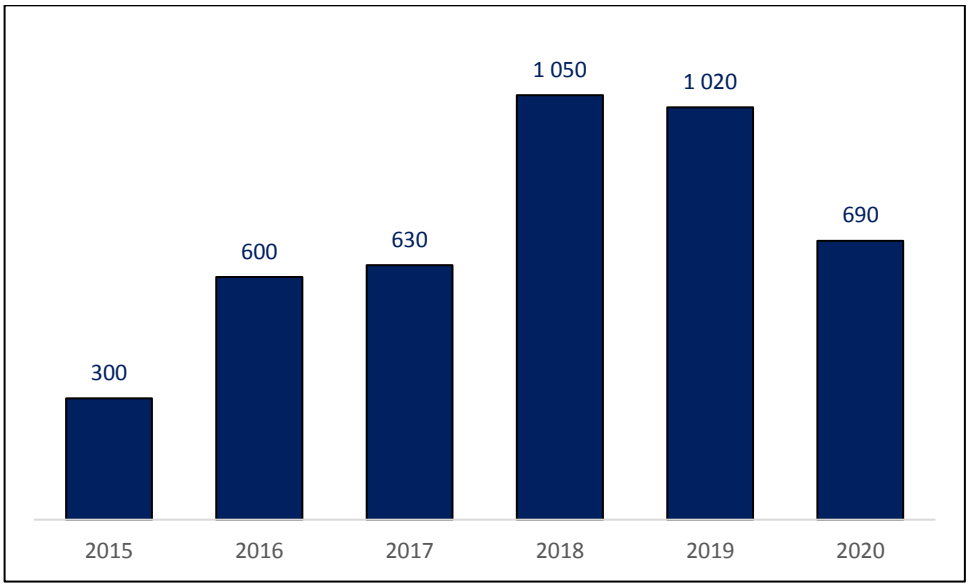


Рис. 5. Объём рынка АСУДД в 2015-2020 гг., млн ₽
Источник: Единая информационная система в сфере закупок

Как следует из данных рис. 5, рынок АСУДД в последние два года демонстрирует снижение, которое, как ожидается, продолжится и по итогам 2021 года. Это связано с насыщением рынка и смещением спроса государственных заказчиков на единые платформы класса ЕПУТС.

Заметим, что на рынке АСУДД заметны три базовых сегмента – это (1) услуги строительства / внедрения систем, а также поставки специализированного оборудования и программного обеспечения; (2) сервисное обслуживание, которое в том числе включает в себя услуги по модернизации и реконструкции действующих решений; (3) выполнение проектно-сметных, изыскательских и пр. работ предварительного характера.

По объёму заключаемых контрактов первый и второй сегмент являются ведущими и в разные годы (в зависимости от тех или иных проектов) занимали поочерёдно лидирующую доля рынка. В целом можно отметить тренд на рост доли сервисного обслуживания АСУДД, в 2020 году он превысил значение в 70%.

Если проанализировать основных заказчиков на рынке АСУДД за период с 2015 по 2020 год, то можно отметить превалирующую долю субъектов, занимающихся дорогами федерального значения (30%), а также

представителей Москвы и Московской области (18%), а также Республики Татарстан (16%). Более подробно – рис. 6

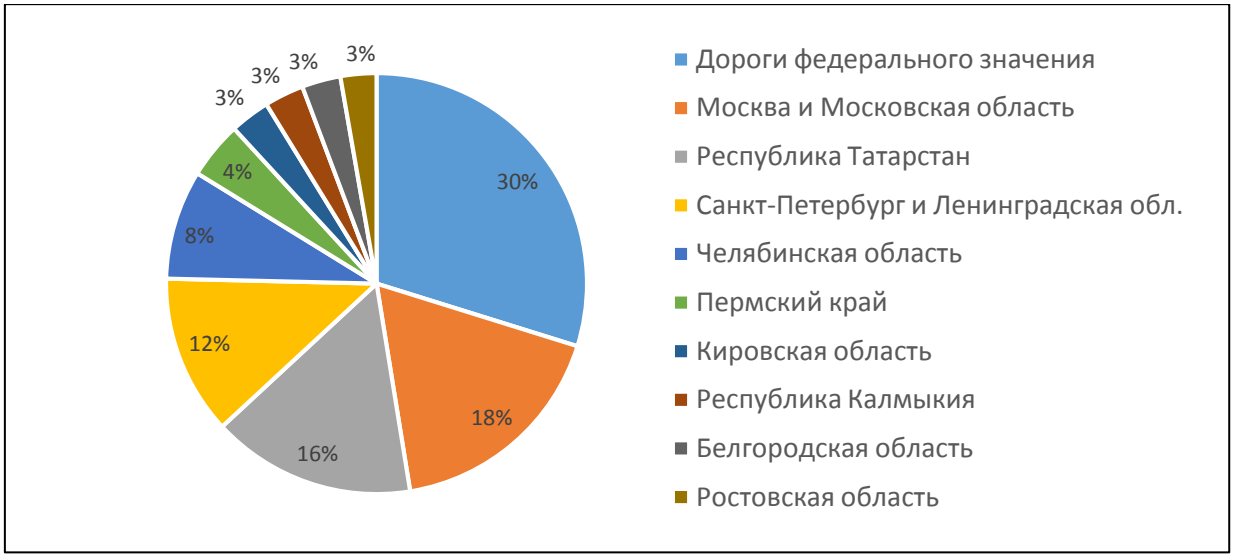


Рис. 6. Ведущие заказчики решений на рынке АСУДД в 2015-2020 гг., %
Источник: Единая информационная система в сфере закупок

Если говорить о компаниях-победителях конкурсных торгов, то их число за пять анализируемых лет превышает 100. Наиболее заметными игроками (по стоимости выигранных контрактов) являются: «СМЭУ ГАИ», «Инспектра», «Юнис Лабс Солюшинз», «Техногрупп», «Регстройзаказчик» и другие.

Более подробно ситуацию по выигранных контрактам можно увидеть на рис. 7.

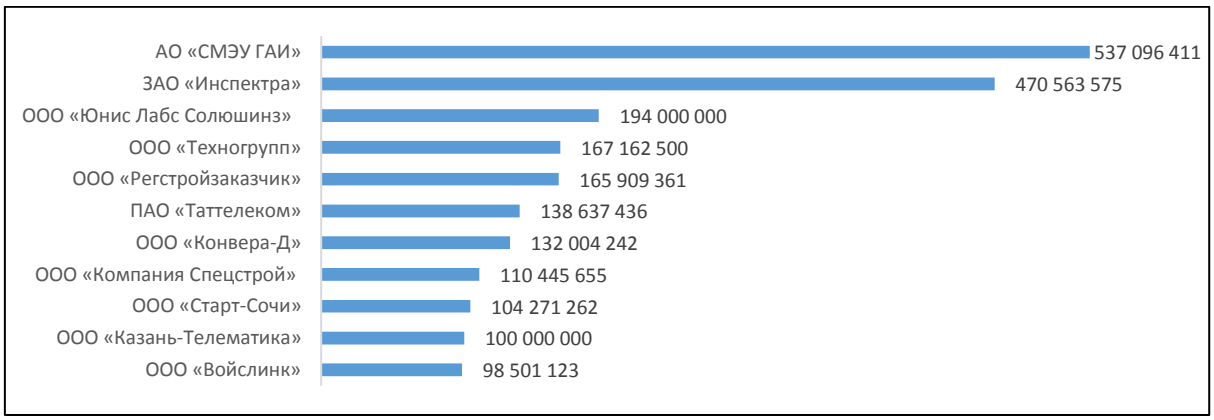


Рис. 7. Основные победители конкурсных торгов на рынке АСУДД в 2015-2020 гг., ₽
Источник: Единая информационная система в сфере закупок

Заметим, что на игроков, представленных выше, приходится около 50% всего рынка, в то время как оставшиеся 50% распределяются на десятки небольших компаний. При этом, важно понимать, что некоторые из победителей проанализированных контрактов заключают договоры субподряда с основными разработчиками и интеграторами решений АСУДД. В России их число ограничено, порядка 10 узкопрофильных компаний и 2 многопрофильных. К последним относятся «Ростелеком» и «СофтЛайн».

Ниже приведём рис. 8, где отображено распределение компаний по внедрениям своих систем на территории России.

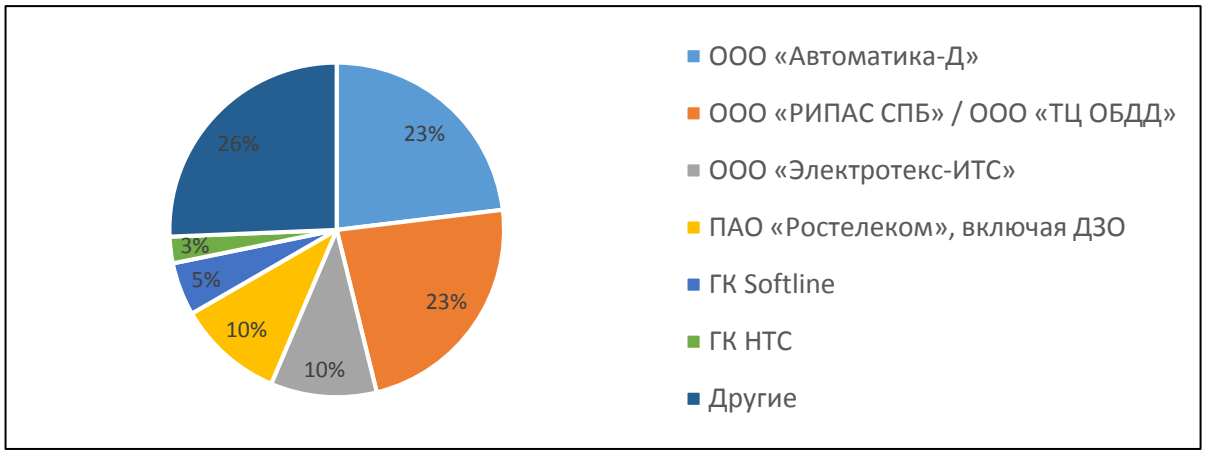


Рис. 8. Ведущие заказчики решений на рынке АСУДД в 2015-2020 гг., %
Источник: Материалы компаний и деловых СМИ (ComNews, CNews, Tadviser)

Далее более подробно рассмотрим профильные компании рынка АСУДД – разработчиков и интеграторов этих типов решений.

ООО «Автоматика-Д»

ООО «Автоматика-Д»[86] была образована в 1993 г. в качестве ЗАО «Автоматика-Д» на базе отделения «Д» НПО «Автоматика», занимавшегося дорожной тематикой с 1968 г. В октябре 2014 г. ЗАО «Автоматика-Д» было реорганизовано в ООО «Автоматика-Д». За годы работы компании было разработано и внедрено более 20 систем управления дорожным движением в городах России. В рамках интеллектуальных транспортных систем в конце девяностых – начале двухтысячных годов были

[86] URL: http://asud55.ru/

спроектированы и внедрены системы мониторинга и контроля экологической обстановки в районе транспортных магистралей в г. Сочи и г. Липецке, а также системы контроля перемещения транспортных средств и спецтранспорта в г. Иркутске и г. Краснодаре.

В 2020 году компания отчиталась о ₽6,7 млн выручки, динамика показателя за последние пять лет представлена на рис. 9.

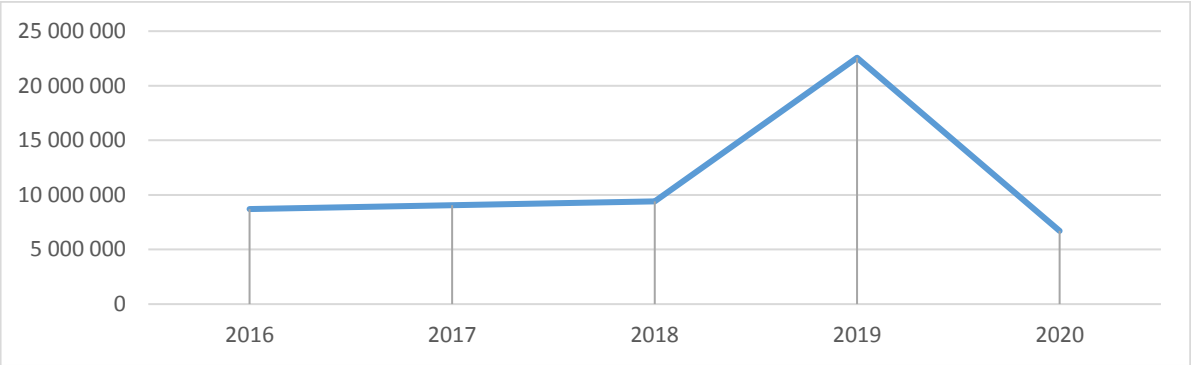


Рис. 9. Выручка компании «Автоматика-Д» в 2016-2020 гг., ₽
Источник: ИС «СПАРК»

По итогам 2020 года было зафиксировано максимальное падение по выручке за последние 5 лет. CAGR компании за анализируемый период показывает отрицательное значение: -6,3%.

В настоящее время ООО «Автоматика-Д» проводит работы по внедрению и развитию АСУДД нового поколения. Для этого были разработаны соответствующие технические средства и специальное программное обеспечение АСУДД «Микро-М». Рассмотрим более подробно данный продукт компании.

Автоматизированная система управления дорожным движением «Микро-М» предназначена для построения систем различной сложности, в зависимости от городских дорожно-транспортных условий и требований заказчика. АСУДД обеспечивает управляющие и информационные воздействия на транспортные и пешеходные потоки района управления с целью уменьшения задержек транспортных средств, повышения безопасности движения и улучшения экологических показателей.

Для непосредственного управления светофорами в АСУДД «Микро-М» используются дорожные контроллеры различных типов, поддерживающие протокол обмена АСС-УД и дооснащенные устройствами связи с дорожным контроллером (УСДК-09М, С12-УСДК). Дорожный контроллер ДК-А, разработанный и выпускаемый ООО «Автоматика-Д», не требует дополнительного оборудования для подключения к АСУДД.

Отметим, что количество ДК, обслуживаемых системой – до 10000; количество удаленных автоматизированных рабочих мест (АРМов) – до 1000; период усреднения параметров транспортных потоков: по интенсивности – от 1 до 60 мин. (рекомендуемое значение 15 мин.), по скорости от 1 до 60 мин. (рекомендуемое значение 5 мин.).

АСУДД «Микро-М» включает в себя:

- ПК пользователей, подключенные к сети Интернет – автоматизированные рабочие места (АРМы), имеющие различные уровни доступа (администратор системы, дежурный инженер АСУДД – с функцией управления, наблюдатель АСУДД – без функции управления).
- Основное технические оборудование управляющего центра – это ПК, на котором установлено программное обеспечение центра, подключенный к сети Интернет. ПО центра состоит из Сервера коммуникаций, базы данных сервера PostgreSQL и Сервера приложений;
- Периферийное оборудование, расположенное на дорожно-транспортной сети – контроллеры и детекторы (видеодетекторы), необходимые для реализации адаптивных режимов управления.

Структура системы (отображена на рис. 10) позволяет размещать АРМы в разных районах, удалённых от управляющего центра на любые расстояния. Таким образом, управление АСУДД и наблюдение за работой светофорных объектов может осуществляться как в управляющем пункте, так и в ГИБДД и департаменте транспорта Администрации города.

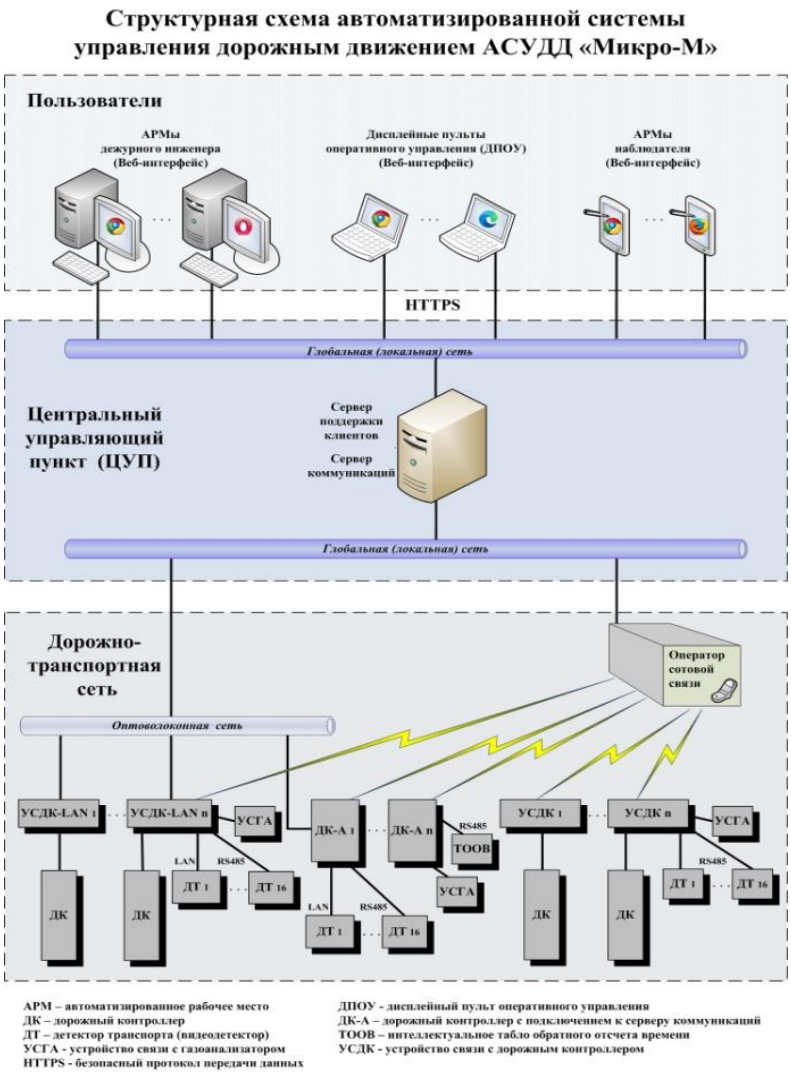


Рис. 10. Структурная схема АСУДД «Микро-М»
Источник: ООО «Автоматика-Д»

Стоимость программного обеспечения АСУДД «Микро-М» рассчитывается индивидуально для каждого заказчика. Использование ПО на условиях открытой лицензии не допускается.

ООО «Рипас СПБ»

ООО «Рипас СПБ»[87] было образовано, как ЗАО в июле 1998 года на базе Регионального Фонда научно-технического развития города Санкт-Петербурга. В октябре 2014 года была проведена реструктуризация компании на ООО «Рипас СПБ». Основными направлениями деятельности компании являются разработка и производство технических средств

[87] URL: http://www.ripas.ru/

регулирования дорожного движения, информационных систем и светотехнического оборудования. Сотрудники ООО «Рипас СПБ» занимаются разработкой и внедрением в городах России оборудования и аппаратно-программных комплексов, обеспечивающих управление дорожным движением. За период деятельности компании были установлены на улицах г. Санкт-Петербурга более 500 дорожных контроллеров, ряд из которых, - в составе автоматизированной системы управления дорожным движением «Спектр».

В 2020 году выручка компании превысила 113 млн., увеличившись на 31% по сравнению с 2019 годом. Более ранняя отчётность компании за 2016-2018 гг. не доступна.

Если обратить внимание на основной продукт ООО «Рипас СПБ» – это АСУДД «Спектр-2.0». Его основными характеристиками являются:

- Открытая система, ориентированная на обеспечение её развития в жизненном цикле, причём доступными средствами (малозатратное развитие).
- Архитектура системы позволяет поставлять именно тот набор модулей, который необходим для удовлетворения нужд заказчика. Вместе с тем, в случае необходимости выполнения специфических для данной инсталляции требований – зачастую нет необходимости вносить изменения во все модули, а достаточно лишь модифицировать один из блоков.
- Мультиалгоритмичность системы обеспечивает сочетание различных режимов управления, а также работу с групповыми сущностями – зонами и районами управления.
- Масштабируемость – средствами АСУДД удобно пользоваться даже при эксплуатации нескольких светофорных постов.
- АРМ: карта с геоприязкой, мультиалгоритмичность, групповое управление.

Структурную схему АСУДД «Спектр-2.0» представим ниже на рисунке 11.

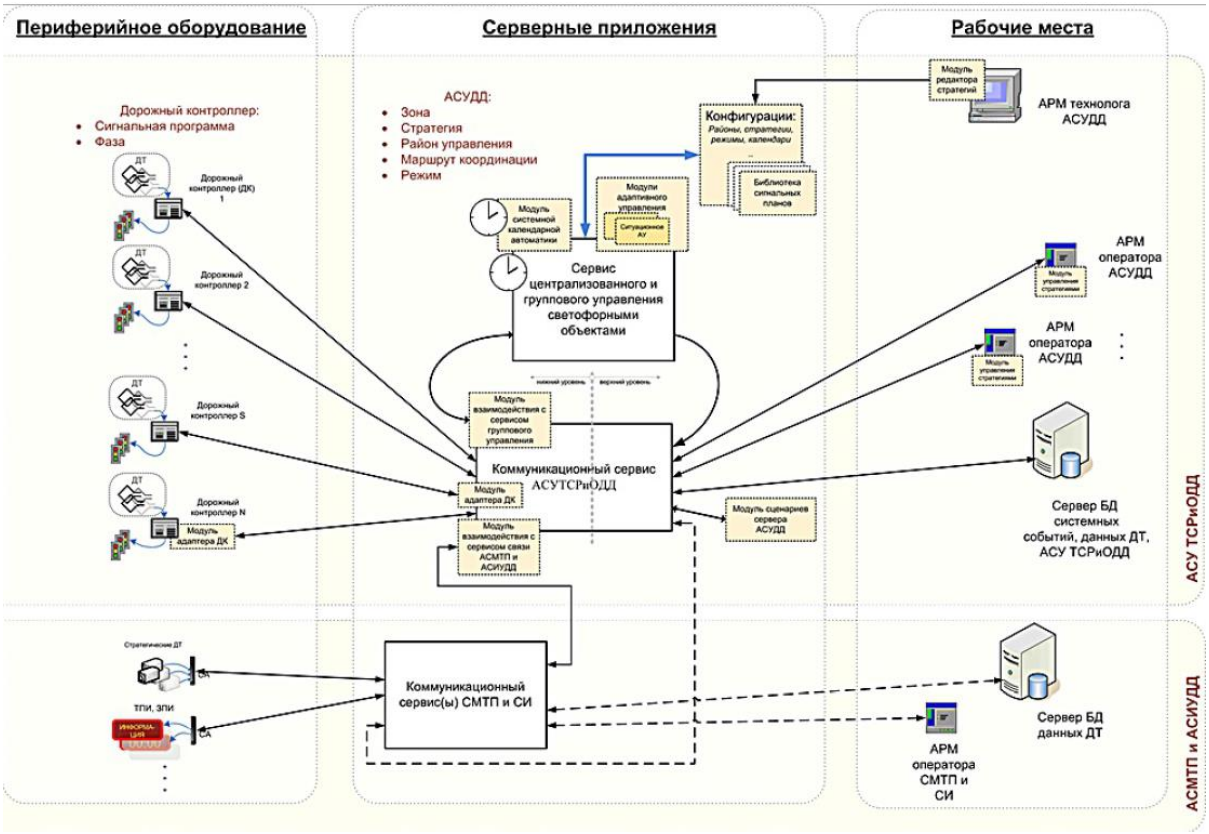


Рис. 11. Структурная схема АСУДД «Спектр-2.0»
Источник: ООО «Рипас СПБ»

Стоимость решения компанией для заказчиков не раскрывается и определяется индивидуально в зависимости от проекта.

ООО «ТЦОБДД»

ООО «ТЦОБДД»[88] занимается решением проблем безопасности дорожного движения с 2007 года. Именно в тот период коллектив компании организовал производство и поставку комплекса измерения скорости и идентификации транспортных средств по номерному знаку «Сова-2» для оснащения ГИБДД МВД России. В настоящее время, под маркой «Сова-2» поставляется целая линейка изделий в различных исполнениях.

За время работы ООО «ТЦОБДД» накоплен определённый опыт, который позволил создать комплекс продуктов и услуг, помогающих решать задачи организации дорожного движения и обеспечения безопасности дорожного движения.

[88] URL: http://www.tcobdd.ru/

Среди основных продуктов компании: АСУДД «Спектр» и видеофиксатор «Одиссей».

По итогам 2020 года компания отчиталась о более ₽17 млн выручки, динамика показателя с 2016 года отображена на рис. 12.

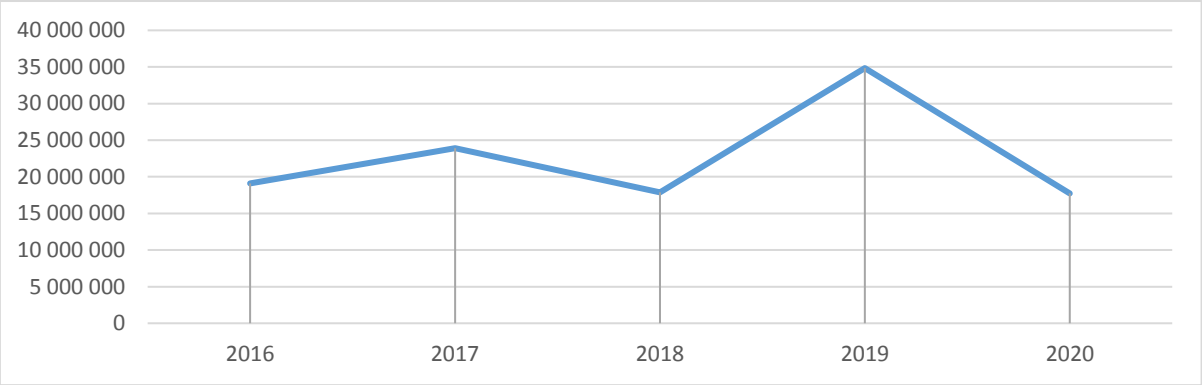


Рис. 12. Выручка компании «ТЦОБДД» в 2016-2020 гг., ₽
Источник: ИС «СПАРК»

Компания в анализируемый период времени показывает нестабильность в генерируемой выручке, её совокупный среднегодовой темп роста по выручке отрицателен: -2%.

Рассмотрим подробнее АСУДД «Спектр» компании «ТЦОБДД».

Система состоит из сети интеллектуальных контроллеров «Спектр», датчиков интенсивности транспортных потоков, обзорных видеокамер, линий связи и сервера АСУДД «Спектр».

Назначение системы следующее:

- адаптивное централизованное и локальное управление транспортными и пешеходными потоками;
- сбор, накопление и обработка статистической информации о транспортных потоках (классификации по типам и интенсивности);
- видеоконтроль и запись выбранного сегмента АСУДД в реальном времени;
- обеспечение приоритетного пропуска общественного транспорта;
- обеспечение участников дорожного движения необходимой информацией при помощи табло и специализированных знаков.

Принципы построения системы:

- масштабируемость - количество элементов системы может быть легко увеличено или уменьшено без дополнительных затрат на проектирование ПО центра;
- защита от несанкционированного доступа;
- преемственность - способна объединять старые системы АСУДД как подсистемы;
- резервирование - выход из строя любого периферийного устройства не приводит к потере работоспособности всей системы;
- совместимость с другими системами, выполненными в соответствии с известными стандартами;
- использование серийно выпускаемых компонентов.

Если говорить о структуре системы, то отметим здесь следующее. Сетевой программно-аппаратный комплекс состоит из периферийных устройств (дорожные контроллеры, информационные табло, детекторы транспорта и т.д.) и центра управления (локальная вычислительная сеть с выделенными серверами и рабочими станциями). Все периферийные устройства физически объединены при помощи последовательной закольцованной подсистемы связи.

Схема построения АСУДД «Спектр» представлена на рис. 13.

Рис. 13. Структурная схема АСУДД «Спектр»
Источник: ООО «ТЦОБДД»

Стоимость продукта не раскрывается публично и предоставляется «по запросу» потенциальных заказчиков.

ООО «Электротекс-ИТС»

ООО «Электротекс-ИТС»[89] было основано в 2003 году, как обособленное подразделение и сервисный центр производителя энергосберегающего оборудования и силовой электроники ЗАО «Электротекс». По мере развития компании были освоены новые направления деятельности, такие как светодиодное освещение, дорожное оборудование. На сегодняшний день ООО «Электротекс-ИТС» является самостоятельной компанией, основными направлениями деятельности которой является поставка, внедрение и техническое сопровождение энерго-ресурсосберегающего оборудования – станции автоматического управления производственными процессами, преобразовательная техника; технических средств организации дорожного движения – дорожных светодиодных

[89] URL: https://asudd.pro/

светофоров, светодиодных знаков, табло, контроллеров, светодиодного освещения, периферийного оборудования и связи. Компания является одним из крупнейшим поставщиком светофоров и дорожного оборудования в Северо-Западном регионе.

С 2016 года компания занимается проектированием и внедрением ИТС на светофорных объектах. Интеллектуальная транспортная система, внедряемая ООО «Электротекс-ИТС» – это единый комплекс автоматизированных систем, разработанный специально для решения транспортных задач в городском масштабе. Он предназначен для сбора, обработки и передачи информации о работе и состоянии транспортной инфраструктуры, обмена информацией между ее пользователями и соответствующими управляющими структурами в режиме реального времени и управления наземным автотранспортом. Решение основано на применении современных информационных и телекоммуникационных технологий.

В 2020 году компания получила более ₽78 млн выручки, её динамика за прошлые годы представлена на рис. 14.

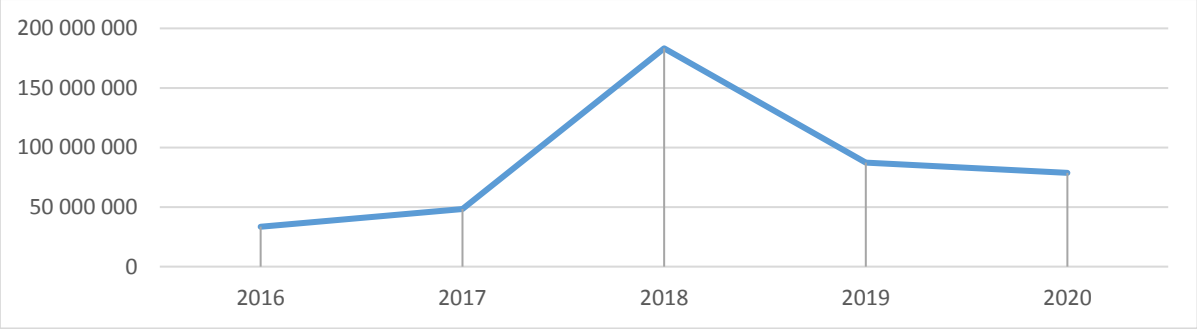


Рис. 14. Выручка компании «Электротекс-ИТС» в 2016-2020 гг., ₽
Источник: ИС «СПАРК»

Относительно своих конкурентов «Электротекс-ИТС» демонстрирует более устойчивые темпы роста выручки, CAGR которой за 2016-2020 гг. составляет 24%.

Автоматизированная система управления дорожным движением компании, получившая название «Мегаполис», обеспечивает мобильность

передвижения в больших городах, координируя движение индивидуального и общественного транспорта и пешеходов.

Её конкурентными преимуществами компания называет следующее:

- развивается и эксплуатируется на протяжении уже 16 лет в различных городах России;
- способна собирать и анализировать показания детекторов транспорта, а также изменять сигнальные программы основываясь на результатах анализа поступающих данных из различных источников.
- позволяет осуществлять: координированное, адаптивное и диспетчерское управление;
- пользуется оригинальным протоколом управления, но способна работать со всеми отечественными сетевыми дорожными контроллерами, поддерживающими устаревший протокол «Сигнал»;
- является модульной и легко масштабируется;
- имеет несколько уровней ограничения доступа к информации, имеется возможность шифрования передаваемых по сети данных;
- позволяет осуществлять мониторинг за состоянием дорожной ситуации практически из любой точки планеты.

Технические параметры системы «Мегаполис»:

1. Одновременное подключение и обмен данными с 8 рабочими станциями-клиентами. У каждого клиента может быть свой «уровень доступа».

2. Одновременное подключение и управление более чем 32 000 различных объектов - дорожные контроллеры и детекторы транспорта.

3. Предварительное создание и работа по 99 планам координации, в том числе «резервных.

4. Возможность выбора любой допустимой сигнальной программы для каждого объекта в каждом плане координации. Формирование уникальной сигнальной программы для каждого контроллера в каждом плане координации с произвольной длительностью фаз.

5. Динамическое формирование и вызов уникальной сигнальной программы по показаниям детекторов транспорта, без нарушения координации «адаптивное управление» в рамках существующего цикла управления.

6. Создание и работа неограниченного числа «специальных заданий» для произвольного числа светофорных объектов в каждом, с возможностью вложенности спец.заданий.

Схема работы АСУДД «Мегаполис» на примере участка трассы М10 Москва - Санкт-Петербург рассмотрена на рис. 15.

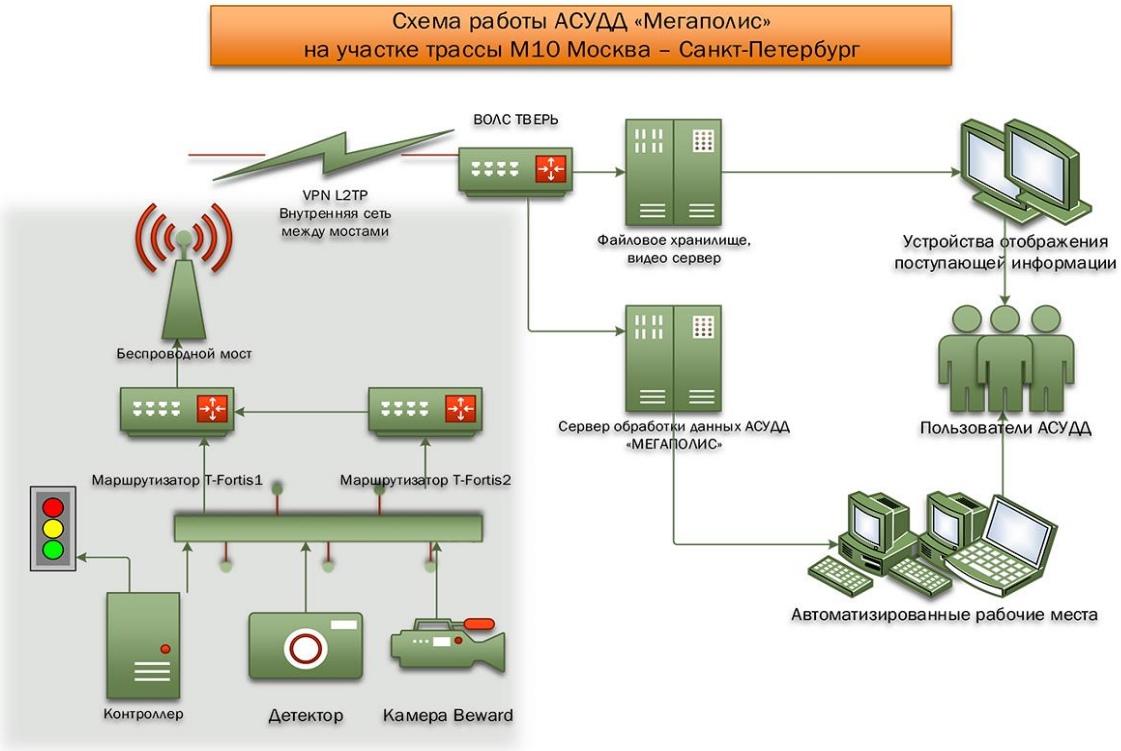


Рис. 15. Структурная схема АСУДД «Мегаполис»
Источник: ООО «Электротекс-ИТС»

Стоимость АСУДД «Мегаполис» раскрывается исключительно после обращения и начала взаимодействия с потенциальными заказчиками.

ООО «А+С Транспроект»

ООО «А+С Транспроект»[90] (известна также под брендом SIMETRA) выполняет проекты и научные исследования в области транспортного

[90] URL: https://apluss.ru/

планирования, разрабатывает IT-решения для моделирования и управления транспортными потоками, поставляет программные продукты для создания транспортных моделей.

Компания выделяет три основных видов деятельности:

1. Транспортный консалтинг. Услуги в сфере транспортного консалтинга, в частности, создание и анализ транспортных и пешеходных моделей любого уровня сложности с проработкой различных сценариев «что будет, если».

2. ИТ-решения. Интеллектуальные системы, использующие инновационные разработки в моделировании транспортных систем и регулировании транспортных потоков, предоставляющие конечным потребителям большую информативность и безопасность, а также качественно повышающие уровень взаимодействия участников движения по сравнению с обычными транспортными системами.

3. Программные продукты. SIMETRA является эксклюзивным дистрибьютором немецких программных продуктов для планирования, моделирования и управления транспортными потоками на территории России и стран СНГ.

Заметим, что компания является разработчиком цифровой платформы RITM (Real time integration transport measurements modelling managemet). Цифровая платформа является системой верхнего уровня для интеграции и управления всеми интеллектуальными транспортными сервисами города Москвы.

По данным на 2020 год ООО «А+С Транспроект» получила более ₽340 млн выручки, динамика за последние доступные для анализа годы, отображена на рис. 16.

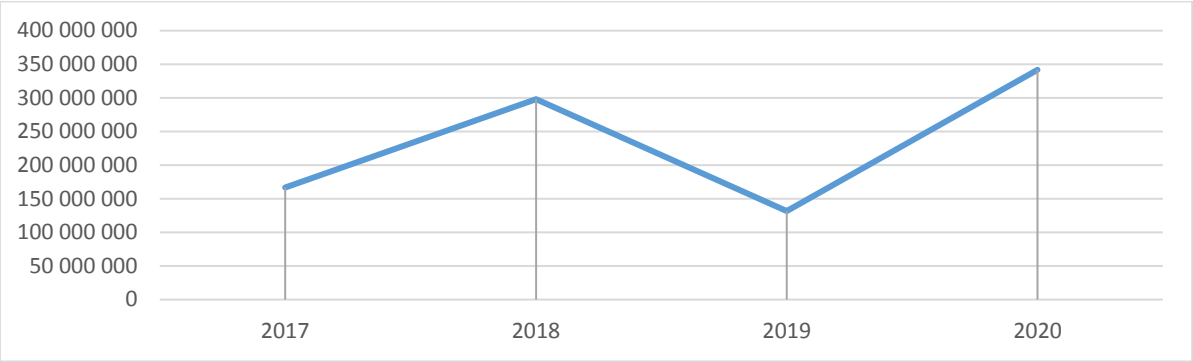


Рис. 16. Выручка компании «A+C Транспроект» в 2017-2020 гг., ₽
Источник: ИС «СПАРК»

«A+C Транспроект» демонстрирует в целом положительную динамику по выручке, CAGR за 2017-2020 гг. составил 27%.

С точки зрения АСУДД, «A+C Транспроект» поставляет программный продукт LISA+ компании Schlothauer&Wauer. Он является инструментом для разработки и оптимизации режимов регулирования светофорных объектов, расчета параметров безопасности регулирования, разработки координированного управления (графоаналитический метод), а также разработки алгоритмов адаптивного управления с последующей возможностью оценки характеристик движения транспорта по средствам имеющейся интеграции LISA+ с транспортно-имитационной моделью PTV VISSIM. Вместе с этим, программный продукт LISA+ имеет возможность выгрузки данных по разработанному режиму регулирования и параметрам безопасности для ряда дорожных контроллеров, таких как – SIEMENS, SWARCO, CROSS и др.

Среди основных возможностей LISA+ выделяются:

1. Оценка и автоматический расчет сигнального плана для простого и сложносоставного объекта регулирования.

2. Разработка сигнальных планов для координированного управления светофорными объектами по принципу «зеленая волна».

3. Разработка режимов регулирования светофорного объекта с применением адаптивного управления на локальном уровне.

4. Оценка разработанных алгоритмов сетевого адаптивного управления в имитационной модели PTV VISSIM.

5. Оценка ситуации в процессе запуска моделирования и имитации транспортных потоков.

6. Создание базы данных разработанных сигнальных программам, с возможностью дальнейшей оптимизации.

7. Единый центр расчета, включающий в себя определение возможных конфликтных зон и расчет времени разгрузки данного конфликта в графическом представлении.

8. Программа позволяет гибко регулировать множество параметров таких как: длинна ТС, радиус поворота, динамические характеристики транспорта и т.д.

Основные преимущества LISA+:

- Локализация на русском языке.
- Единый центр расчета параметров регулирования, параметров безопасности, разработки координированного и адаптивного управления.
- Интуитивно-понятный интерфейс.
- Удобный инструмент для анализа дорожного движения и оптимизации режимов светофорного регулирования с большим набором функциональных возможностей
- Интеграция с программным продуктом PTV VISSIM.
- Интеграция с дорожными контроллерами (ДК) SIEMENS, SWARCO, CROSS и др., позволяющая выгружать результат расчета режима регулирования и адаптивного управления из программного обеспечения LISA+ и использовать такой файл снабжения для программирования ДК.

Стоимость продукта публично не раскрывается.

ООО «Комсигнал»

ООО «Комсигнал»[91] было зарегистрировано в г. Екатеринбург в 1997 году. Основным видом деятельности компании является разработка и производство контроллеров управления светофорными объектами. За первые четыре года было произведено около 1000 дорожных контроллеров серии КДУ-1, которые установлены более чем в 30 крупных городах России от Санкт-Петербурга до Южно-Сахалинска.

С 1999 года ООО «Комсигнал» занимается разработкой и поставкой программного обеспечения и аппаратных средств для автоматизированных систем управления дорожным движением с использованием различных средств связи, позволяющих снизить заторную ситуацию на перекрёстках транспортной сети города и улучшить обслуживание регулирующей аппаратуры.

По итогам 2020 года компания отчиталась о более ₽200 млн, полученной выручки. Динамика выручки с 2016 года отражена на рис. 17.

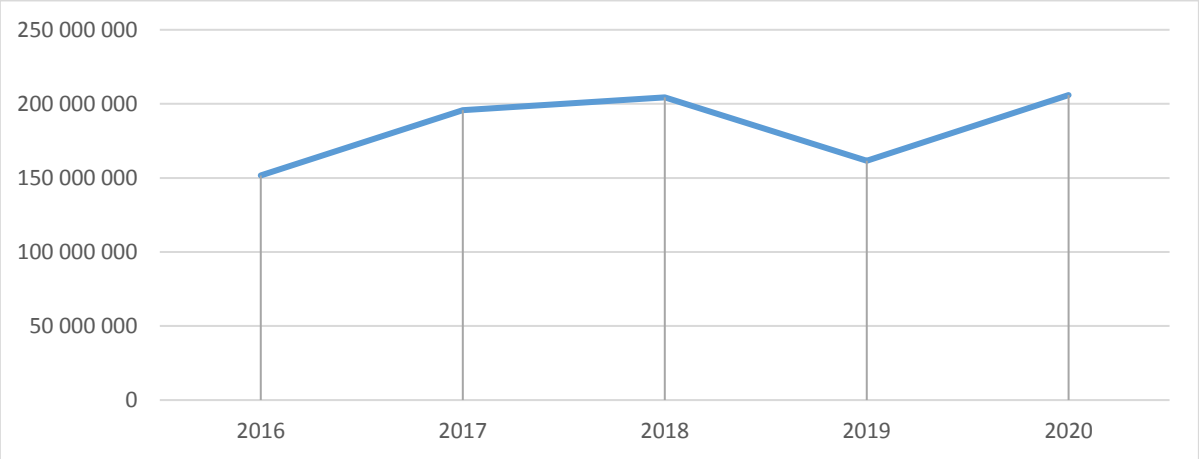


Рис. 17. Выручка компании «Комсигнал» в 2016-2020 гг., ₽
Источник: ИС «СПАРК»

[91] URL: https://www.comsignal.ru/

Выручка ООО «Комсигнал» демонстрировала устойчивые темпы роста, исключением стал только 2019 г. По итогам анализируемого периода CAGR составил почти 8%.

Одним из фокусных продуктов компании является автоматизированная система управления дорожным движением «АСУДД-КС™». Это комплексное решение для управления дорожным движением в масштабах города, региона или автомобильной дороги. Система обеспечивает мониторинг состояния управляющей и светосигнальной аппаратуры, осветительного и другого оборудования, сбор показаний детекторов транспорта, электрических счетчиков и телеметрических данных от различных датчиков, а также непосредственное диспетчерское (для проводок транспорта и разгрузки магистралей) и координированное управление светофорными объектами и связанным оборудованием (по годовому графику с учетом сезонных изменений, дней недели и времени суток или с использованием адаптивных алгоритмов на основании данных детекторов транспорта), как в составе ИТС, так и в качестве самостоятельной системы.

Начиная с 1999 года «АСУДД-КС™» успешно внедрена и эксплуатируется во многих городах Российской Федерации (Екатеринбург, Челябинск, Тамбов, Иваново, Томск, Нижевартовск и др.) и Республики Казахстан (Караганда, Кокшетау, Петропавловск, Тараз и др.), а также на нескольких сетях автомобильных дорог в ряде регионов Российской Федерации (Татарстан, Поволжье, Черноморье, Свердловская область, Южный Урал).

Среди преимуществ АСУДД выделяются:

1. Полностью отечественная разработка. «АСУДД-КС™» разрабатывается, начиная с 1999 года силами коллектива ООО «Комсигнал» и адаптирована к российским условиям. Интеллектуальная собственность на программное обеспечение проверена на патентную чистоту и прошла государственную регистрацию в Российской Федерации. В системе используется серийное оборудование собственного производства.

2. Надежность и устойчивость в работе. «АСУДД-КС™» организована как иерархическая многоуровневая система распределенных вычислений. Каждый узел обладает достаточной функциональностью для обеспечения нормальной работы в автономном режиме, поэтому сбои в работе отдельных узлов не приводят к нарушению работоспособности системы в целом. Встроенные средства самодиагностики оборудования позволяют своевременно выявлять возникающие неисправности и при первой возможности сообщать о них в Центр Управления.

3. Универсальность. Модульная структура системы делает ее гибкой для адаптации под специфику конкретной системы. В настоящее время базовый набор модулей предусматривает работу со следующими типами устройств: дорожные контроллеры светофорных объектов, контроллеры для работы со светофорами исп. Т7, контроллерами наружного освещения, счетчиками электроэнергии, детекторами транспортных потоков. Для каждого типа устройств предусмотрены получение и обработка специфической телеметрической информации, а также возможность удаленного конфигурирования и управления устройствами. Постоянно ведутся работы по расширению номенклатуры поддерживаемых устройств.

4. Масштабируемость. При увеличении количества обслуживаемых объектов система легко масштабируется простым увеличением вычислительной мощности серверов, на которых развернуты системные службы.

5. Нетребовательность к ресурсам. «АСУДД-КС™» весьма нетребовательна к вычислительным ресурсам серверного оборудования и пропускной способности каналов связи периферийных объектов с центральным сервером.

6. Интеграция с другими системами. Предусмотрена интеграция «АСУДД-КС™» с другими системами и программным обеспечением через специально разрабатываемые для каждого конкретного случая программные шлюзы.

7. Унифицированные каналы связи. Для связи между всеми компонентами системы используется проприетарный транспортный протокол собственной разработки – надстройка над протоколами tcp/ip. Подключения устройств к сетям интернет/интранет может производиться как по каналам сотовой связи, так и по протоколу Ethernet (возможно использование устройством обоих каналов связи одновременно, при этом один из них назначается резервным). При этом наличие выделенного «белого» IP-адреса для оконечных устройств не требуется («белый» адрес необходим только для сервера, на котором развернута Служба маршрутизации и синхронизации системы, при этом этот адрес может быть и динамическим).

8. Функциональность. Помимо традиционных для подобных систем возможностей «АСУДД-КС™» обеспечивает большой набор дополнительных функций: сбор информации с различных дополнительных датчиков, дистанционную диагностику используемого оборудования, возможность формирования отчетов о работе системы по любым критериям и др.

9. Многопользовательский режим работы. «АСУДД-КС™» позволяет работать параллельно и независимо одновременно большому количеству автоматизированных рабочих пользовательских мест.

10. Простота настройки и эксплуатации. Система неприхотлива и проста в обслуживании и эксплуатации и рассчитана на круглосуточную работу (24/7). Изменение и загрузка конфигурации при необходимости производится «на лету». Интерфейс пользователя эргономичен и интуитивно понятен. Как правило, оперативный и обслуживающий персонал после минимального обучения быстро осваивает работу с «АСУДД-КС™».

11. Безопасность. Предусмотрены развитые средства для администрирования системы. Каждый пользователь может выполнять только действия, предусмотренные предоставленными ему правами доступа к системе. В режиме реального времени протоколируются и авторизуются все потенциально опасные действия пользователей, а также все значимые системные события. При редактировании конфигурационных параметров

осуществляется контроль за правильностью вводимых данных, и явно некорректные данные блокируются. Осуществляется автоматическое резервное архивирование конфигурационной базы и системных протоколов. Также предусмотрено ведение защищенного электронного оперативного журнала. В базовые возможности системы включена возможность установки и мониторинга антивандальных датчиков на удаленном оборудовании. Идентификация пользователей системы осуществляется с использованием сертификатов X.509, данные при передаче шифруются с использованием средств современной сильной криптографии.

Основные характеристики «АСУДД-КС™»:

- Режим работы: круглосуточный (24/7), многопользовательский
- Логическая структура системы: многоуровневая распределенная вычислительная сеть топологии «звезда»
- Серверная платформа: Microsoft Windows x86/64
- Основная клиентская платформа: Microsoft Windows x86/64
- Каналы связи между модулями: интернет/интранет
- Максимальное количество периферийных объектов: 1000
- Максимальное количество одновременно функционирующих клиентских автоматизированных рабочих мест: 300
- Поддерживаемые режимы управления СО: координированное управление, диспетчерское управление, локальное управление, ручное управление, адаптивное управление (системное и локальное), автономный объект
- Режим координации: календарная автоматика (предопределенный годовой план с учетом сезонных изменений, дней недели и времени суток) или адаптивное управление (метод TRPS по характерным точкам, актуальное управление, адаптивное управление по текущим данным детекторов)
- Используемые каналы связи: радиоканал (поддержка прекращается), GPRS, Ethernet, ВОЛС

- Поддерживаемые протоколы связи: расширенный АСУДД-КС собственной разработки (добавлена возможность работы с дополнительными датчиками, диагностика)
- Минимальная дискретность опроса объектов: 1 с
- Максимальная длительность цикла координации: 65535 с
- Максимальное количество фаз в цикле координации: 12, ЖМ, ОС
- Максимальная длительность фазы: 65535 с
- Дискретность измерения/установки временных длительностей: 1 с
- Максимальное количество рабочих планов для одного СО: не ограничено, для радиомодема 10 (ограничено объемом ОЗУ радиомодема)
- Дискретность установки времени начала рабочего плана: 1 минута

Принципиальная схема работы «АСУДД-КС™» представлена ниже, на рис. 18.

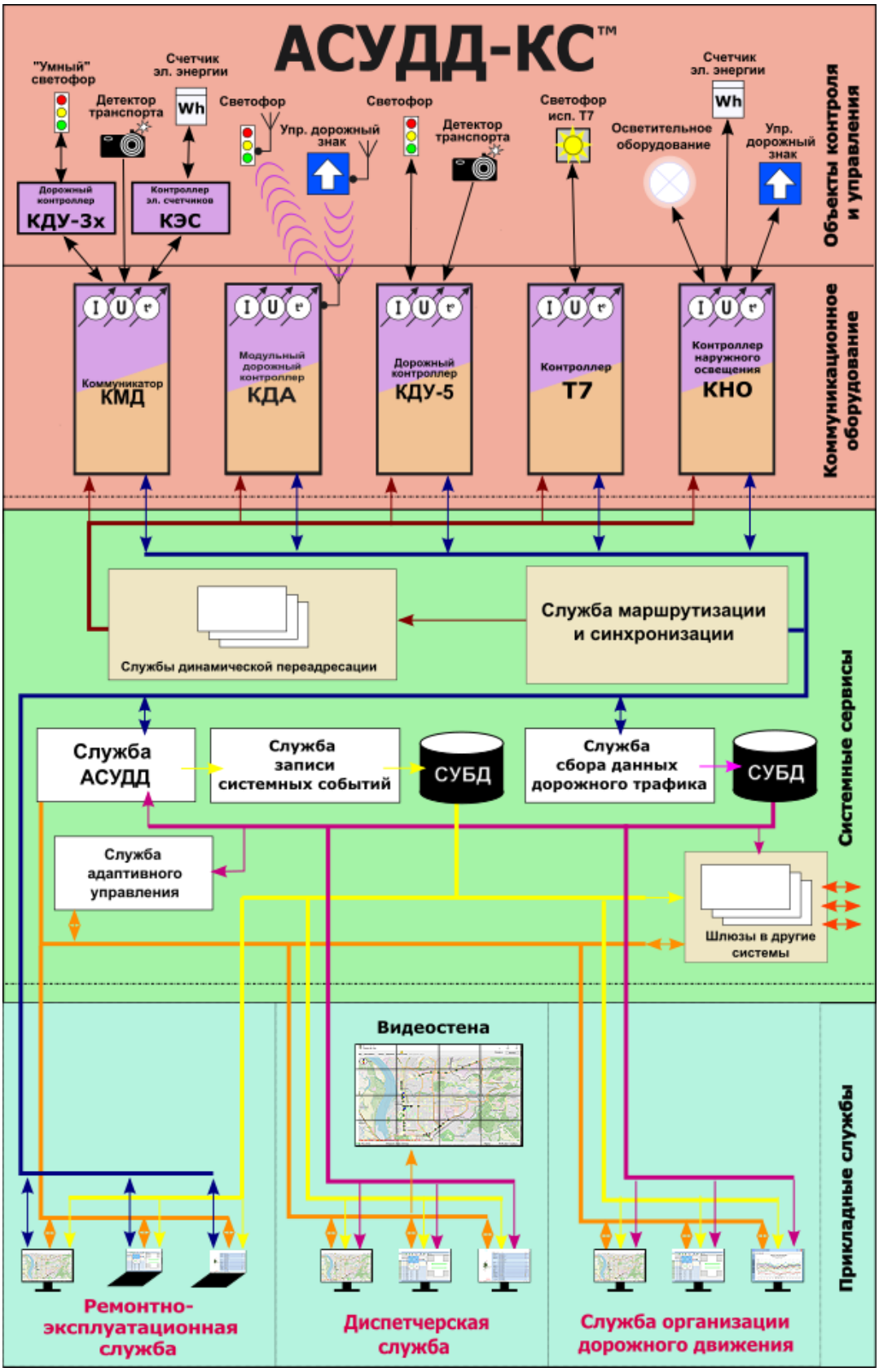


Рис. 18. Структурная схема «АСУДД-КС™»
Источник: ООО «Комсигнал»

Отметим, что стоимость «АСУДД-КС™» публично не раскрывается.

4.4 Ключевые компании, реализующие комплексные решения в сегменте ИТС

ПАО «Ростелеком»

Крупнейший российский провайдер цифровых услуг и сервисов. Обладает компетенциями по всем решениям АСУДД и ИТС.

Компания реализует перспективные комплексные проекты по внедрению ИТС в городских агломерациях. Одним из наиболее значимых проектов за последние годы являлась разработка интеллектуальной транспортной системы Новосибирска – до мая 2020 г. Итоговая сумма контракта составила 0,01 руб. (при этом изначально на разработку ИТС в бюджете Новосибирской области было заложено 24,5 миллиона рублей). Все мероприятия по разработке и внедрению ИТС в регионе будут реализованы в рамках Национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги».

Этапы реализации проекта:

1. Подготовка Концепции построения (развития), внедрения и эксплуатации ИТС Новосибирской области
2. Предварительное аналитическое обследование существующей инфраструктуры ИТС и научно-технический анализ
3. Технический проект по реализации ИТС на территории Новосибирской области
4. Создание прототипа интеграционной платформы ИТС

В июне 2019 г. стало известно о планах компании по реализация проектов по внедрению ИТС в Челябинске, Екатеринбурге, Перми (города-пилоты) до 2024 г[92]. При этом уточнялось, что сумма контрактов будет

[92] URL: https://tass.ru/ekonomika/6537357

отличаться для каждого региона (примерная стоимость проектов по внедрению ИТС представителями компании не раскрывалась).

Помимо этого, Ростелеком создал ряд подсистем ИТС (например, подсистем дорожного контроля) во многих городах РФ в рамках АПК «Безопасный город», чем занимается с 2014 г. в соответствии с поручением президента РФ (см. ниже Контракты Ростелекома).

Софтлайн (АО «Софтлайн Трейд»)

Софтлайн является одной из крупнейших ИТ-компаний России. В рамках решений для госсектора предлагает работу по направлениям: транспортные системы, импортозамещение, решения для образования, энергоэффективность и ЖКХ, аутсорсинг учетных функций.

Транспортные решения:

1. Автоматизированная система управления дорожным движением TRAFFIC-SL

2. Система фотовидеофиксации нарушений ПДД

3. Система весогабаритного контроля грузового автотранспорта

4. Система оплаты городского общественного транспорта

5. Модернизация системы городского электрического транспорта

Преимущества АСУДД TRAFFIC-SL от Softline:

- Современная отечественная разработка на основе ПО с открытым кодом, имеющая единый пользовательский веб-интерфейс.
- Выгодная ценовая политика при реализации проекта «под ключ» и низкая стоимость владения системой.
- Возможность интеграции с существующими у заказчика ИТ-решениями (системы навигации наземного транспорта, системы фотовидеофиксации нарушений ПДД, системы дорожного метеомониторинга, системы управления парковками и пр.) и периферийным оборудованием большинства производителей.
- Масштабируемость – расширение спектра решаемых задач

без существенного увеличения вычислительных мощностей.

- Модульность – оптимальная конфигурация под задачи заказчика.

ООО «ГЛОСАВ» (ООО «Глобальные системы автоматизации»)

Компания «ГЛОСАВ» вышла на российский рынок информационно-навигационных услуг в 2009 году. За годы работы компания стала лидером рынка отраслевых решений для мониторинга транспорта на базе технологий ГЛОНАСС/GPS, а также заняла лидирующие позиции в таких сферах, как:

- Системная интеграция
- Видеонаблюдение и аналитика
- Интеллектуальные транспортные системы
- Разработка программного обеспечения

Компания разработала решения для платных дорог семейства Megatoll: Megatoll M11, Megatoll Freeflow и Megatoll WIM, которые сочетают в себе инновационные технологии, практический опыт реализации аналогичных проектов в России и эксплуатационную надежность и простоту обслуживания.

При разработке решений для платных дорог использовалось оборудование, прошедшее комплексное тестирование в суровых условиях российских дорог на протяжении не менее года, и ПО собственной разработки на базе компонентов с открытым исходным кодом.

Megatoll M11 – решение для «классических» платных дорог, включающее оснащение полос барьерного типа с ручной оплатой, быстрых полос с оплатой транспондером, систему централизованного мониторинга и управления уровня пункта взимания платы, а также средства интеграции в СВП верхнего уровня, включая поддержку системы «единый транспондер».

Отличительными особенностями системы Megatoll M11 являются:

- Интеграция ядра системы с оборудованием на низком уровне;

- Использование исключительно ПО с открытыми исходными кодами (Linux, PostgreSQL, Node JS и т.п.);
- Система классификации собственной разработки на базе лазерных датчиков, счетчиков осей и индуктивных петель, определяющая жесткие и гибкие сцепки, разделяющее ТС с высокой точностью, предотвращая проезд нарушителей «паровозиком»;
- Интегрированное ПО распознавания ГРЗ собственной разработки, оптимизированное для работы на полосе ПВП с одновременной поддержкой ГРЗ 52-х стран и возможностью чтения ГРЗ нарушителей с острого угла;
- Использование комплекса антенн DSRC для считывания транспондеров с поддержкой как режима быстрого проезда, так и режима очереди ТС для предотвращения проездов нарушителей перед ТС добросовестных пользователей транспондеров;
- Сокращение времени обслуживания пользователей, оплачивающих проезд наличными за счет оптимизации операций кассира путем создания эргономичного рабочего пространства и ускорения работы оборудования (быстрая печать чека, поддержка типовых действий, использование тачскрина с крупными кнопками);
- Эргономичный центр мониторинга и управления с возможностью удаленного управления полосами и помощи операторам в случае возникновения затруднений;
- Интеграция с существующими СВП, включая центр интероперабельности (система «Единый транспондер»).

Megatoll Freeflow – инновационное решение для систем взимания платы, работающих в режиме свободного многополосного движения на скоростях до 150 км/ч, не имеющее аналогов в России.

Отличительными особенностями решения Megatoll Freeflow являются:

- Обнаружение не менее 99,8% транспортных средств в

потоке независимо от скорости движения, расположения на полосе и наличия ГРЗ путем использования аппаратных и программных детекторов;

- Идентификация не менее 98% ТС путем распознавания передних и задних ГРЗ, чтения данных транспондера (при его наличии) и использования «цифрового отпечатка» внешнего вида ТС;
- Классификация ТС с учетом фактического количества осей (классификация ГК «Автодор»);
- *Распознавание ГРЗ* 52-х стран одновременно и без подключения дополнительных модулей и каскадов, включая ГРЗ трейлеров и прицепов, ГРЗ мотоциклов и ГРЗ стран СНГ;
- ПО контроллера позволяет использовать единственный контроллер для обслуживания 4-х камер распознавания одновременно
- Встроенные в программное ядро средства самодиагностики: измерение KPI в реальном времени, таймеры watchdog, структурированные журналы, интеграция с Zabbix или другими аналогичными системами;
- Поддержка IP камер и камер машинного зрения на базе GigE Vision, в том числе в конфигурации с одновременным использованием камер различных типов;
- Встроенный веб-интерфейс для удаленного контроля состояния оборудования, просмотра данных транзакций, включая возможность просмотра видео со всех подключенных камер в реальном времени без остановки основного процесса;

Megatol WIM представляет собой решение для станций весогабаритного контроля, осуществляющих взвешивание ТС в движении в режиме свободного многополосного потока.

Megatoll WIM включат в себя ядро и все преимущества Megatoll Freeflow, и имеет следующие отличительные особенности:

- Определение полной массы с предельно допустимой погрешностью менее 5%, нагрузки на оси с предельно допустимой погрешностью менее 11%, количества осей, расстояния между осями и скатность.
- Классификация ТС по 27 классам с использованием колесной формулы и данных лазерного сканирования;
- Встроенный АРМ оператора весогабаритного контроля для оперативного отслеживания нарушений и их характера, печати актов и отчетов, контроля отправки данных в систему центрального уровня.

Компания также реализовала значительное количество проектов в области систем мониторинга ТС, а также разработала одну из моделей бортовых устройств для СВП «ПЛАТОН».

В 2019 г. выручка компании составила 3,58 млрд. руб., что на 15% больше аналогичного показателя прошлого года. Динамика показателя выручки компании за период 2017-2019 гг. представлена на рисунке ниже (Рисунок 91).

ГК «Ростех»

Государственная корпорация, созданная для содействия разработке, производству и экспорту высокотехнологичной продукции.

«Умный город» – одного из ключевых проектов Ростеха в гражданском сегменте. Отдельные составляющие ИТС уже внедрены в ряде регионов России, и продолжают развиваться.

В Москве Корпорация поставляет оборудование и обслуживает интеллектуальную транспортную систему (ИТС) столицы, внедряет электрический транспорт и инфраструктуру для него, «оцифровывает» избирательные процедуры.

В рамках направления ИТС компании холдинга поставляют следующее оборудование:

- Холдинг «Росэлектроника» - «умные» приборы учета

электроэнергии, теплонасосные системы для автономного тепло- и холодоснабжения, цифровые комплексы для ситуационного управления городской инфраструктурой, в том числе энергоснабжением, оборудование для центра обработки данных, проект роботизированного склада и другие разработки.

- Холдинг «Швабе» - оборудование для транспортной системы Москвы
- Концерн «Автоматика» - комплекс технических средств для цифровых избирательных участков, IP-телефоны «Фотон-Т1» и «IVA», доверенную телекоммуникационную систему «Фотон А», двухконтурный персональный компьютер «Бином-КА», вычислительный комплекс «Эльбрус 801М» и сервер «Эльбрус 804», систему хранения данных (СХД) «Купол», а также защищенную видео-конференц-связь.

Согласно последним раскрытым данным, в 2017 г. выручка госкорпорации составила 2,83 млрд. руб.

КРОК

КРОК — один из крупнейших участников российского рынка информационных технологий. ИТ-компания создает новую цифровую экосистему общества, реализуя проекты в 42 странах мира. КРОК предоставляет портфель ИТ-услуг в области системной интеграции, консалтинга, тиражируемых продуктов, управляемых B2B-сервисов, перспективных сквозных технологий — Big Data, блокчейн, искусственный интеллект, виртуальная и дополненная реальность, интернет вещей, роботизация, машинное обучение.

Ключевыми направлениями предлагаемых компанией решений в сфере интеллектуального транспорта является следующее:

- Транспортный консалтинг по оптимизации и развитию дорожной сети с разработкой транспортной модели объектов разного

масштаба (транспортный узел, город, регион и др.)

- Поддержка работы Центра организации дорожного движения (ЦОДД), объединяющего управление всеми дорожными автоматизированными системами. Интеграция экстренных и муниципальных служб в рамках единого информационного поля повышает скорость реакции на инциденты и качество контроля ответных мер.
- Мониторинг и управление общественным транспортом: контроль исполнения маршрутов, анализ и оптимизация движения, прогноз времени прибытия общественного транспорта, информирование пассажиров на остановочных пунктах.
- Адаптивное управление городскими светофорами для уменьшения заторов и пробок на улицах, обеспечения приоритетного проезда общественного транспорта. Решение учитывает структуру улично-дорожной сети, работает с текущими и прогнозными показателями транспортного потока.
- Информирование и оповещение водителей о состоянии дорожного полотна и текущих метеоусловиях, информирование о дорожной обстановке на ближайших магистралях и формирование оптимальных вариантов объезда затруднений.
- Автоматическое динамическое взвешивание автотранспорта для задач контроля и снижения нарушений при движении тяжеловесного и крупногабаритного транспорта по автомобильным дорогам (взвешивание автомобилей без изменения скорости и заезда на стационарный/временный пост контроля, поддержка автоматической рассылки постановлений о нарушении).
- Взимание платы на платных участках дорог, в том числе с безостановочным проездом, с использованием транспондеров и других способов оплаты, поддержкой различных тарифов в городах и на

скоростных автомагистралях.

- Управление парковочным пространством в рамках города или же отдельного объекта (аэропорт, вокзал, торговый центр и др.) с решением всех организационно-правовых, административных, инженерно-технических вопросов.
- Автоматизированное метеорологическое обеспечение для борьбы с зимней скользкостью на дорогах, оперативного и эффективного информирования служб, обслуживающих дорогу.

ООО «РТИТС»

ООО «РТИТС» является оператором государственной системы взимания платы с грузовиков, имеющих разрешённую максимальную массу свыше 12 тонн в счет возмещения вреда, причиняемого автомобильным дорогам общего пользования федерального значения «ПЛАТОН».

Основополагающими федеральными документами для создания системы взимания платы являлись Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года и другие федеральные нормативно-правовые акты РФ.

Система функционирует с 15 ноября 2015 года. По информации оператора системы, инвестиции в её создание составили более 29 млрд руб., из которых 2 млрд. рублей за счёт собственных средств акционеров и 27 млрд. рублей за счёт кредита. Оплата проезда осуществляется двумя способами — с помощью маршрутной карты или с помощью бортового устройства. На ноябрь 2019 года в государственной системе зарегистрировано 540 тысяч грузоперевозчиков и 1 млн 262 тысячи транспортных средств.

При установке в ТС и активации Бортового устройства информация о движении автомобиля собирается с помощью технологий спутниковой навигации ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS и обрабатывается в автоматическом режиме. Данные о пройденном маршруте с заданной периодичностью через сеть сотового оператора отправляются в Центр

обработки данных. На основании этой информации, собранной за сутки, в автоматическом режиме рассчитывается размер платы. В системе зарегистрировано около 1 миллиона бортовых устройств.

В случае, если транспортное средство не оборудовано Бортовым устройством, то до начала движения Владелец транспортного средства обязан оформить и оплатить Маршрутную карту. В этом случае в процессе движения транспортное средство должно строго следовать выбранному маршруту. Контроль маршрута следования осуществляется системами стационарного и мобильного контроля Оператора Системы. В составе системы функционирует 481 рамка стационарного контроля и 100 комплексов мобильного контроля, 138 офисов обслуживания.

За свои услуги оператор системы получает из федерального бюджета от 10,6 млрд руб. в год с момента запуска системы и до завершения действия концессионного соглашения (2028 год).

В 2019 году через государственную систему «Платон» федеральный бюджет пополнился на 30 млрд. рублей. Прогнозируемая сумма перечислений в бюджет через «Платон» за календарный 2019 год – более 31 млрд руб. В 2018 году через госсистему было собрано 23,5 млрд руб. Всего федеральный бюджет за 4 года пополнился благодаря «Платону» на 93 млрд рублей. На эти средства уже отремонтировано более 2700 км самых проблемных дорог в 40 городах и субъектах и свыше 30 мостов в 19 регионах страны.

ООО «Сбербанк-Сервис»

Крупнейшая сервисная компания федерального значения, оказывающая услуги по комплексному техническому обслуживанию широкого спектра информационно-телекоммуникационного оборудования, рабочих мест, офисной техники, серверов и телефонии.

Компанией разработаны следующие транспортные решения:

- Системы фотовидеофиксации нарушений ПДД
- Организация оплаты проезда на общественном транспорте

- «цифровой двойник города»
- Учет спецтранспорта, автотранспорта, вывозящего ТБО

Программный Продукт

Группа компаний «Программный Продукт» работает на российском ИТ рынке с 2002 года. Основные компетенции компаний группы сосредоточены в области реализации масштабных ИТ-проектов федерального и регионального уровня, включающих в себя: разработку проектной документации, согласование и утверждение регламентов и нормативной документации, разработку или модернизацию программного обеспечения, внедрение, а также сопровождение ИТ-инфраструктуры и техническую поддержку.

Транспортные решения:

- Комплексная интеллектуальная транспортная система. Основа ее работы — универсальный сбор данных, поставляемых городскими и региональными системами, их обработка и обогащение в формате Big Data и использование инструментов искусственного интеллекта для принятия эффективных решений. Интеллектуальная транспортная система состоит из трех подсистем — «Сбор», «Хранение» и «Управление».
- Городской трафик — система мониторинга и управления дорожным движением. Система анализирует данные с видеокамер и транспортных детекторов, учитывает все факторы, влияющие на транспортную сеть, и прогнозирует изменение дорожной ситуации, предлагая сценарии оптимизации.
- Интеллектуальная система управления парковочным пространством —правила остановки и стоянки транспортных средств контролируются в онлайн-режиме.
- Интеллектуальная система управления наружным освещением — управление освещенностью на базе интеллектуальных алгоритмов обеспечивает эффективное использование камер и разнообразных систем детекции при цифровой модернизации дорожно-транспортной

инфраструктуры.

Компанией также был разработан целый ряд других сервисов, таких как: Единый ситуационный центр организации дорожного движения, система весогабаритного контроля, интеллектуальная видеофиксация и мониторинг, система управления пассажирским транспортом, персональные городские сервисы.

В 2019 г. выручка компании ООО «Программный Продукт» составила

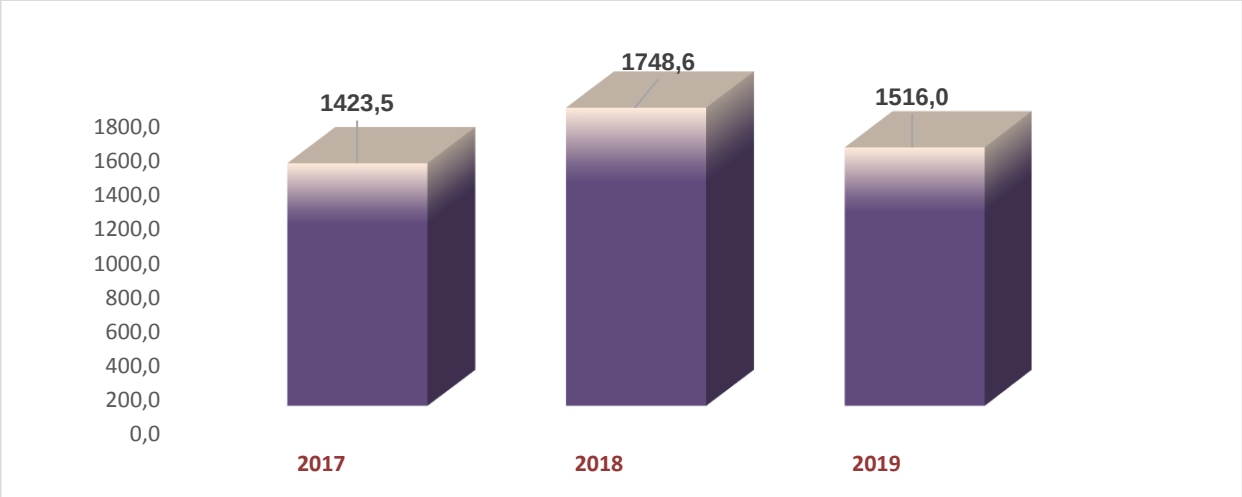


Рисунок 6. Динамика показателя выручки компании ООО «Программный продукт» за период 2017-2019 гг., млн руб.

Источник: www.spark-interfax.ru

1,52 млрд. руб., что на 13,3% меньше аналогичного показателя прошлого года (в целом по группе компаний выручка в 2019 году выросла на 7,6% и составила 4,41 млрд. руб.). Динамика показателя выручки компании ООО «Программный продукт» за период 2017-2019 гг. представлена на рисунке 99.

ЗАО «Вокорд Телеком»

Российский разработчик и производитель ИТС, систем видеонаблюдения и видеоаналитики. В 2019 г. Huawei купила интеллектуальную собственность компании.

Транспортные решения:

- Фотовидеофиксация нарушений ПДД
- Дорожное видеонаблюдение
- Управление транспортными потоками

- Весогабаритный контроль
- Умные парковки

Продукты:

- VOCORD Traffic — это многофункциональная интеллектуальная система контроля дорожного движения с высокой достоверностью распознавания номеров и фиксацией более 15 видов нарушений ПДД.
- VOCORD Tahion — это программное обеспечение для создания систем видеонаблюдения и видеоаналитики любого масштаба.
- Система VOCORD ParkingContol — программное обеспечение для распознавания номеров и контроля транспорта на парковке или другом объекте с пропускным режимом.

Проф-ИТ Групп

«Проф-ИТ Групп» - группа ИТ-компаний, занимающихся комплексной автоматизацией управления крупными предприятиями, проектированием и внедрением инжиниринговых и ИТ-проектов, консалтингом, разработкой прикладного и инновационного программного обеспечения, проектами в сфере цифрового производства и технологий для умного города.

Решения в рамках «Умного города»:

- Платные парковки - комплексные решения для организации парковочного пространства.
- Проектирование, поставка, монтаж и пуско-наладка оборудования, сервисное гарантийное и постгарантийное обслуживание.
- Системы фотовидеофиксации - обеспечение непрерывного процесса контроля за движением транспортных средств на автотрассах, перекрестках и пешеходных переходах
- Решения для сбора мусора - контейнеры для сбора мусора Mr. Fill – это идеальное решение для умных городов, которое минимизирует затраты на сбор мусора и отходов. Контейнеры оборудованы солнечной батареей, что позволяет не тратить средства на электроэнергию и проблемы с

подключением.

- Системы чистки воздуха - системы StatiqAir для установки на улице и в помещениях обеспечивают снижение содержания пыли до 30% в открытых пространствах и до 80% внутри помещения.

Решения по «Умной мобильности» (основная задача направления – реализация эффективных сценариев взаимодействия "человек-автомобиль"):

- Разработка человеко-машинного интерфейса в области автомобилестроения - адаптация интерфейса с учетом актуальной транспортной ситуации и личных предпочтений водителей, а также интеграция систем автомобиля с элементами городской инфраструктуры.
- Разработка ПО - infotainment-решения, системы аналитики использования информационного контента, а также сервисы для агрегации и аналитики CAN-данных.
- Поставка автомобильной техники - автомобильных электронных компонентов и аксессуаров: антенн, динамиков, автомобильных камер, систем парктроников, Hud-дисплеи и другое.\

ООО «Национальные телематические системы» (ООО «НТС»)

Холдинговая компания, являющаяся учредителем ряда компаний, работающих в области транспортной телематики и специализирующаяся на разработке и эксплуатации комплексных телематических систем:

- Платформа управления перевозками
- Платформа управления транспортной инфраструктурой
- Умный город
- Комплексы весогабаритного контроля
- Антигололедные системы
- Барьерные и безбарьерные решения для платных дорог
- Системы взимания платы
- Платные парковки

В 2019 году компания выступила разработчиком «Концепции внедрения интеллектуальных транспортных систем в городских агломерациях», которая в ближайшее время будет релизована в рамках национального проекта «Безопасные и качественные автомобильные дороги».

В 2019 г. выручка компании составила 400 млн руб., что на 11,1% меньше аналогичного показателя прошлого года. Динамика показателя выручки компании за период 2017-2019 гг. представлена на рисунке ниже.

Фабрика Информационных Технологий (ООО «ФИТ»)

Группа компаний (Белгород, Москва), специализирующихся на проектах и решениях для цифровизации отраслей: транспорт, образование, культура и другие.

На данный момент компание реализованы следующие решения в сфере интеллектуального транспорта:

- ИТС ФИТ

Компоненты:

– Автоматизированная система весогабаритного контроля;

– Системы мониторинга и выявления нарушений движущегося трафика;

– Системы мониторинга и выявления нарушений стоящего трафика;

– Учётная система платных городских парковок

– Доп.оборудование – метеостанции, камеры определение грз, камеры фотофиксации скрытых номеров, камеры видеонаблюдения

- Умные парковки - ПО по управлению парковочным пространством в крупных городах России и за рубежом, включая частные и муниципальные парковки.

На данный момент проекты ИТС и платных городских парковок компании работают во многих городах России и в Казахстане.

В 2019 г. выручка компании составила 134,1 млн руб., что на 15,8% больше аналогичного показателя прошлого года. Динамика показателя выручки компании за период 2017-2019 гг. представлена на рисунке ниже.

ООО «ЕМ Групп»

«Евромобайл Групп» - дистрибьютор и интегратор M2M решений в России и странах СНГ. Компания осуществляет оптовые поставки беспроводного оборудования, а также оказывает поддержку на всех этапах получения готового продукта: разработка, производство и интеграция систем беспроводной передачи данных.

В сфере транспорта компанией были реализованы следующие решения:

- Система определение интенсивности потока ТС
- «Умный перекресток»
- «Умный трамвай»
- «Умный автобус»
- Видеонаблюдение для автомобилей каршеринга
- Видеонаблюдение на транспорте
- Комплексная система оснащения остановочных павильонов ITLINE
- Определение интенсивности пассажиропотока
- Пикет экстренной связи
- Подсчёт пассажиропотока
- Система кругового обзора
- Система продвинутой помощи водителю MOVON-ADAS
- Система продвинутой помощи водителю NOVACOM-ADAS
- Системы видеотрансляции для комфорта в дальних поездках

Также компания предлагает оборудование для строительства ИТС на дорогах различного уровня и значения:

- Датчики определения положения дорожных знаков
- Датчики занятости парковочного места

- Радарный комплекс определения параметров транспортного потока
- Видеодетекторы для анализа транспортного потока
- IP-камеры для анализа транспортного потока и мониторинга безопасности дорожного движения
- Видеостены и их компоненты
- Контроллеры, радиомодемы, ретрансляторы

ООО «Спецдорпроект»

ИТ-компания, занимающаяся внедрением, обслуживанием, ремонтом и модернизацией ИТС.

Компания оказывает следующие услуги:

- Изыскательские и исследовательские работы;
- Компьютерное моделирование дорожно-транспортной ситуации и разработка программы по оптимизации загруженности УДС;
- Разработка локальных проектов по внедрению технических средств организации дорожного движения, в части периферийного оборудования и подсистем ИТС;
- Разработка IT инфраструктуры по сбору, обработке и анализу данных о дорожнотранспортной ситуации;
- Проведение работ по реконструкции и ремонту существующей УДС;
- Проведение СМР и ПНР по установке и внедрению ТСОДД, подсистем ИТС и IT инфраструктуры;
- Ввод в промышленную эксплуатацию внедренной инфраструктуры, с дальнейшим проведением аналитических исследований в течение установленных сроков.

Одним из центральных решений компании является система «ОКО» - программное обеспечение для мониторинга светофорных объектов. На сегодняшний день «ОКО» обрабатывает более 3000 светофорных объектов, помогая эксплуатационным службам удаленно отслеживать и устранять неполадки в короткий срок[93].

[93] URL: https://spetsdor.ru/cases/oko/

Оценка перспективных направлений развития рынка в части реализации мероприятий, направленных на развитие рынка «Автонет» Национальной технологической инициативы

Рынок интеллектуальных транспортных систем является одним из ключевых рынков НТИ «Автонет». Инициативы по развитию продуктов и услуг в сфере ИТС на наднациональном и национальном уровнях окажут позитивное влияние на развитие международного рынка НТИ «Автонет» в целом. Существующие в ряде стран ограничения и различные макроэкономические факторы (такие как наблюдаемая глобальная рецессия экономик в 2019 г.) препятствуют более интенсивному росту рынка интеллектуальных транспортных систем. В России развитию ИТС препятствует действие таких факторов, как: недостаточное развитие транспортной инфраструктуры; нерешенность проблем обеспечения мобильности населения; низкий уровень безопасности на транспорте; неэффективное обеспечение транзита товаров и пассажиров по международным транспортным коридорам.

Несмотря на то, что все сегменты рынка и существующие продукты кажутся востребованными для внедрения, можно выделить наиболее перспективные направления деятельности, способствующие более активному развитию указанного рынка и появлению новых технологических решений, а также развитию международного и российского рынка НТИ «Автонет» в целом.

1. Проектирование решений и развитие существующих продуктов в сфере интеллектуальных транспортных систем в городских агломерациях. Рост числа автомобилей и урбанизация населения во всем мире обостряют проблему заторов на дорогах и перегруженности центральных участков улично-дорожных сетей в городских агломерациях. Развитие интеллектуальных транспортных продуктов с целью создания популярных «коробочных» решений будет способствовать более активному внедрению

интеллектуальных решений в сфере транспорта, в частности созданию проектов на основе государственно-частного партнерства с последующей их коммерциализацией.

2. Создание и внедрение на национальном уровне интеллектуальных систем управления автономным/полуавтономным грузовым транспортом. Вопрос внедрения технологий беспилотного транспорта для грузовых транспортных средств легче урегулировать юридически, определяя область использования беспилотного транспорта с целью доставки грузов по определенному маршруту вне городских агломераций, минимизируя риск и последствия возможных происшествий на дороге (например, используя беспилотные грузовики для доставки материала из карьера в горно-обогатительный комбинат). Такой подход будет способствовать ускорению внедрения технологий автономного вождения и интеллектуальных систем управления парком беспилотных ТС как сопуствующего продукта в корпоративном секторе.

3. Прорывные технологии, применяемые в ИТС, имеют значительный потенциал в части оптимизации использования транспортных ресурсов и повышения качества и эффективности предоставляемых транспортных услуг. Необходимо, чтобы органы власти и технологические компании сотрудничали в разработке политики, анализирующей и облегчающей использование как имеющихся, так и новых прорывных технологий. Такое сотрудничество может обеспечить не только новые услуги для граждан, но и более точную и своевременную информацию для принятия государственных решений и больше возможностей для отечественных компаний.

4. Актуальным для российского рынка направлением является развитие систем управления общественным транспортом. В частности, внедрение автоматизированных систем продажи билетов (с использованием бесконтактных карт или телефонов с поддержкой NFC) и уход от оплаты наличными в секторе частных автомобильных городских перевозок позволят

снизить долю «теневого» рынка в данном секторе услуг, что является актуальной проблемой для регионов РФ.

Приложение 1. Городские агломерации/регионы и реализованные системы ИТС в РФ по состоянию на 2019 год

Город/регион	Система управления дорожным движением / поставщик
Москва	Система мониторинга светофорных объектов «ОКО» / ООО «СпецДорПроект» [1]. Интеллектуальный контроллер «Поток» / ООО «СпецДорПроект». Система мониторинга параметров транспортных потоков АРМ Мэра / ООО «СпецДорПроект». Система «Безопасный светофор» / ООО «СпецДорПроект». СПО АСУДД «Навигатор» / Корпорация «Строй Инвест Проект». Автоматизированная система ведения Реестра пропусков, предоставляющих право на въезд и передвижение грузового автотранспорта в зонах ограничения его движения на территории г. Москва (АС ОВГА) / ООО «Информационные Технологии Будущего». Интеллектуальные дорожные контроллеры ЕС-2 / ООО «Р1А» (Roadyna).
Санкт-Петербург	АСУДД «Спектр» / ООО «РИПАС СПБ». Система мониторинга окружающей среды и дорожной обстановки «Умный перекресток» / ПАО «Ростелеком», ЗАО «Вокорд Телеком», ООО ОКБ «Бурстройпроект». Центр координации автоматизированных систем управления дорожным движением (АСУДД) / ООО «Р1А» (Roadyna). Автоматизированная система «Региональный центр управления транспортом» (АС РЦУТ) / СПб ГУП «Санкт-Петербургский информационно-аналитический центр» Государственная информационная система Санкт-Петербурга «Региональная навигационно-информационная система» (РНИС) / СПб ГУП «Санкт-Петербургский информационно-аналитический центр». Комплекс «Триоль-М1» / ООО «Спецтехноприбор»
Архангельск	Система диспетчерского управления светофорными объектами «Вектор» (СДУ СО «Вектор») / ПАО «Электромеханика»
Белгород	Система «Интеллектуальный трафик» / ООО «Фабрика информационных технологий», ООО «Городские парковки» АСУДД «Микро» / ООО «Автоматика-Д»
Иркутск	СПО АСУДД «Микро» / ООО «Автоматика-Д»

Город/регион	Система управления дорожным движением / поставщик
Казань	АСУДД «КС» / ООО «Комсигнал». Адаптивная система управления дорожным движением SWARCO /SWARCO, МКУ «АСУДД» г. Казань
Калининград	VOCORD Traffic / ЗАО «Вокорд Телеком»
Кемерово	ПТИК «Одиссей» / ООО «Технический центр по обеспечению безопасности дорожного движения»
Краснодар	АСУДД «Спектр» / ООО «Технический центр по обеспечению безопасности дорожного движения»
Курск	АСУДД «Мегаполис» / ООО «Электротекс-ИТС» «Умные дороги» /АО «ГЛОНАСС», Консорциум «Автодата»
Новосибирск	АСУДД Traffic SL / АО «СофтЛайн Трейд» (ГК SoftLine)Табло и знаки п
Омск	СПО АСУДД «Микро» / ООО «Автоматика-Д»
Ростов-на-Дону	АСУДД «Старт-Ростов» / ООО «Регионстройзаказчик» Автоматизир
Рязань	Программный комплекс Региональной навигационно-информационной системы (РНИС) / ООО «СТ-Технолоджи»
Самара	АСУДД / ПАО «Ростелеком»
Саранск	АСУДД «Спектр» / ООО «Технический центр по обеспечению безопасности дорожного движения»
Ставрополь	СПО АСУДД «Микро» / ООО «Автоматика-Д». АСУДД «Мегаполис» / ООО «Электротекс-ИТС»
Сыктывкар	[–]
Тверь	АСУДД «Спектр» / ООО «Технический центр по обеспечению безопасности дорожного движения»
Тюмень	АСУДД «Спектр» / ООО «Технический центр по обеспечению безопасности дорожного движения» Комплекс измерительный программно-технический (КИПТ) «Азимут» / ГК «СитиПлан»
Ульяновск	АСУ ЦОДД / МБУ «Правый берег»
Уфа	Система мониторинга опасных участков дорог / АО «Форт Диалог». АСУДД / АО «Башинформсвязь», ПАО «Ростелеком». АСУДД Traffic SL / АО «СофтЛайн Трейд» (ГК SoftLine)
Чебоксары	СДУ СО «Вектор» / ПАО «Электромеханика»

Город/регион	Система управления дорожным движением / поставщик
Челябинск	Многофункциональная платформа RITM3 (Realtime Integrated Transport Modelling, Monitoring, Management) / ООО «А+С Транспроект» (Simetra), АО «СМЭУ ГАИ»
Якутск	Комплекс измерительный программно-технический (КИПТ) «Азимут-2» / ООО «Технический центр по обеспечению безопасности дорожного движения»