НЕКОММЕРЧЕСКАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ

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

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

АНАЛИТИЧЕСКИЙ ОТЧЁТ

по итогам исследования состояния и перспектив развития рынка навигационных продуктов и услуг нового поколения (платформы, системы, аппаратура потребителей, картографические сервисы) в России и мире, а также оценки влияния на показатели развития НТИ «Автонет»

Москва 2020

Исследование состояния и перспектив развития рынка навигационных продуктов и услуг нового поколения (платформы, системы, аппаратура потребителей, картографические сервисы) в России и мире, оценка влияния на показатели развития НТИ «Автонет» (аналитический отчёт, 2020). Рассмотрены общие сведения о навигационных продуктах и услугах (характеристики, классификация, области применения); определены технологические драйверы развития мирового рынка навигационных продуктов и услуг; приведена оценка технологических и экономических индикаторов рынка; отражена географическая структура мирового рынка навигационных продуктов и услуг по основным регионам (Европа, Северная Америка, АТР); описана отраслевая структура мирового рынка навигационных продуктов и услуг; предоставлен обзор зарубежных компаний-производителей навигационных продуктов и провайдеров услуг; проанализирован российский рынок навигационных продуктов и услуг; рассмотрена деятельность ведущих российских производителей навигационных продуктов и провайдеров услуг; оценено влияние на российский и международный рынок "Автонет". / Некоммерческая организация Ассоциация разработчиков, производителей и потребителей оборудования и приложений на основе глобальных навигационных спутниковых систем «ГЛОНАСС/ГНСС-Форум» (Ассоциация «ГЛОНАСС/ГНСС-Форум»). Москва, 2020 – 438 с.

СОДЕРЖАНИЕ

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ 12
ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ 28
ВВЕДЕНИЕ 33
ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ 35
МЕТОДОЛОГИЯ 53
ГЛАВА 1. Текущее состояние и тенденции развития систем высокоточной навигации 55
1.1 Развитие глобальных и региональных навигационных спутниковых систем и функциональных дополнений 55
1.2 Развитие локальных и альтернативных систем навигации и позиционирования 85
1.3 Развитие гибридных систем навигации и позиционирования 98
ГЛАВА 2. Перспективы развития аппаратуры потребителей 102
2.1 Аппаратура потребителей ГНСС 102
2.1.1 Основные характеристики НАП ГНСС 102
2.1.2 Классификация НАП ГНСС 105
2.1.3 Области применения НАП ГНСС 106
2.2 Модемы 110
2.2.1 Основные характеристики модемов 110
2.2.2 Классификация беспроводных модемов 115
2.2.3 Области применения беспроводных модемов 115
2.3 Навигационно-связная аппаратура потребителей 116
2.3.1 Основные характеристики навигационно-связной аппаратуры потребителей 116
2.3.2 Классификация навигационно-связной аппаратуры потребителей 119
2.3.3 Область применения навигационно-связной аппаратуры потребителей 119
ГЛАВА 3. Перспективы развития навигационных продуктов и услуг 123
3.1 Перспективы развития навигационных платформ и систем 123

3.2 Перспективы развития навигационных услуг 135
ГЛАВА 4. Состояние и перспективы развития мирового рынка OEM-модулей ... 148
4.1 Технологические драйверы мирового рынка OEM-модулей 148
4.1.1 Технологические индикаторы рынка OEM-модулей 150
4.2 Общая характеристика мирового рынка OEM-модулей 183
4.3 Географическая структура мирового рынка OEM-модулей 187
4.4 Отраслевая структура мирового рынка OEM-модулей 192
4.4 Ведущие зарубежные компании-производители OEM-модулей 195
ГЛАВА 5. Состояние и перспективы развития мирового рынка навигационных продуктов и услуг 207
5.1 Технологические индикаторы рынка навигационных продуктов и услуг ... 207
5.2 . Состояние и перспективы развития мирового рынка навигационных платформ и систем 208
5.3 . Состояние и перспективы развития мирового рынка навигационных услуг 235
ГЛАВА 6. Состояние и перспективы развития российского рынка OEM-модулей 248
6.1 Общая характеристика российского рынка OEM-модулей 248
6.2 Географическая структура российского рынка OEM-модулей 251
6.3 Отраслевая структура российского рынка OEM-модулей 254
6.3 Ведущие российские компании-производители OEM-модулей 261
ГЛАВА 7. Состояние и перспективы развития российского рынка навигационных продуктов и услуг 285
7.1 Состояние и перспективы развития российского рынка навигационных платформ и систем 285
7.2. Состояние и перспективы развития российского рынка навигационных услуг 340

ГЛАВА 8. Оценка влияния рынка OEM-модулей на развитие российского и международного рынка «Автонет» 363
8.1 Перспективы развития OEM-модулей автомобильного применения 363
8.2 Сравнительный анализ рынка OEM-модулей России и зарубежных стран 376
ГЛАВА 9. Оценка влияния рынка навигационных продуктов и услуг на развитие российского и международного рынка «Автонет» 381
9.1 Основные тенденции в средне- и долгосрочной перспективе 381
9.2 Перспективные рыночные ниши для компаний Национальной технологической инициативы «Автонет» 386
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ 390
ПРИЛОЖЕНИЕ А 420
ПРИЛОЖЕНИЕ Б 423
ПРИЛОЖЕНИЕ В 426
ПРИЛОЖЕНИЕ Г 434

СПИСОК ТАБЛИЦ

Табл. 1 – Характеристики НКА GPS 59
Табл. 2 – Характеристики навигационных радиосигналов ГНСС GPS 60
Табл. 3 – Характеристики НКА ГЛОНАСС 64
Табл. 4 – Характеристики навигационных радиосигналов ГНСС ГЛОНАСС 65
Табл. 5 – Характеристики НКА Galileo 67
Табл. 6 – Характеристики навигационных радиосигналов ГНСС Galileo 68
Табл. 7 – Характеристики НКА Beidou 72
Табл. 8 – Характеристики навигационных радиосигналов ГНСС BDS 73
Табл. 9 – Характеристики навигационных радиосигналов РНСС NAVIC 76
Табл. 10 – Характеристики НКА QZSS 77
Табл. 11 – Характеристики навигационных радиосигналов РНСС QZSS 78
Табл. 12 – Сравнительный анализ состояния ОГ 78
Табл. 13 – Системы функциональных дополнений 82
Табл. 14 – Сравнение систем позиционирования 98
Табл. 15 –Технологические индикаторы рынка OEM-модулей, соответствующие технологиям, приложениям и сервисам, базирующимся на определении местоположения (согласно методологии компании Gartner) 155
Табл. 16 – Испытания и пробное развертывание сетей 5G на частотах до 6 ГГц и выше, вплоть до миллиметрового диапазона 165
Табл. 17 – Спецификации частотных диапазонов и типов сигналов стандарта 5G NR 166
Табл. 18 – Технологические индикаторы рынка OEM-модулей, соответствующие технологиям беспроводной связи (согласно методологии компании Gartner) 176
Табл. 19 – Технологические индикаторы мирового рынка OEM-модулей, определяемые на основе анализа баз данных Crunchbase и AngelList 177
Табл. 20 – Технологические индикаторы рынка «Автонет», на которые оказывают влияние OEM-модули (согласно методологии компании Gartner) 181
Табл. 21 – Технологические индикаторы рынка «Автонет», определяемые на основе анализа баз данных Crunchbase и AngelList 182

Табл. 22 – Рейтинг ведущих чипмейкеров с наибольшим оборотом на полупроводниковом рынке в 2019 г. 196
Табл. 23 – Рейтинг ведущих чипмейкеров по темпам роста в 2019 г. 197
Табл. 24 – Стратегии ведущих производителей OEM-модулей 198
Табл. 25 – Рейтинг ведущих компании с наибольшими расходами на приобретение чипов в 2019 г. 202
Табл. 25 – Технологические индикаторы "Автонет" в части навигационных продуктов и услуг 207
Табл. 26 – Деятельность АО «НИИМА «Прогресс» в качестве поставщика продукции и услуг 268
Табл. 27 – Деятельность АО «НИИМА «Прогресс» в качестве заказчика 269
Табл. 28 – Деятельность АО «РИРВ» в качестве поставщика продукции и услуг 274
Табл. 29 – Деятельность АО «РИРВ» в качестве заказчика продукции и услуг 274
Табл. 30 – Деятельность АО «ИРЗ» в качестве поставщика продукции и услуг 277
Табл. 31 – Деятельность АО «КБ НАВИС» в качестве поставщика продукции 279
Табл. 32 – Деятельность ООО «НВС Навигационные Технологии» в качестве поставщика продукции и услуг 281
Табл. 33 – Сравнение OEM-модулей российского производства 373
Табл. 34 – Классификация НАП ГНСС 420
Табл. 35 – Классификация аппаратуры беспроводной связи 422
Табл. 36 – Стадии цикла Гартнера 423
Табл. 37 – Уровни готовности технологий 423
Табл. 38 – Процент проникновения технологии на рынок 424
Табл. 39 – Скорость адаптации технологии на рынке 424
Табл. 40 – Воздействие технологии на бизнес 425
Табл. 41 – Преимущества от внедрения технологии 425
Табл. 42 – Применение OEM-модулей в мобильных устройствах 426
Табл. 43 – Применение OEM-модулей в автомобилестроении 427
Табл. 44 – Применение OEM-модулей в самолетостроении 428
Табл. 45 – Применение OEM-модулей в судостроении 429
Табл. 46 – Применение OEM-модулей при производстве БЛА 430
Табл. 47 – Применение OEM-модулей на аварийно-спасательных работах 430

Табл. 48 – Применение OEM-модулей на железнодорожном транспорте 431
Табл. 49 – Применение OEM-модулей в сельском хозяйстве 432
Табл. 50 – Применение OEM-модулей в геодезии 432
Табл. 51 – Применение OEM-модулей при синхронизации времени и частоты 433
Табл. 52 – Стадии развития компаний 434
Табл. 53 – Этапы финансирования проекта (типы сделок входа/выхода) 435
Табл. 54 – Критерии поиска информации в базах данных Crunchbase и AngelList 436

СПИСОК ИЛЛЮСТРАЦИЙ

Рис. 1 – Вычисление положения объекта по трём спутникам 57
Рис. 2 – Спектр навигационных радиосигналов ГНСС GPS 59
Рис. 3 – Спектр навигационных радиосигналов ГНСС ГЛОНАСС с частотным разделением 65
Рис. 4 – Спектр навигационных радиосигналов ГНСС ГЛОНАСС с кодовым разделением 65
Рис. 5 – Спектр навигационных радиосигналов ГНСС Galileo 68
Рис. 6 – Спектр навигационных радиосигналов ГНСС BDS 72
Рис. 7 – Спектр навигационных радиосигналов РНСС NAVIC 75
Рис. 8 – Спектр навигационных радиосигналов РНСС QZSS 78
Рис. 9 – Системы функциональных дополнений 83
Рис. 10 – Структурная схема НАП ГНСС 105
Рис. 11 – Структурная схема GSM-модема 112
Рис. 12 – Структурная схема модуля связи 113
Рис. 13 – Структурная схема модуля связи на одном кристалле 114
Рис. 14 – Структурная схема навигационно-связной аппаратуры 118
Рис. 15 – Телекоммуникационные технологии на цикле Гартнера (2011 г.) 153
Рис. 16 – Требования различных сервисов к сетям передачи данных 158
Рис. 17 – Эволюция глобальных беспроводных сетей (1G-4G) 162
Рис. 18 – Основные этапы развития 5G (по версии ITU и 3GPP) 164
Рис. 19 – Перспективный план ускоренного развития 5G NR 164
Рис. 20 – Хайп-цикл Гартнера (2019 г.) 167
Рис. 21 – Карта технологий рынка «Автонет» (на 2019 г.) 180
Рис. 22 – Динамика мирового рынка продуктов и услуг глобальной навигации в 2019-2029 гг. (млрд. евро) 184
Рис. 23 – Сегменты рынка НАП ГНСС в 2019-2029 гг. (%) 185
Рис. 24 – Динамика рынка НАП ГНСС по количеству установленных чипсетов в 2019-2029 гг. (млрд. шт.) 186
Рис. 25 – Динамика подключенных чипов к мобильным устройствам в региональном разрезе в 2019 -2029 гг. (млрд. шт.) 188

Рис. 26 – Показатели рынка НАП ГНСС в региональном разрезе в 2019 и 2029 г. (млрд. шт. и млрд. €)....189
Рис. 27 – Объемы региональных рынков чипов в 2017 г. (%) 191
Рис. 28 – Сравнительная сегментация мирового рынка «профессиональной» НАП ГНСС по основным типам аппаратуры в 2019 и 2029 гг. (%)....193
Рис. 29 – Вклад регионов в совокупный объем продаж на рынке чипов в 1990-2017 гг. (%) 199
Рис. 30 – Вклад регионов в совокупный объем продаж на рынке чипов в 2018 г. (%)....200
Рис. 31 – Участники рынка НАП ГНСС в 2019 г. 201
Рис. 32 – Сделки слияний и поглощений в полупроводниковой промышленности в 2010-2019 гг. (млрд. долл.)....203
Рис. 33 – Структура экспорта НАП ГНСС в региональном разрезе в 2017 г. (%). 252
Рис. 34 – Структура импорта НАП ГНСС в региональном разрезе в 2017 г. (%) . 253
Рис. 35 – Структура спроса на микроэлектронику в России в 2017 г. (%)....254
Рис. 36 – Группировка импортируемой НАП ГНСС по назначению и объемам поставок в РФ в 2010-2017 гг. (млн. долл.)....255
Рис. 37 – Структура импорта НАП ГНСС в количественном выражении по типам аппаратуры в 2017 г. (%)....256
Рис. 38 – Структура импорта НАП ГНСС в стоимостном выражении по типам аппаратуры в 2017 г. (%)....257
Рис. 39 – Группировка экспортируемой НАП ГНСС по назначению и объемам поставок в РФ в 2010-2017 гг. (млн. долл.)....258
Рис. 40– Структура экспорта НАП ГНСС в стоимостном выражении по типам аппаратуры в 2017 г. (%)....259
Рис. 41 – Структура экспорта НАП ГНСС в количественном выражении по типам аппаратуры в 2017 г. (%)....260
Рис. 42 – Динамика выручки российских разработчиков и производителей микроэлектронной продукции в 2012-2030 гг. (млрд. руб.)....261
Рис. 43 – Выручка российских компаний-производителей OEM-модулей в 2016-2018 гг.(млн. руб.)....282

Рис. 44 – Динамика поставок НАП ГНСС автомобильного применения в 2019-2029 гг. (млн. шт.) 365
Рис. 45 – Динамика продаж НАП ГНСС автомобильного применения в 2019 – 2029 гг. (млн. евро) 367
Рис. 46 – Динамика импорта и экспорта НАП автомобильного применения в 2010-2017 гг. 370
Рис. 47 – Сравнение российского и мирового рынка радиоэлектронной продукции 376
Рис. 48 – Сопоставление хайп-цикла Гартнера и метода TRL 424

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

Автомобильная система / устройство вызова экстренных оперативных служб (АС) – система или устройство, устанавливаемые на колесном транспортном средстве соответствующей категории и предназначенные для определения координат, скорости и направления движения транспортного средства при помощи сигналов глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС совместно с другой действующей ГНСС, передачи сообщения о транспортном средстве при дорожно-транспортном и ином происшествиях в автоматическом (система) или ручном (устройство) режиме и двустороннюю голосовую связь с экстренными оперативными службами по сетям подвижной радиотелефонной связи.

Абонент - пользователь услугами связи, с которым заключен договор об оказании таких услуг при выделении для этих целей абонентского номера или уникального кода идентификации.

Альманах ГНСС - информация, передаваемая с каждого навигационного космического аппарата ГНСС в составе навигационного сообщения, включающая в себя данные о системной шкале времени ГНСС, данные о бортовых шкалах времени всех навигационных космических аппаратов и данные об элементах их орбит и техническом состоянии.

Бортовое навигационно-связное оборудование - элемент системы диспетчерского управления, устанавливаемый на контролируемые транспортные средства и состоящий из абонентского телематического терминала и дополнительного бортового оборудования

Взаимодополняемость ГНСС - возможность совместного использования потребителями различных ГНСС и функциональных дополнений с целью обеспечения лучших результатов на уровне пользователя, чем это достигается с помощью исключительно одной системы или одного сигнала.

Видимость НКА ГНСС - условие наблюдения навигационного космического аппарата ГНСС, когда угол его возвышения относительно плоскости местного горизонта превышает минимально допустимое значение.

Высокочастотные устройства - оборудование или приборы, предназначенные для генерирования и использования радиочастотной энергии в промышленных, научных, медицинских, бытовых или других целях, за исключением применения в области электросвязи.

Геометрическая дальность до НКА ГНСС - навигационный параметр в дальномерном методе навигационных определений, равный расстоянию между навигационным космическим аппаратом ГНСС и навигационной аппаратурой потребителя ГНСС в определенный момент времени.

Геометрический фактор точности определения местоположения потребителя ГНСС в пространстве - коэффициент точности определения пространственных координат потребителя ГНСС, рассчитываемый по формуле $\mathrm{PDOP} = \sqrt{\mathrm{HDOP}^2 + \mathrm{VDOP}^2}$.

Геоинформационная система (ГИС) – информационная система, оперирующая пространственными данными.

Глобальная навигационная спутниковая система (ГНСС) – навигационная спутниковая система, предназначенная для определения пространственных координат, составляющих вектора скорости движения, поправки показаний часов и скорости изменения поправки показаний часов потребителя ГНСС в любой точке на поверхности Земли, акватории Мирового океана, воздушного и околоземного космического пространства.

Горячий старт – состояние НАП, при котором альманах ГНСС и эфемериды НКА известны, а системное время и координаты местоположения объекта, на котором установлена аппаратура, известны с некоторой ошибкой.

Двухчастотный навигационный модуль, используемый в аппаратуре потребителей спутниковой навигации – радиотехническое устройство, основными функциями которого являются прием, обработка

радионавигационных сигналов диапазонов L1 и L2 навигационных космических аппаратов ГНСС и определение пространственных координат и составляющих вектора скорости движения объекта навигации (потребителя ГНСС).

Диспетчерское управление – централизованный контроль и управление производственными и технологическими процессами посредством программно-технических комплексов с использованием средств связи.

Диспетчерский пункт – элемент системы диспетчерского управления, реализующий функции планирования, контроля и оперативного управления транспортными средствами транспортного предприятия.

Диспетчерский центр – элемент системы диспетчерского управления, реализующий функции контроля и координации деятельности транспортного комплекса субъекта РФ или муниципального образования.

Дифференциальная подсистема ГНСС – подсистема, входящая в глобальную навигационную спутниковую систему и предназначенная для реализации дифференциальной навигации.

Дорожно-транспортное происшествие – событие, возникшее в процессе движения по дороге транспортного средства и с его участием, при котором погибли или ранены люди, повреждены транспортные средства, сооружения, грузы либо причинен иной материальный ущерб.

Интерфейсный контрольный документ ГНСС – документ, устанавливающий параметры навигационных сигналов ГНСС, а также структуру, содержание и формат навигационных сообщений, передаваемых потребителю ГНСС.

Использование радиочастотного спектра - обладание разрешением на пользование и (или) фактическое пользование полосой радиочастот, радиочастотным каналом или радиочастотой для оказания услуг электросвязи и других не запрещенных федеральными законами или иными нормативными правовыми актами Российской Федерации целей.

Картография – область отношений, возникающих в процессе научной, образовательной, производственной и иной деятельности по изучению, созданию, использованию, преобразованию и отображению пространственных данных, в том числе с использованием информационных систем.

Кодовое разделение навигационных сигналов ГНСС – способ многоканального доступа к ГНСС, позволяющий осуществлять передачу данных на одной частоте и использующий разные коды модуляции для различения навигационных сигналов от разных навигационных космических аппаратов ГНСС.

Координатно-временное и навигационное обеспечение - комплекс мероприятий по обеспечению потребителей координатно-временной и навигационной информацией.

Контрольно-корректирующая станция дифференциальной подсистемы ГНСС - комплекс радиоэлектронных и технических средств, расположенный в точке с известными координатами, предназначенный для приема и обработки навигационных сигналов ГНСС, вычисления поправок к пространственным координатам точки и передачи их по каналам связи потребителю ГНСС для повышения точности определения его пространственных координат при нахождении потребителя ГНСС в радиусе действия дифференциальных поправок

Линии связи - линии передачи, физические цепи и линейно-кабельные сооружения связи.

Многоканальный доступ к ГНСС – уплотнение навигационных сигналов ГНСС, позволяющее потребителю ГНСС различать одновременно принимаемые навигационные сигналы со всех видимых навигационных космических аппаратов ГНСС на одну антенну.

Многолучевость навигационного сигнала ГНСС – эффект, возникающий при приеме навигационной аппаратурой потребителя ГНСС навигационного сигнала ГНСС с одного и того же навигационного

космического аппарата ГНСС, но с разными траекториями прохождения вследствие отражения навигационного сигнала от поверхности Земли и близлежащих объектов.

Модуляция – процесс, в котором, по крайней мере, один параметр несущего сигнала изменяется в соответствии с изменением характерного параметра передаваемого сигнала

Мониторинговая информация – совокупность навигационной и телеметрической информации, привязанной к шкале времени, передаваемой от бортового навигационно-связного оборудования в диспетчерские пункты и центры.

Мониторинг (контроль) целостности ГНСС – контроль состояния глобальной навигационной спутниковой системы и параметров создаваемого ею радионавигационного поля для своевременного оповещения потребителей ГНСС о снижении качества навигационных определений.

Навигационная аппаратура потребителя ГНСС (НАП, также навигационный приемник) – аппаратура, предназначенная для измерения параметров навигационных сигналов ГНСС и выделения навигационных сообщений с целью определения пространственных координат, составляющих вектора скорости движения, поправки показаний часов потребителя ГНСС и скорости изменения этой поправки.

Навигационная деятельность - деятельность, связанная с определением и использованием координатно-временных параметров объектов.

Навигационная задача – задача, заключающаяся в определении пространственных координат, составляющих скорости движения и поправки часов потребителя навигационной спутниковой системы.

Навигационная информация - сведения об объектах местности, включающие в себя сведения о местоположении их границ, форме и свойствах объектов местности, сведения о координатах объектов навигационной деятельности, а также сведения о навигационной обстановке в акваториях

водных объектов и о ее изменениях, представленные в координатно-временных параметрах и используемые в связи с осуществлением навигационной деятельности.

Навигационно-информационная система - автоматизированная система, основанная на реализации метода спутниковой радионавигации и предназначенная для проведения навигационных определений, передачи от объектов навигации мониторинговой информации и формирования на ее основе системной навигационной информации, предоставляемой потребителям в требуемом виде и с требуемой оперативностью.

Навигационный космический аппарат (НКА) ГНСС – космический аппарат, имеющий на борту аппаратуру, предназначенную для формирования и излучения навигационных сигналов ГНСС, необходимых потребителю ГНСС для определения пространственных координат, составляющих вектора скорости движения, поправки показаний часов и скорости изменения этой поправки.

Навигационный модуль, используемый в аппаратуре потребителей спутниковой навигации **(ГНСС-модуль)** – радиотехническое устройство, основными функциями которого являются прием, обработка радионавигационных сигналов навигационных космических аппаратов ГНСС, определение пространственных координат и составляющих вектора скорости движения объекта навигации (потребителя ГНСС).

Навигационное обслуживание потребителя ГНСС – услуга, предоставляемая глобальной навигационной спутниковой системой потребителю ГНСС с целью определения его пространственных координат, составляющих вектора скорости движения и поправки показаний часов.

Навигационный сигнал ГНСС – радиосигнал, излучаемый навигационным космическим аппаратом ГНСС, несущий информацию о показаниях его часов, навигационное сообщение и предназначенный для потребителей ГНСС.

Навигационные сигналы ГНСС с открытым доступом - сигналы, предназначенные для решения задач координатно-временного и навигационного обеспечения без ограничений, связанных с режимом санкционированного доступа.

Навигационный сигнал ГНСС с санкционированным доступом - навигационный сигнал ГНСС, предоставляемый специальным потребителям ГНСС.

Навигационное сообщение ГНСС – информация, переносимая навигационным сигналом ГНСС, состоящая из эфемеридной информации и альманаха ГНСС.

Навигационная спутниковая система (НСС) – навигационная система, предназначенная для определения пространственных координат, составляющих скорости движения и поправки часов потребителя посредством приема радиосигналов, излучаемых аппаратурой, установленной на борту навигационных космических аппаратов.

Несущая – волновой (колебательный) процесс, количественные характеристики которого изменяются полезным сигналом.

Несущий сигнал – сигнал определенной частоты, выбранной для передачи данных и позволяющий осуществлять передачу данных на большие расстояния.

Несущая частота – аналоговый сигнал фиксированной амплитуды и частоты.

Обеспечение целостности ГНСС – комплекс мероприятий по мониторингу состояния радионавигационного поля ГНСС и своевременному оповещению потребителей ГНСС о снижении качества навигационного обслуживания потребителей ГНСС.

Объекты навигационной деятельности - объекты, оснащенные средствами навигации и (или) использующие средства навигации в целях навигационной деятельности, а также объекты, обеспечивающие функционирование средств навигации.

Оператор связи - юридическое лицо или индивидуальный предприниматель, оказывающие услуги связи на основании соответствующей лицензии.

Определение местоположения потребителя ГНСС (местоопределение потребителя) – определение пространственных координат потребителя ГНСС.

Орбитальная группировка навигационных космических аппаратов (ОГ НКА) ГНСС – совокупность навигационных космических аппаратов ГНСС, находящихся в данный момент времени в составе глобальной навигационной спутниковой системы, включая навигационные космические аппараты, используемые по целевому назначению, а также навигационные космические аппараты, временно не используемые по целевому назначению.

Подвижная служба – служба радиосвязи между подвижной станцией и сухопутной станцией или между подвижными станциями.

Подвижная станция – станция подвижной службы, предназначенная для работы во время движения или во время остановок в неопределенных пунктах.

Подсистема навигационных космических аппаратов ГНСС (космический сегмент) – составная часть глобальной навигационной спутниковой системы, включающая в себя совокупность навигационных космических аппаратов ГНСС, распределенных в нескольких орбитальных плоскостях.

Подсистема контроля и управления ГНСС (наземный сегмент) составная часть глобальной навигационной спутниковой системы, включающая в себя комплекс наземных технических средств, обеспечивающих контроль и управление подсистемой навигационных космических аппаратов ГНСС.

Подсистема потребителей ГНСС (сегмент потребителей) – составная часть глобальной навигационной спутниковой системы, включающая в себя навигационную аппаратуру потребителей ГНСС.

Пользовательское оборудование (оконечное оборудование) - технические средства для передачи и (или) приема сигналов электросвязи по линиям связи, подключенные к абонентским линиям и находящиеся в пользовании абонентов или предназначенные для таких целей.

Пользователь услугами связи - лицо, заказывающее и (или) использующее услуги связи.

Потребитель ГНСС – объект навигации, решающий навигационную задачу посредством приема и обработки навигационных сигналов ГНСС от навигационных космических аппаратов ГНСС.

Пространственные данные – данные о пространственных объектах, включающие сведения об их форме, местоположении и свойствах, в том числе представленные с использованием координат.

Пространственные объекты – природные объекты, искусственные и иные объекты (в том числе здания, сооружения), местоположение которых может быть определено, а также естественные небесные тела.

Протокол передачи данных – формализованный набор требований к структуре пакетов информации и алгоритму обмена пакетами информации между устройствами сети передачи данных.

Псевдодальность до НКА ГНСС – разность между моментом приема фрагмента навигационного сигнала ГНСС, отсчитанным по шкале времени приемника потребителя ГНСС, и моментом излучения его навигационным космическим аппаратом ГНСС, отсчитанным по шкале времени навигационного космического аппарата ГНСС, умноженная на значение скорости света.

Радиоканал - сформированная в соответствии с сеткой вещания и выходящая в свет (эфир) под постоянным наименованием и с установленной периодичностью совокупность теле-, радиопрограмм и (или) соответственно иных аудиовизуальных, звуковых сообщений и материалов.

Радионавигационная система (РНС) – совокупность взаимодействующих радиотехнических средств, размещенных как на борту

подвижного объекта, так и вне его, обеспечивающая подвижный объект навигационной информацией.

Радионавигационный сигнал – сигнал навигационной спутниковой системы, содержащий навигационную информацию.

Радионавигационное поле ГНСС – электромагнитное поле, создаваемое совокупностью навигационных сигналов ГНСС в обслуживаемом глобальной навигационной спутниковой системой пространстве.

Радиочастота - частота электромагнитных колебаний, устанавливаемая для обозначения единичной составляющей радиочастотного спектра.

Радиочастотный спектр - упорядоченная совокупность радиочастот в установленных Международным союзом электросвязи пределах, которые могут быть использованы для функционирования радиоэлектронных средств или высокочастотных устройств.

Санкционированный доступ к навигационному сигналу ГНСС – доступ к навигационному сигналу ГНСС с использованием специальных методов, предоставляемых специальным потребителям ГНСС.

Секундная коррекция системного времени ГНСС (секундная метка времени) – операция в технологическом цикле управления глобальной навигационной спутниковой системой, заключающаяся во введении или исключении одной секунды в системной шкале времени ГНСС и осуществляемая одновременно с секундной коррекцией Всемирного координированного времени.

Сеть связи - технологическая система, включающая в себя средства и линии связи и предназначенная для электросвязи или почтовой связи.

Сеть подвижной связи – телефонная сеть связи, не определяемая географически в пределах территории Российской Федерации, которая предназначена для оказания услуг подвижной радиосвязи и/или подвижной радиотелефонной связи и использует ресурс нумерации географически не определяемых зон нумерации.

Сеть радиосвязи – сеть электросвязи, предназначенная для обеспечения беспроводной связью абонентских станций и представляющая собой совокупность базовых станций, узлов коммутации и линий связи.

Система-112 – система обеспечения вызова экстренных оперативных служб по единому номеру "112".

Система вызова экстренных оперативных служб – система, выполняющая функции устройства вызова экстренных оперативных служб, обеспечивающая передачу сообщения о транспортном средстве при дорожно-транспортном и ином происшествиях в автоматическом режиме.

Система экстренного реагирования при авариях (система «ЭРА-ГЛОНАСС») – Федеральная государственная территориально-распределенная автоматизированная информационная система, обеспечивающая оперативное получение с использованием сигналов глобальной навигационной спутниковой системы ГЛОНАСС совместно с другой действующей ГНСС информации о дорожно-транспортных происшествиях и иных чрезвычайных ситуациях на автомобильных дорогах, обработку, хранение и передачу этой информации экстренным оперативным службам, а также доступ к указанной информации заинтересованных государственных органов, органов местного самоуправления, должностных лиц, юридических и физических лиц.[1]

Системная шкала времени ГНСС – шкала времени, предназначенная для временной привязки основных процессов во всех подсистемах глобальной навигационной спутниковой системы.

[1] Примечание - В Республике Беларусь система экстренного реагирования при авариях называется "ЭРА-РБ", в Республике Казахстан - "ЭВАК", в Российской Федерации - "ЭРА-ГЛОНАСС". Аналогом вышеуказанных систем является разрабатываемая общеевропейская система eCall, с которой эти системы гармонизированы по основным функциональным свойствам (использование тонального модема как основного механизма передачи данных; унифицированные состав и формат обязательных данных, передаваемых в составе минимального набора данных о дорожно-транспортном происшествии, единообразные правила установления и завершения двустороннего голосового соединения с лицами, находящимися в кабине транспортного средства и др.).

Сооружения связи - объекты инженерной инфраструктуры (в том числе линейно-кабельные сооружения связи), созданные или приспособленные для размещения средств связи, кабелей связи.

Спутниковая радионавигация (навигация) - метод навигационных определений, заключающийся в решении навигационных задач путем обработки данных, полученных средствами навигации на объектах навигации в результате приема радиосигналов, излучаемых с космических аппаратов.

Средства навигации - технические средства, устройства и системы, предназначенные для формирования навигационных сигналов, передачи, приема, обработки, хранения и визуализации навигационной информации.

Средства связи - технические и программные средства, используемые для формирования, приема, обработки, хранения, передачи, доставки сообщений электросвязи или почтовых отправлений, а также иные технические и программные средства, используемые при оказании услуг связи или обеспечении функционирования сетей связи, включая технические системы и устройства с измерительными функциями.

Телеметрическая информация — совокупность данных о состоянии контролируемого объекта и пройденном пути, передаваемая от бортового навигационно-связного оборудования в диспетчерские пункты и центры.

Телематический сервер (телематическая платформа) — элемент системы диспетчерского управления, предназначенный для сбора, обработки, хранения и маршрутизации мониторинговой информации от абонентских телематических терминалов в диспетчерские пункты и центры, а также обмена технологической информацией между диспетчерскими центрами (пунктами) и абонентскими телематическими терминалами.

Точка доступа - средство коллективного доступа, предназначенное для предоставления неограниченному кругу лиц возможности пользования услугами связи по передаче данных и предоставлению доступа к информационно-телекоммуникационной сети "Интернет" с использованием пользовательского оборудования абонента.

Трафик - нагрузка, создаваемая потоком вызовов, сообщений и сигналов, поступающих на средства связи.

Услуги в сфере навигационной деятельности - деятельность, направленная на удовлетворение потребностей в средствах навигации и их эксплуатации, а также в навигационной информации.

Услуга связи - деятельность по приему, обработке, хранению, передаче, доставке сообщений электросвязи или почтовых отправлений.

Функциональное дополнение (ФД) ГНСС - комплекс технических и программных средств, предназначенный для обеспечения потребителя ГНСС дополнительной информацией, позволяющей повысить точность и достоверность определения его пространственных координат, составляющих вектора скорости движения и поправки показаний часов и гарантирующей целостность ГНСС.

Хайп-цикл Гартнера (Gartner Hype Cycle) – графическое отображение процессов становления и развития технологий и инноваций, используемое для описания и оценки тех или иных тенденций, связанных с возникновением общественного интереса к новым технологическим решениям. S-образная кривая является основой методологии, разработанной американской компанией Gartner, Inc., специализирующейся на исследованиях рынка информационных технологий.

Холодный старт – состояние НАП, при котором системное время, координаты местоположения объекта, на котором установлена аппаратура, альманах ГНСС и эфемериды НКА неизвестны.

Частотно-временное обеспечение ГНСС – комплекс мероприятий по обеспечению подсистемы навигационных космических аппаратов ГНСС информацией о смещении их шкал времени относительно системной шкалы времени ГНСС.

Частотно-временная поправка бортовой шкалы времени навигационного космического аппарата ГНСС – параметр, рассчитываемый на каждом витке орбиты навигационного космического

аппарата ГНСС в виде двух коэффициентов линейной аппроксимации расхождений бортовой шкалы времени навигационного космического аппарата ГНСС относительно системной шкалы времени ГНСС.

Частотное разделение навигационных сигналов ГНСС – способ многоканального доступа к ГНСС, позволяющий осуществлять передачу данных на разных частотах для различения навигационных сигналов от разных навигационных космических аппаратов ГНСС.

Целостность ГНСС – способность глобальной навигационной спутниковой системы за заданный интервал времени и с заданной вероятностью обеспечивать потребителей ГНСС сигналами тревоги о недостоверности навигационных сигналов ГНСС.

Центр управления ГНСС – элемент подсистемы контроля и управления ГНСС, осуществляющий планирование и координацию работы всех технических и программных средств подсистемы контроля и управления ГНСС на основе ежесуточного режима управления навигационными космическими аппаратами ГНСС.

Широкозонная система дифференциальной коррекции и мониторинга ГНСС – функциональное дополнение ГНСС, обеспечивающее потребителей ГНСС дифференциальными поправками для уточнения местоположения и осуществляющее контроль целостности навигационного поля ГНСС на территории площадью в несколько тысяч квадратных километров.

Эксплуатационная (операционная) готовность ГНСС - способность глобальной навигационной спутниковой системы обеспечивать проведение навигационных определений с заданными точностными характеристиками.

Экстренный вызов - действия, предпринимаемые автомобильной системой вызова экстренных оперативных служб по осуществлению телефонного вызова на единый номер "112" с установленным признаком экстренного вызова из транспортного средства.

Электросвязь - любые излучения, передача или прием знаков, сигналов, голосовой информации, письменного текста, изображений, звуков или сообщений любого рода по радиосистеме, проводной, оптической и другим электромагнитным системам.

Электромагнитная совместимость - способность радиоэлектронных средств и (или) высокочастотных устройств функционировать с установленным качеством в окружающей электромагнитной обстановке и не создавать недопустимые радиопомехи другим радиоэлектронным средствам и (или) высокочастотным устройствам.

Эталон единиц времени и частоты ГНСС - аппаратура, установленная в центре управления ГНСС, предназначенная для формирования и хранения системной шкалы времени ГНСС, проведения секундной коррекции системной шкалы времени ГНСС.

Эталон единиц времени и частоты НАП ГНСС - технические средства навигационной аппаратуры потребителя ГНСС, предназначенные для формирования и хранения шкалы времени навигационной аппаратуры потребителя ГНСС.

Эфемеридное обеспечение НКА ГНСС - совокупность технических и программных средств, предназначенная для определения и прогноза параметров движения навигационного космического аппарата ГНСС, а также для «закладки» этих параметров на его борт.

Эфемеридная информация ГНСС - совокупность данных навигационного сообщения ГНСС, получаемая потребителем ГНСС с борта навигационного космического аппарата ГНСС и позволяющая ему определять пространственные координаты, составляющие вектора скорости движения и поправку показаний часов.

Эфемериды НКА ГНСС - система пространственных координат навигационного космического аппарата ГНСС, формируемая в функциональной зависимости от времени; параметры модели движения навигационного космического аппарата ГНСС, передаваемые в эфемеридной

информации, позволяющие потребителю ГНСС вычислять пространственные координаты навигационного космического аппарата ГНСС, составляющие его вектора скорости движения на любой момент времени по шкале времени потребителя ГНСС.

Раздел ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ составлен в соответствии с текущим законодательством РФ и ГОСТ, а также актуальными источниками информации: [1-13, 60].

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ И ОБОЗНАЧЕНИЙ

АС – автомобильная система

АТР – Азиатско-Тихоокеанский регион

БПЛА – беспилотный летательный аппарат

ВВС – военно-воздушные силы

ВКС – воздушно-космические силы

ГИС – геоинформационная система

ГК – государственная корпорация

ГНСС – глобальная навигационная спутниковая система

ГОСТ – государственный стандарт

ГСНО – геосинхронная наклонная орбита

ГСО – геостационарная орбита

ЕС – Европейский Союз

ИАЦ КВНО ЦНИИмаш – Информационно-аналитический центр координатно-временного и навигационного обеспечения при Центральном научно-исследовательском институте машиностроения

ЛИ – летные испытания

ЛСН – локальная система навигации

МО – Министерство обороны

МСЭ – Международным союзом электросвязи

НАП – навигационная аппаратура потребителей

НКА – навигационный космический аппарат

НКУ – наземный комплекс управления

НСС – навигационная спутниковая система

НТИ – национальная технологическая инициатива

МЭМС –микроэлектромеханическая система

ОГ – орбитальная группировка

ПО – программное обеспечение

ПСП – псевдослучайная последовательность

РНС – радионавигационная система

РНСС – региональная навигационная спутниковая система

РФ – Российская Федерация

СБИС – сверхбольшая интегральная микросхема

СвК – система в корпусе

СДКМ – Система Дифференциальной Коррекции и Мониторинга

СКО – средняя круговая орбита

СнК – система на кристалле

США – Соединенные Штаты Америки

ТС – транспортное средство

ФТС РФ – Федеральная таможенная служба Российской Федерации

ЦИ – цифровая информация

ЦУС – центр управления системой

ЭКБ – электронная компонентная база

3GPP – 3rd Generation Partnership Project

ADAS – Advanced Driver Assistance Systems

A-GNSS – Assisted Global Navigation Satellite System

AIS–Automatic Identification System

AltBOC – Alternative Binary Offset Carrier

ASIC – Application-Specific Integrated Circuit

BDS – BeiDou Navigation Satellite System

BiCMOS (БиКМОП) – Bipolar Complementary Metal Oxide Semiconductor

BPSK – Binary Phase Shift Keying

BOC – Binary Offset Carrier

C2C– Centre-to-Centre

C2F–Centre-to- Field

C/A – Coarse/Acquisition (code)

CDMA – Code Division Multiple Access

CENELEC – European Committee for Electrotechnical Standardisation

CEPT – Conférence Européenne des administrations des Postes et Télécommunications

CNSA – China National Space Administration

CS – Commercial Service

CVISN – Commercial Vehicle ITS Infrastructure Deployment

DSRC – Dedicated Short-Range Communications

DT – Drafting Team

EDGE – Enhanced Data rates for GSM Evolution

EFC – Electronic Fee Collection

EGNOS – European Geostationary Navigation Overlay Service

ERTMS – Europen Rail Traffic Management System

ESA – European Space Agency

ETSI – European Telecommunications Standards Institute

F2V– Field-to-Vehicle

FCC – Federal Communications Commission

FDMA – Frequency Division Multiple Access

FHWA – Federal Highway Administration

FMCSA – Federal Motor Carrier Safety Administration

FRA – Federal Railroad Administration

FTA – Federal Transit Administration

GAGAN – GPS-Aided GEO Augmented Navigation

GNSS – Global Navigation Satellite System

GPRS – General Packet Radio Services

GPS – Global Positioning System

GSA – European GNSS Agency

GSC – European GNSS Service Centre

GSM – Global System for Mobile Communications

I2I–Infrastructure -to- Infrastructure

ICG – International Committee on Global Navigation Satellite Systems

IEEE – Institute of Electrical and Electronics Engineers

IMT-2000 – International Mobile Telecommunications

IoT – Internet of Things

IP – Internet Protocol

IPO – Initial Public Offering

IRNSS – Indian Regional Navigation Satellite System

ISO – International Standards Organisation

ISRO – Indian Space Research Organization

ITS JPO – ITS Joint Program Office

ITS SPG – ITS Strategic Planning Group

ITSPAC – ITS Program Advisory Committee

ITU – The International Telecommunications Union

LAA –Location-Aware Applications

LAT – Location-Aware Technology

LBS – Location-Based Services

LRIT–Long-Range Identification and Tracking

LTE – Long-Term Evolution

M2M – Machine to-Machine

MBOC – Multiplexed Binary Offset Carrier

M&A – Mergers and Acquisitions

MSAS – Multi-Functional Satellite Augmentation System

NAVCEN – Coast Guard Navigation Center

NAVIC – NAVigation with Indian Constellation

NAVISP – Navigation Innovation and Support Programme

NB IoT – Narrow Band IoT

NHTSA – National Highway Traffic Safety Administration

OSI – Open systems interconnection basic reference model,

PPS – Precise Positioning Service

PRS – Public Regulated Service

QZSS – Quazi-Zenith Satellite System

RITA – Research and Innovative Technology Administration

RIS – River Information Services

RS – Restricted Service

RSS – Received Signal Strength

RTK –Real Time Kinematic

SEP – System engineering process

SESAR– Single European Sky Air Traffic Management Research

SDO’s – Standard development organizations

SDR – Software-Defined Radio

SIG – Bluetooth Special Interest Group

SPS – Standard Positioning Service

SSN–Safe Sea Network

TAF-TSI–Telematics Applications for Freight

TC – Technical Committee

TMBOC – Time-Multiplexed Binary Offset Carrier

ToA – Time of Arrival

TDoA – Time Difference of Arrival

TRL – Technology Readiness Level

V2V–Vehicle -to- Vehicle

V2I–Vehicle -to- Infrastructure

V2N–Vehicle –to- Application Server

V2P–Vehicle –to –Pedestrian

V2X–Vehicle -to- Everything

VII – Vehicle Infrastructure Integration

VTMIS–Vessel Traffic Monitoring

WAAS – Wide Area Augmentation System

W-CDMA – Wideband Code Division Multiple Access

WG – Working Group

WPA и WPA2 – Wi-Fi Protected Access

ВВЕДЕНИЕ

Особенностью современного навигационного рынка является то, что для большинства потребителей не имеет значения факт использования той или иной технологии позиционирования. Принципиальное значение имеет результат, выражающийся в точности определения координат, а также таких характеристиках как оперативность, доступность и надежность системы, удобство пользования и стоимость предоставляемых услуг. Вместе с тем, в качестве базовой технологии в большинстве приборов высокоточной навигации и позиционирования используется глобальные навигационные спутниковые системы как наиболее доступная, недорогая и отработанная технология, нашедшая применение в огромном количестве приложений.

До недавнего времени высокоточная навигация больше ассоциировалась с технологией, нежели с массовым коммерческим применением. Но ситуация меняется. Мировой опыт применения высокоточной навигации показывает востребованность этих технологий и возможность коммерциализации моделей для решения задач высокоточного позиционирования. Сфера применения систем высокоточной навигации и позиционирования постоянно расширяется, появляются все новые группы потребителей, требования которых к навигационным системам также неуклонно возрастают.

Данное аналитическое исследование рынка проводится в рамках развития НТИ «Автонет», а именно в соответствии с п. 1.2 и 1.4 Программы инфраструктурного центра по развитию отдельного направления Национальной технологической инициативы (в редакции № 2 с учетом запроса на изменение программы Инфраструктурного центра по развитию направления Национальной технологической инициативы «Автонет» от 01.10.2019 г. № 1) и ставит своей целью изучение состояния и перспектив рынка навигационных продуктов и услуг, оценку влияния на развитие российского и международного рынка «Автонет».

Исходя из поставленной цели исследования, были определены следующие задачи:

1. определение терминологии навигационных продуктов и услуг;
2. выявление основных областей использования навигационных продуктов и услуг;
3. анализ ключевых технологий, существующих на рынке навигационных продуктов и услуг;
4. оценка международного и национального рынка навигационных продуктов и услуг;
5. оценка глобальных тенденций, оказывающих влияние на развитие международного и национального рынка навигационных продуктов и услуг;
6. анализ деятельности компаний, занимающих лидирующие позиции на мировом и российском рынке навигационных продуктов и услуг.

Актуальность выполненного исследования определяется необходимостью сбора, накопления и систематизации сведений в интересах информационного обеспечения процесса актуализации «дорожной карты» НТИ «Автонет» в рамках реализации мероприятий, предусмотренных п. 5.4 Плана реализации «дорожной карты» Национальной технологической инициативы «Автонет».

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ

Выводы к Главе 1:

«Текущее состояние и тенденции развития систем высокоточной навигации»

1. Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС) являются основой средств координатно-временного и навигационного обеспечения по причине их преимуществ в решении навигационных задач за счет высокой точности определения координат и времени, оперативности, дешевизны и малых габаритов энергопотребления аппаратуры потребителей. Технологии спутниковой навигации, помимо традиционных военных применений, прочно вошли в повседневный быт и используются практически во всех отраслях экономики. Существенная зависимость критической инфраструктуры от работоспособности ГНСС, учитывая уязвимость этих систем, вызывает необходимость, как совершенствования самих систем спутниковой навигации и аппаратуры потребителя, так и поиск новых, альтернативных источников навигационной информации.
2. Функциональные дополнения (ФД) ГНСС предоставляют потребителям дополнительную информацию, позволяющую повысить точность и достоверность определения пространственных координат, скорости движения и времени. Все существующие виды ФД ГНСС взаимно дополняются для обеспечения выполнения требований всех потребителей по точности, целостности, доступности навигационного обеспечения.
3. К дальнейшим направлениям совершенствования ГНСС можно отнести: повышение доступности и точности навигационных определений; повышение надежности и срока службы аппаратуры и улучшение целостности системы; улучшение совместимости с другими радиотехническими системами; улучшение сервиса, предоставляемого пользователям. В целях улучшения работы ФД ГНСС необходимо

принимать новые стандарты, улучшать нормативную базу и разрабатывать конструкторскую документацию на соответствующее оборудование.

4. Существует множество технологий локального позиционирования. Наиболее популярными при этом являются беспроводные технологии. Во многих случаях беспроводные технологии имеют общие методы оценки параметров позиции, такие как уровень принимаемого сигнала (RSS), время его приема (TOA), разница во времени приема (TDOA), угол приема (AOA) и др. Тем не менее, точность окончательного определения местоположения зависит от различных аспектов, но, в частности, она тесно связана с форматом сигнала, диапазоном и свойствами его распространения в беспроводных технологиях, используемых в системах позиционирования.
5. Основными трендами локального позиционирования являются: улучшение потребительских характеристик систем локального позиционирования в реальном режиме времени в рамках существующих технологий; популяризация и расширение спектра услуг предоставляемых системами локального позиционирования в режиме реального времени; решение проблемы электромагнитной совместимости с другими радиоэлектронными средствами, функционирующими в подобном частотном диапазоне; создание систем локального позиционирования на базе принципиально новых технологий; поиск путей увеличения экономической эффективности бизнес-проектов, зависящих от позиционирования продукции в пространстве и времени.
6. В настоящее время наблюдается сильное сближение технологий за счет интеграции навигационных и коммуникационных устройств, приложений и услуг. Передним краем беспроводного позиционирования является гибридизация спутниковых и наземных систем на базе концепции бесшовного позиционирования, которая использует наземные сотовые сети для повышения точности навигационного приемника.

Выводы к Главе 2:
«Перспективы развития аппаратуры потребителей»

1. Первостепенное значение для массового потребителя НАП ГНСС имеют такие характеристики как: доступность, точность, продолжительность непрерывной работы, время захвата сигнала, энергопотребление и возможность работы в помещениях. Основой НАП является навигационный модуль, выполненный на чипсете.
2. Наряду с решением исключительно навигационных задач, возможности НАП ГНСС широко используются в системах точного времени, связи, геодезии, картографии, метеорологии, на транспорте, в управлении городским хозяйством, строительстве, сельскохозяйственной деятельности, при проведении поисково-спасательных работ, для туризма и путешествий.
3. Модемы различаются по многим характеристикам: поддерживаемые стандарты передачи данных; количество каналов передачи данных; требования к источнику питания; скорость передачи данных и т.д. Основой модема является модуль связи, функционирующий в зависимости от выбранной технологии беспроводной передачи данных.
4. К областям применения модемов относят: для систем передачи цифровой информации; для систем радиотелеметрии и телеуправления; для систем радиосигнализации, мониторинга и охраны.
5. На сегодняшний день наблюдается сильное сближение технологий за счет интеграции навигационных и коммуникационных устройств. Многие модели навигационных устройств имеют встроенный GSM-модем. На этом фоне все большую популярность набирает разработка навигационно-связной аппаратуры потребителей. Самый массовый навигационно-связной прибор на российском рынке — это терминал «ЭРА-ГЛОНАСС».
6. Современной тенденцией развития OEM-модулей является обеспечение мультисистемности, заключающейся в возможности приема сигналов от всех доступных спутников по принципу «all in view», и автономности, достигаемой за счет использования гибридных и альтернативных

технологий высокоточного позиционирования. К немаловажным долгосрочным трендам развития OEM-модулей также можно отнести: миниатюризацию чипсетов, снижение энергопотребления, повышение помехозащищенности, использование новых алгоритмов обработки данных.

Выводы к Главе 4: «Состояние и перспективы развития мирового рынка OEM-модулей»

1. Мировой рынок OEM-модулей формируется на стыке ключевых высокотехнологичных отраслей и инновационных технологий, что обуславливает опережающее развитие данного рынка.
2. Сфера применения систем OEM-модулей постоянно расширяется, появляются все новые группы потребителей, требования которых к навигационной аппаратуре также неуклонно возрастают.
3. В долгосрочной перспективе опережающими темпами будет развиваться субрынок «добавленных» услуг, драйвером роста которого станет более широкое распространение коммерческих сервисов и приложений. Объем рынка услуг составит 166 млрд. евро в 2029 г., в то время как объем рынка устройств и сервисов, привязанных к определению местоположения, составит порядка 80 млрд. евро.
4. Лидирующие позиции на мировом рынке OEM-модулей традиционно занимают компании, представляющие США, страны ЕС, Корею и Японию. В массовом сегменте к ним добавляются многочисленные китайские производители. Ежегодные темпы роста продаж OEM-модулей в Азиатско-тихоокеанском регионе (АТР) составят не менее 11% к 2029 г.
5. Устойчивой тенденцией мирового рынка чипов в течение последних 10 лет является смещение центра производства в страны АТР. В ближайшие 5 лет флагманские позиции в отрасли микроэлектроники сохранят за собой Китай, Малайзия, Тайвань, Сингапур, Южная Корея.

6. Наиболее востребованными с коммерческой точки зрения сферами применения OEM-модулей в ближайшие годы будут оставаться персональная навигация (38,3%) и навигация автомобилей (55%), а также разрабатываемые на основе современных навигационных технологий системы и комплексы, предназначенные для повышения безопасности на транспорте (в том числе, беспилотные летательные аппараты).
7. В то время как мобильные устройства и автомобильные навигационные системы в перспективе будут оставаться наиболее массовыми сегментами мирового рынка OEM-модулей, прогнозируется дальнейшее развитие таких областей применения как геодезия и картография, навигация на море, а также системы управления сельскохозяйственной техникой.
8. Крупнейшими потребителями чипов являются производители мобильных устройств и провайдеры сервисов на базе определения местоположения.
9. Ведущими производителями OEM-модулей являются INTEL, SAMSUNG, TSMC, SK HYNIX, MICRON. В 2018 г. данные компании формировали 80% выручки мировой микроэлектронной отрасли.

Выводы к Главе 5:

"Состояние и перспективы развития мирового рынка навигационных продуктов и услуг"

По прогнозам Allied Market Research [153], среднегодовые темпы прироста объемов рынка коммерческой телематики в период с 2014 по 2020 гг. ожидаются на уровне 18,4%. К концу 2020 года его объём достигнет $49,1 млрд. Сегмент aftermarket (установка телематического оборудования после приобретения автомобиля) продолжит оставаться самым большим генератором дохода, принося более чем 50% совокупной прибыли до конца 2020 года.

Согласно отчетам о рынке управления автомобильным трафиком, нас ждет рост этого сегмента с 26,7 млрд долларов США в 2018 г. до 50,7 млрд

долларов США в 2023 г., при этом CAGR (показатель совокупного среднегодового темпа роста) составит 13,7% в течение всего прогнозируемого периода [262].

Основными драйверами роста рынка управления транспортным трафиком, согласно исследованиям Marketsandmarkets, являются стремительный рост населения и гиперурбанизация в развивающихся странах, а также инициативы государства, касающиеся управления автомобильными потоками, в рамках концепции «Умный город» [262].

Аналитики Reportlinker оценили объём мирового рынка систем управления автопарком в $85,4 млрд к 2024 году. Среднегодовые темпы прироста рынка (CAGR) аналитики оценили в 19,4% [242]. К 2025 году объем рынка достигнут лишь $16,86, следует из отчета Grand View Research. Показатель CAGR в период с 2018 по 2024 гг составит 20,8% [243]. Ключевыми игроками рынка являются Verizon Communications, AT&T, Ford Motor Company, BMW, Robert Bosch, Valeo, Harman International Industries, Vodafone Group, Telefonica и Continental.

По прогнозу компании MarketsandMarkets™, рынок систем Indoor-навигации твырастет с $7,1 млрд в 2017 году до $ 41,0 млрд к 2022 году при совокупном годовом темпе роста (CAGR) 42,0% в течение прогнозируемого периода. Растущее внедрение подключенных устройств и растущий спрос на технологию внутреннего размещения для повышения эффективности процессов бережливой автоматизации и робототехники стимулируют рост рынка по всему миру [168]. Основными поставщиками на рынке систем локального позиционирования являются Apple (США), Broadcom (США), Cisco Systems (США), Ericsson (Швеция), GeoMoby (Австралия), Google (США), Micello (США), Microsoft (США), Qualcomm (США), Senion (Швеция), STMicroelectronics (Швейцария) и Zebra Technologies (США). Эти игроки применяют различные стратегии, такие как запуск новых

продуктов, приобретения и партнерства, для удовлетворения потребностей на рынке.

Согласно исследованию Goldman Sachs, к 2025 году объем рынка VR-видеоигр может достигнуть $11,6 миллиардов. Число геймеров должно вырасти к 2025 году до 216 миллионов.

По данным IDC, рынок AR/VR-устройств к 2022 году увеличится в 7 раз. Количество поставляемых AR/VR-устройств в мировом масштабе увеличится с 8,9 млн (это количество устройств на середину 2018 года) до 65,9 млн к 2022 году.

Ведущие мировые студии уже включились в разработку игр специально для устройств виртуальной реальности. Среди них Insomniac Games, Ubisoft, CCP, Gunfire games, 4A Games, Carbon Games, Climax, Harmonix, High Voltage Software, Ready at Dawn, Otherworld Interactive, Square Enix, Thotwise и другие.

По итогам 2018 г. совокупный объем рынка дополненной реальности в мире составлял 11 млрд долл., к 2023 г. предполагается, что он увеличится минимум до 65 млрд долл., причем если в настоящее время наибольшая доля в структуре потребления приходится на потребительские товары, то драйвером роста в будущем может стать сегмент промышленности и услуг.

По оценкам Morgan Stanley к 2030 г. использование каршеринга, включая сервисы типа Uber превысит 25%. При этом за этот период суммарная продолжительность поездок вырастет в три раза на рынке Китая, на треть вырастет в США и практически не изменится в Европе. Мировой объем рынка к 2025 г. составит $7 млрд

По оценкам PricewaterhouseCoopers, до 2025 года глобальный рынок шеринговых услуг будет расти в среднем на 30% ежегодно и достигнет $335 млрд. За последние 10 лет шеринговые компании достигли значительного успеха, пройдя путь от стартапов до многомиллиардных компаний. В 2019 году одни из крупнейших представителей сектора, Uber и Lyft, вышли на IPO, предоставив возможность каждому инвестировать в быстрорастущую

шеринговую экономику [221]. Крупнейшими компаниями в данной сфере являются Uber, Lyft, Turo, Zipments, Post Mates, MyWay, Shippies.

Согласно аналитическому исследованию компании Transparency Market Research рынок цифровых карт достигнет значения $ 30,614 миллиардов к 2026 году от $ 8,043 млн в 2017 году, годовой рост в среднем составит CAGR 16,2%. Навигационные карты (Outdoor Applications) в общем объеме цифровых электронных карт занимают не менее 70% (экспертная оценка)

Согласно отчета P&S Market Research глобальный рынок ГИС, как ожидается, достигнет 17,5 млрд долл. к 2023 г., что соответствует ежегодному приросту (CAGR) 10.2% в период 2018–2023гг. (объем рынка ГИС составлял $9,83 млрд долл. В 2017году).

Согласно данным агентства P&S Market Research, мировой рынок ГИС (геоинформационных систем) вырастет с $7,6 млрд в 2014 году до $14,6 млрд в 2020 году, при этом показатель CAGR будет составлять около 11,4%. Кроме того, аналитики отмечают, что значительная доля мирового рынка ГИС приходится на госсектор: уже по итогам 2014 года она составила 28,3%. Основными факторами, которые будут способствовать росту рынка до 2020 года, являются урбанизация и развитие рынка коммерческих ГИС в развивающихся странах. В частности, определенный спрос формируется за счет развития так называемых «умных городов» в Китае, Индии и странах Юго-Восточной Азии. По данным аналитиков мировой рынок ГИС вырастет практически в 2 раза - с $7,2 млрд в 2015 году до $14,2 млрд к 2020 году. Совокупные темпы годового роста составят 14,5%. Российский рынок по темпам роста ненамного отстает от мирового — по оценкам специалистов в среднем ежегодно он растет на 10–15%. [24].

Выводы к Главе 6:
«Состояние и перспективы развития российского рынка OEM-модулей»

1. Доля России на мировом рынке навигационной аппаратуры и услуг незначительна и составляет не более 1%. По итогам мониторинга базы данных ФТС РФ, выявлено, что импорт OEM-модулей во много раз превышал экспорт. Из этого можно сделать вывод, что российский рынок полностью зависит от зарубежных поставок. Общей проблемой российского производства OEM-модулей является слабость электронно-компонентной базы. Россия пока не в силах отказаться от использования импортных компонентов, так как это повлечет за собой значительное снижение характеристик выпускаемых модулей.
2. Основным поставщиком OEM-модулей в Россию является Сингапур. На долю компаний-производителей, представляющих данную страну, в 2017 г. приходилось более 80% всей поставляемой продукции. Основным заказчиком продукции российского производства в 2017 г. было Министерство обороны Алжира. На первом месте по поставкам OEM-модулей из России оказалась компания ООО «ИРЗ-СВЯЗЬ», на долю которой пришлось более половины экспортируемых модулей.
3. В структуре импортных поставок НАП ГНСС на территорию РФ в 2017 г. преобладали встраиваемые автомобильные навигаторы (более 50%). Объем поставок OEM-модулей в количественном выражении занимал второе по значимости место в импорте страны (17%). Существенную долю экспортируемой НАП в стоимостном выражении составляет аппаратура авиационного применения. В 2017 г. доля НАП авиационного применения составляла 85%. Экспортные поставки OEM-модулей не носят стабильного характера. В количественном отношении наибольшую долю в структуре российского экспорта в 2017 г. занимала автомобильная аппаратура. На поставки OEM-модулей из России приходится всего 3%.

4. К ведущим российским компаниям-производителям OEM-модулей относятся: АО «НИИМА «Прогресс», ООО ДЦ «ГеоСтар Навигация», АО «РИРВ», АО «ИРЗ», АО «НАВИС-Групп». Анализ деятельности компаний выявил, что большая часть заказов поступает от государственных заказчиков, из чего следует, что расширение производства гражданской продукции движется достаточно медленно. Также можно отметить, что проблемы отечественной индустрии состоят не в потере компетенций разработчиками OEM-модулей, а в том, что при отсутствии серийного производства важнейших микроэлектронных компонентов у нас в стране российская продукция на выходе получается ощутимо дороже зарубежных аналогов.
5. На основании проведенного анализа российских компаний на мировом рынке «Автонет» в сегменте «OEM-модулей» можно сделать вывод, что их доля весьма незначительна и не превышает 1%. Тем не менее, они являются постоянными членами мероприятий «Автонет», посвященных ключевым вопросам развития микроэлектроники в России.

Выводы к Главе7:
" Состояние и перспективы развития российского рынка навигационных продуктов и услуг"

Рынок телематических транспортных и интеллектуальных систем в настоящее время в России развивается чрезвычайно быстро.

По данным исследования Berg Insight [255], количество активного оборудования систем управления в коммерческих автопарках России (СНГ) и Восточной Европы по итогам 2015 года составило 4,2 млн единиц.

В конце 2018 года в SIM-картах (или в единицах устройств) рынок транспортной телематики России Алексей Смятских, генеральный директор навигационного холдинга СпейсТим, оценивал в 200-220 тыс. штук.

По итогам 2018 года суммарная выручка крупнейших поставщиков ИТ для транспортных компаний составила 29,6 млрд рублей. Это на 7,2% меньше, чем в 2017 г. Основная причина – сложная ситуация в таких крупных компаниях как Luxoft и «Техносерв». Эти компании в текущем году не принимают участие в рейтингах. Luxoft, ранее занимавший в нем 1 место, в начале 2019 г. был продан группой IBS американской компании DXC Technology за $2 млрд [195]. «Техносерв» еще не успел оправиться от возникших проблем [272].

На середину 2019 года лидером в сфере IT для транспортных компаний безусловно является компания Крок (₽3,4 млрд) [227] – компания активно работает на рынке информатизации транспортной отрасли и в конце 2018 г. объявила о начале сотрудничества с «Группой Т-1» в области цифровизации транспортных систем регионов. На втором месте «Рамакс групп» (₽3,2 млрд) [266], которая реализована несколько крупных проектов для «Аэрофлота», авиакомпании «Россия» и Санкт-Петербургского метрополитена. На третьем месте акционерное общество ГЛОНАСС (₽2,5 млрд) [201]. ГЛОНАСС является оператором системы помощи на дорогах «ЭРА-ГЛОНАСС», а также активно развивает дополнительные сервисы. На четвертом месте – BIA-Technologies (₽2 млрд) [187], которая реализовала целый ряд проектов для компаний «Деловые Линии» и «Газпромнефть-Региональные продажи». Пятое место занимает «ЗащитаИнфоТранс» (₽1,99 млрд) [277], выполняющая целый ряд проектов по заказу Министерства транспорта РФ.

Вышеуказанные заказчики позволили BIA-Technologies увеличить выручку от проектов для транспортных компаний в 2018 г. более чем в 2 раза и стать лидером роста среди компаний первой десятки. На 73% больше в 2018 г. заработал в транспортном сегменте «Программный продукт» (общее 6 место в списке) – компания активно сотрудничает с Правительством Москвы, Центральной пригородной пассажирской компанией и Московским метрополитеном. А абсолютным лидером по темпам роста (почти на 240%)

стал поставщик компьютерной техники Philax [197], клиентами которого являются «Автодор», ОАО «РЖД» и другие крупные компании. За ним идут еще один поставщик техники - OFTGroup (120%) [196] – в числе его клиентов такие крупные компании, как аэропорты «Внуково», «Домодедово», «Шереметьево», а также РЖД, Мострансавто и Московский метрополитен, и «Компарекс» [245] (SoftwareONE) с показателем 111% – в 2018 г. компания реализована целый ряд крупных проектов, в частности выиграла конкурс на поставку пакета офисных приложений «МойОфис Стандартный» для «Аэрофлота».

По данным компании Ptolemus Consulting Group Россия за 2017 – 2019 годы вошла в 10-ку крупнейших стран по количеству программ умного страхования. Сейчас в стране работает шесть телематических страховых программ от различных страховых компаний. По данным компании, рынок умного страхования в России к 2020 году составит 4,1 трлн рублей.

По данным ведущих консалтинговых компаний драйвером роста российского рынка систем управления автопарком, скорее всего, станут госпроекты [228].

Аналитики iKS-Consulting сообщают, что 45% всех M2M SIM-карт применяется в транспортной отрасли. В России более 25 тыс. единиц грузовиков, оснащенных телематическими OEM-терминалами. На рынке систем мониторинга и управления транспортом лидируют Volvo Truck (Dynafleet) и Scania (Fleet Management System) [191]. По итогам 2018 г. объем основных сегментов рынка мониторинга транспортом составил около 14,9 млрд руб. и вырос на 8,5% по сравнению с данными 2017 г. (13,7 млрд руб.). Структура рынка: 10,5 млрд руб. приходится на доходы от абонентской базы платформ для мониторинга транспорта, по 2,1 млрд руб. – на сегменты терминалов и датчиков уровня топлива.

Доля доходов от абонентской базы ПО составляет более 70% рынка мониторинга транспорта. Лидерами по приросту абонентской базы стали

российская платформа Omnicomm Online/Omnicomm (+27% по сравнению с 2017 г.), Wialon/Gurtam (+14%) и «Автограф/техноком» (+7%). В сегменте терминалов для мониторинга транспорта (15% рынка) лидерами являются Omnicomm (25%), «Навтелеком» (19%), который предлагает оборудование в бюджетном ценовом сегменте, и «Техноком» (17%). В сегменте датчиков топлива (также 15%) лидирующие позиции удерживают Omnicomm (37%), «Техноком» (16%) и «Эскорт» (16%) [218]. Средняя стоимость абонплаты для клиента составила 408 рублей.

В России собственные приложения «Indoor-навигации» есть у питерского РИО «Словацкий дом», московских «Афимола», «Авиапарка». В России рынок пока развивается на уровне пилотных проектов.

В целом по рынку систем повышения точности навигации основными секторами потребления услуг являются госдарственные и социальные структуры (19,5%), транспорт (18,5%), строительство и промышленность строительных материалов (10,2%), машиностроение и приборостроение (5,7%), нефтяная промышленность (5,5%) и сельское хозяйство (5,2%) [58].

Основными игроками на рынке являются Российские космические системы, КБ Навис, Навгеоком, Геонавигация

Объем российского рынка VR устройств, ПО и контента к концу 2016 г. оценивался в 1,2 млрд. руб. Объем рынка VR-решений для бизнеса – 348 млн. руб. Количество проданных VR-единиц в 2016 г. составило 560 тыс., а к середине 2020 г. показатель вырастет до 5,41 млн. Объем российского рынка корпоративных клиентов к середине 2020 г. составит 7,5 млрд. долл. При этом рынок оборудования снизит темпы роста, передав пальму первенства услугам и ПО.

Наибольшее развитие каршеринг получил в Москве Столичное правительство по итогам 2018 года оценивало московский парк каршеринга в 15 тыс. автомобилей [280]. К концу 2018 г. число игроков каршеринга в Москве достигло 15-ти, что, согласно международному опыту, может

восприниматься как избыточное количество. Количество поездок на каршеринговых автомобилях в Москве составило почти 25 млн. в 2018, подсчитали в Российской ассоциации электронных коммуниуаций (за 1 рабочий день москвичи совершают 65 000 поездок на каршеринге). [274] В ближайшие годы консолидация игроков видится закономерным развитием каршеринга столицы. За пределами Москвы каршеринг пока не получил широкого распространения. На конец III квартала 2018 года размер совокупного парка по городам России превысил 18 тыс. [280]. Ключевыми операторами на рынке являются Яндекс.Драйв, BelkaCar, Делимобиль и Mail.ru Group с сервисом YouDrive.

Сегодня Россия является крупнейшим рынком карпулинга в Европе: российское сообщество насчитывает 16 млн человек. Ежедневно карпулингом пользуются около 100 тыс. россиян.

Выводы к Главе 8: «Оценка влияния рынка OEM-модулей на развитие российского и международного рынка «Автонет»»

1. Автомобильный сегмент НАП ГНСС, хотя и уступил лидерские позиции мобильным устройствам, тем не менее, является вторым по величине и одним из наиболее стабильно растущих сегментов аппаратуры потребителей. По итогам 2019 г. суммарный объем поставок НАП ГНСС автомобильного применения составил около 100 млн. ед. В структуре сегмента автомобильной навигации наибольший объем продаж составляли встроенные автомобильные навигационные системы. Наиболее динамичный рост показателей приходится на системы eCall и устройства страховой телематики. Основными производителями чипов для автомобильной навигации являются такие компании, как Broadcom, Mediatek, Qualcomm, ST Microelectronics.

2. С ростом зарегистрированных в России автомобилей растет число устанавливаемых терминалов системы «ЭРА-ГЛОНАСС». Следует ожидать продолжения роста показателей по причине вступления в действие ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств» в части обязательного оснащения всех легковых автомобилей, производимых и продаваемых на территории РФ, устройствами «ЭРА-ГЛОНАСС» с 1 января 2017 г.
3. На текущий момент на российском рынке «Автонет» себя зарекомендовали лишь две компании, изготавливающие как OEM-модули, так и базовый чипсет для них. Такими компаниями являются ООО ДК «ГеоСтар навигация» и АО «НАВИС-Групп», чьи модули серии «Геос-3» и NV-08, успешно прошедшие сравнительные испытания, позволяют обеспечить высокоточную навигацию в режиме RTK. Сегодня на российском рынке «Автонет» готовится к внедрению новый навигационный модуль PRO-04, созданный АО «НИИМА «Прогресс». По своим техническим характеристикам и габаритам ПРО-04 может конкурировать с модулями ГЛОНАСС/GPS/Galileo ведущих зарубежных компаний. При этом необходимо отметить, что ни один из импортных модулей не работает удовлетворительно в режиме «Only GLONASS» в терминалах «ЭРА-ГЛОНАСС» в отличие от ПРО-04. Исходя из этого, он имеет неоспоримые преимущества перед импортными модулями и может быть использован в таких массовых приборах, как тахографы, устройства взимания платы в системе «ПЛАТОН» и терминалы «ЭРА-ГЛОНАСС».
4. Доминирование иностранных производителей на российском рынке OEM-модулей во многом девальвирует усилия по созданию собственной НАП ГНСС, поэтому государству необходимо усилить поддержку отечественных производителей, направленную на увеличение выпуска продукции с высокой степенью локализации на российском рынке.
5. Значительное влияние на международный и российский рынок "Автонет" будет оказывать внедрение современных телематических сервисов и

технологий, включая «умный» автомобиль. К перспективным сценариям дальнейшего развития автомобильной навигации специалисты относят внедрение систем автономного вождения. Такая система, являющаяся комбинацией новейших навигационно-информационных технологий, в частности технологий 5G, и сенсорных датчиков, будет логичным продолжением концепции "connected car". С точки зрения OEM-модулей обязательным требованием к системе будет работа в режиме all in view – по всем видимым созвездиям спутников.

Выводы к Главе 9:

" Оценка влияния рынка навигационных продуктов и услуг на развитие российского и международного рынка «Автонет»

Эксперты считают, что в ближайшие годы число крупных ИТ-проектов на транспорте должно увеличиться. Можно надеяться, что они перестанут быть прерогативой крупнейших заказчиков. Со своей стороны, государство намерено всерьез заняться правовым и техническим регулированием, стандартизацией и внедрением в отрасли «сквозных технологий».

Кроме того, после принятия национального проекта «Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» [146] и формирования системы управления его реализацией [148] будет увеличиваться объем и сложность государственных задач, стоящих перед отраслью: развитие транзитного потенциала страны, повышение связанности регионов и др. Со стороны бизнеса уже формируются множество значимых сервисов. Это электронная цифровая накладная, «умная дорога», обеспечение безопасности на транспорте, цифровые сервисы для пассажирских и грузоперевозок, электронная пломба и декларирование грузов, сопутствующие услуги».

Самым перспективным направлением для является формирование интегрированной системы общественного транспорта в России, которая позволяла бы создать единую систему постройки оптимального маршрута поездки на общественном транспорте из точки А в точку Б с автоматической

корректировкой маршрута в зависимости от предпочтений клиента. Данная система должна устанавливаться на любой смартфон, телефон и стационарное устройство на каждой крупной станции общественного транспорта, позволять приобретать любые билеты on-line. Создать в настоящее время подобную систему без поддержки со стороны государства невозможно, поэтому государственные корпорации, обладающие подобной поддержкой, находятся в привилегированном положении.

В настоящее время безусловным лидером в этой области является Москва, которая к 2021 году планирует перейти на единую билетную платформу московского транспорта. Однако необходимо создать систему, которую можно было бы сначала предложить регионам, а потом и Правительству Российской Федерации.

Среди продуктов для коммерческого использования можно выделить следующие:

1. Развитие логистических сервисов для коммерческих клиентов. Это, в первую очередь, уберизация перевозок, составление оптимального маршрута следования, предиктивный анализ износа ТС, расход топлива и т.д. Для государственных заказчиков это интеллектуальные сервисы по контролю исполнения договоров, а для частных пользователей— развитие сервисов connected car (получение информации об автомобиле удаленно, управление некоторыми его функциями со смартфона) и сервисов для снижения стоимости владения автомобилем (предиктивный анализ износа ТС, «умное» страхование).

2. Беспилотный транспорт. Его разработка – абсолютный мировой тренд. Объем рынка технологий автономного вождения в ближайшие 10-20 лет по разным оценкам составит около $560 млрд. Отечественный автомобиль с такой системой безусловно получит серьёзную поддержку со стороны правительства Российской Федерации.

3. Ещё одним важным направлением является развитие и совершенствование спутниковой группировки системы ГЛОНАСС. Чем более

точным будет определение местонахождение объекта, тем большее количество дополнительных услуг можно будет «привязать» к технологической платформе

Чрезвычайно перспективным является участие в проектах ОАО «РЖД» по созданию мультимодальных грузовой и пассажирской платформ. Фактически, данные платформы могут стать базой для предоставления широкого спектра дополнительных услуг. Исследования автора отчёта совместно с рядом учёных МИИТ показали, что впоследствии на базе грузовой платформы может быть сформирована синхромодальная платформа с огромным потенциалом развития.

МЕТОДОЛОГИЯ

В ходе проведения исследовательской работы на тему: «Исследование состояния и перспектив развития рынка навигационных, связных и навигационно-связных модулей, оценка влияния на развитие российского и международного рынка «Автонет»:

1. Были проанализированы следующие источники информации:
    - материалы исследований крупнейших консалтинговых компаний,
    - специализированные обзоры компаний, занимающихся маркетинговыми исследованиями,
    - аналитические и деловые статьи, опубликованные в ведущих зарубежных и отечественных изданиях,
    - научные статьи, опубликованные в ведущих зарубежных и отечественных изданиях,
    - фундаментальные научные труды и монографии зарубежных и российских ученых,
    - учебные пособия, курсы лекций, раздаточные материалы, выпущенные ведущими зарубежными и российскими высшими учебными заведениями.
    - презентационные материалы отраслевых форумов / конференций / семинаров,
    - статистические данные, предоставляемые профильными ведомствами / институтами / агентствами,
    - годовые отчёты компаний,
    - другие источники.
2. Были сделаны следующие допущения:
    - в силу того обстоятельства, что навигационные, связные и навигационно-связные модули выполняют различные функции, а также имеют разные сферы применения, не позволяющие объединить их в один рынок, в настоящей исследовательской работе на этапе

выявления современных тенденций и перспектив развития навигационных, связных и навигационно-связных модулей предлагается ввести обобщающий термин «OEM-модуль», включающий любой тип модуля и входящие в него микросхемы. При этом сам OEM-модуль является частью НАП ГНСС.

- по причине отсутствия достаточного объема информации, соответствующей мировому и российскому рынку OEM-модулей, современные тенденции и перспективы развития анализируются исходя из сведений о мировом и российском рынке микроэлектроники.

3. Были использованы следующие вспомогательные методологии:
   - при определении технологических индикаторов рынка OEM-модулей был использован подход компании Gartner, специализирующейся на исследованиях рынка информационных технологий, а также информация, содержащаяся в базах данных CrunchBase и AngelList.
   - при определении современных тенденций и перспектив развития рынка OEM-модулей, а также его влияния на развитие международного рынка «Автонет» была использована методология Европейского агентства по ГНСС (GSA), специализирующегося на исследованиях глобального навигационного рынка.
   - при определении современных тенденций и перспектив развития российского рынка OEM-модулей, а также его влияния на развитие российского рынка «Автонет» была использована методология АО «НТЦ «Интернавигация», специализирующегося на исследованиях российского рынка высокоточной навигации, а также база данных ФТС РФ.

ГЛАВА 1. Текущее состояние и тенденции развития систем высокоточной навигации

В настоящее время существует немало средств, позволяющих решать задачу определения местоположения в пространстве того или иного физического объекта. Использование систем позиционирования людей и материальных объектов – одно из актуальных направлений совершенствования технологических и бизнес-процессов в самых разных отраслях деятельности. Основные различия существующих сегодня систем заключаются в масштабах территорий, на которых возможна их работа, в точности, с которой происходит определение местоположения, необходимых для обеспечения работы системы ресурсах [16].

Все системы позиционирования можно разделить на три класса: глобальные, локальные и гибридные системы позиционирования. Ниже рассмотрим каждую из систем позиционирования и определим в них место навигационных, связных и навигационно-связных модулей.

1.1 Развитие глобальных и региональных навигационных спутниковых систем и функциональных дополнений

Специально для целей навигации, в частности позиционирования, широко используются глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС), созданные для определения координатного поля на поверхности Земли, благодаря которому появляется возможность определять местоположение в практически любой точке земного шара. ГНСС представляют собой комплекс из программно-аппаратных компонентов, состоящих из космического, наземного и пользовательского сегментов.

Космический сегмент состоит из навигационных космических аппаратов (НКА), являющихся совокупностью источников радиосигналов, передающих данные о своём местоположении в один момент времени. При этом, каждый аппарат несёт в себе набор информации об орбитах других

спутников и их состоянии, передавая весь массив, называемый «Альманах» пользователю, тем самым обеспечивая возможность грубого прогнозирования движения спутников. Итоговое положение приёмного оборудования вычисляется на основании полученных данных от нескольких спутников и их местоположения относительно друг друга. Контроль за нахождением космических аппаратов в необходимых позициях ведёт наземный сегмент ГНСС.

В состав наземного сегмента входят космодром, командно-измерительный комплекс и центр управления. Космодром обеспечивает вывод спутников на требуемые орбиты при первоначальном развертывании навигационной системы, а также периодическое восполнение спутников по мере их выхода из строя или выработки ресурса. За управлением и контролем НКА отвечает командно-измерительный комплекс, необходимый для обеспечения точного позиционирования спутников на орбитах и корректировки, в случаях сбоя системы. Центр управления – последнее подразделение наземного сегмента, является координатором элементов спутниковой системы навигации, связующее звено между космодромом и командно-измерительным комплексом, выполняющим непосредственное управление и исполнение задач сегмента.

Пользовательский сегмент представлен аппаратурой потребителей, необходимой для приёма сигналов со спутников, определения параметров навигации и выполнения измерений. Кроме антенн и приёмного оборудования используются специализированные чипы для заданных вычислений. Поддержание функционирования системы обеспечивается оперированием различных данных, не только высокоточных об используемых системах времени и координат, но также и данными о параметрах вращения Земли, её гравитационном поле, моделях атмосферы, фундаментальных эфемерид (таблица предвычисленных положений небесных объектов, рассчитанная для нескольких последовательных моментов времени) Луны и других планет.

Принцип работы ГНСС основан на измерении расстояния от антенны приёмного оборудования до спутников: скорость распространения радиоволн принимается за константу, когда вычисления происходят благодаря разности во времени между отправкой и приёмом сигнала. Для этого выполняется синхронизация между приёмником и спутниками благодаря использованию дополнительной информации, передаваемой в информационном сообщении, а также использованию большего числа спутников, для увеличения точности позиционирования. Рекомендуемым минимумом для трёхмерного позиционирования (с определением высоты над уровнем земной поверхности) является четыре спутниковых аппарата, два из которых определяют координаты по ширине и долготе, третий проводит корректировку относительно высоты, когда четвёртый является синхронизирующим по текущему времени и исключающим возможные погрешности. На Рис. 1 представлен вариант работы трёх аппаратов.

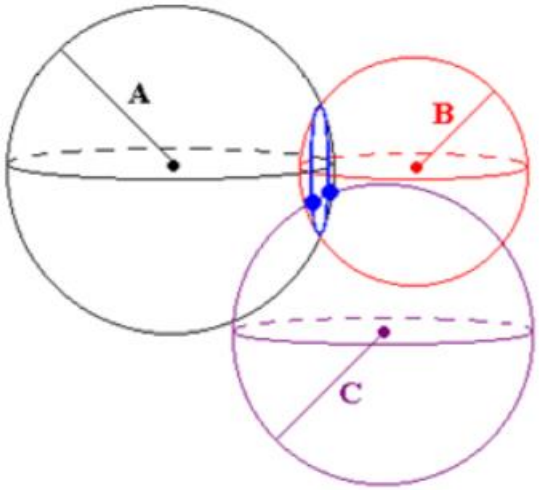


Рис. 1 – Вычисление положения объекта по трём спутникам
Источник: Савин А.Ю. Анализ существующих систем позиционирования / Научно-практический электронный журнал "Аллея Науки". – 2018. – № 6. – 21 С. [17].

При использовании вычислений одного из передатчиков определить координаты не получится – приёмник может находиться в любом месте сферы, описанной вокруг спутника. При подключении второго устройства ситуация изменится: местоположение приёмного оборудования будет определяться

окружностью (выделена синим между сферами на рис. 1). Добавление третьего спутника уменьшит неопределённость до двух точек (отмечены синим на рис. 1). Теоретически, таким образом можно узнать искомые координаты, так как одна из точек будет либо высоко над поверхностью Земли, либо глубоко внутри неё. Но данное условие выполнимо только в том случае, если известны точные координаты спутников, соответственно удалённости их друг от друга. Однако, как говорилось ранее, из-за погрешностей, вызываемых природными явлениями, помехами, отражениями радиосигналов точки могут быть смещены в пространстве, равно как и местоположение самих спутников оказывает значительное влияние на производимые расчёты. Поэтому чем больше НКА будет доступно приёмному оборудованию – тем выше будет точность позиционирования: до 3-5 м в плоскости Земли и 10 м в высоту [17].

В настоящее время существуют следующие навигационные спутниковые системы (НСС): GPS (США), ГЛОНАСС (Россия), Galileo (ЕС), Beidou (Китай), NAVIC (Индия) и QZSS (Япония).

Далее рассмотрим каждую из НСС более подробно.

Состояние и динамика развития ГНСС GPS

Система глобального позиционирования (Global Positioning System, GPS) – разработана и эксплуатируется МО США. Оператор – Космическое командование ВВС США (Air Force Space Command). Контроль состояния орбитальной группировки (ОГ) реализует Навигационный центр береговой охраны США (NAVCEN) [18].

Штатная ОГ ГНСС GPS состоит из 24 НКА на круговых орбитах с высотой около 20200 км, равномерно расположенным в шести плоскостях с наклонением 55°. Орбиты спутников являются резонансными, что требует порядка 300 кг топлива для удержания каждого НКА в заданной орбитальной позиции в течение срока активного существования [19]. На конец 2019 г.

в составе ОГ находится 30 НКА, которые используются по целевому назначению, при максимально возможном количестве 33 НКА. Все НКА излучают закрытые и открытые сигналы с кодовым разделением каналов CDMA (Code Division Multiple Access). ОГ включает НКА 4 поколений: GPS-IIA (1 НКА); GPS-IIR, включая модификацию IIR-M (19 НКА); GPS-IIF (11 НКА); GPS-IIIA (2 НКА) [20, 21]. Характеристики НКА GPS приведены в Табл. 1.

Табл. 1 – Характеристики НКА GPS

ХАРАКТЕРИСТИКИ	KA GPS BLOCK IIA	KA GPS BLOCK IIR	KA GPS BLOCK IIR-M	KA GPS BLOCK IIF	KA GPS BLOCK III
Головной подрядчик	Rockwell International	Lockheed Martin	Lockheed Martin	Boeing	Lockheed Martin
Срок активного существования	7,5 лет	10 лет	10 лет	12 лет	15 лет
Масса на орбите, кг	985	1126,7	1126,7	1465,1	2161
Габариты, м			1,58×1,96×2,21	2,49×2,03×2,24	2,46×1,78×3,40
Сигналы	L1 C/A L1/2 P(Y)	L1 C/A L1/2 P(Y)	L1 C/A L1/2 P(Y) L2C L1/2 M-Code	L1 C/A L1/2 P(Y) L5I L5Q L1M L2M L2C	L1 C/A L1P(Y) L1C L2C L2M L5 L1/2 M-Code

Источник: Официальный сайт ИАЦ КВНО ЦНИИмаш [21].
Примечание: КА – космический аппарат.

Текущий третий этап модернизации GPS предполагает разработку и производство НКА поколения Block III (GPS-III), которые в сочетании с усовершенствованным наземным комплексом управления и НАП обеспечат улучшенные характеристики в части помехозащищённости, точности, доступности и целостности координатно-временного и навигационного обеспечения. Внедрение новых навигационных радиосигналов L1C сопровождается совершенствованием структуры ЦИ и применением новых видов модуляции [22]. Спектр и характеристики навигационных радиосигналов ГНСС GPS представлены на Рис. 2 и Табл. 2.

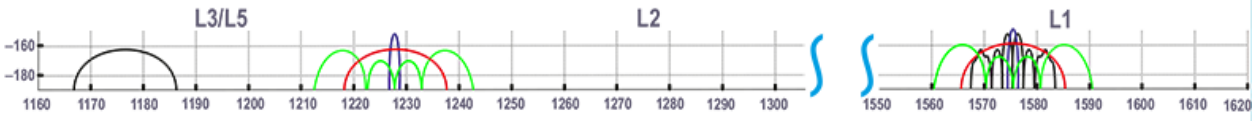


Рис. 2 – Спектр навигационных радиосигналов ГНСС GPS
Источник: Официальный сайт ИАЦ КВНО ЦНИИмаш [21].

Табл. 2 – Характеристики навигационных радиосигналов ГНСС GPS

Диапазон	Несущая частота, МГц	Сигнал	Длительность кода ПСП, символы	Тактовая частота, МГц	Вид модуляции	Скорость передачи ЦИ, БИТ/С
L1	1 575,42	C/A P M $L1C_D$ $L1C_P$	1 023 ~ 7 дней нет данных 10 230 10 230·1 800	1,023 10,23 5,115 1,023 1,023	BPSK BPSK BOC(10, 5) BOC(1,1) TMBOC(6, 1, 1/11)	50/50 50/50 нет данных 100/50 пилот-сигнал
L2	1 227,6	P L2C M	~ 7 дней M: 10 230 L: 767 250 нет данных	10,23 1,023 5,115	BPSK BPSK BOC(10, 5)	50/50 50/25 нет данных
L5	1 176,45	L5I L5Q	10 230·10 10 230·20	10,23 10,23	BPSK BPSK	100/50 пилот-сигнал

Источник: Официальный сайт ИАЦ КВНО ЦНИИмаш [21].
Примечание: ПСП – псевдослучайную последовательность;
ЦИ – цифровая информация;
C/A – Coarse/Acquisition;
BPSK – Binary Phase Shift Keying;
BOC – Binary Offset Carrier;
TMBOC – Time-multiplexed BOC.

Основной задачей ГНСС GPS является предоставление навигационных услуг. Выделяют 2 вида услуг [21]:

- Услуга стандартного позиционирования SPS (Standard Positioning Service) и временной синхронизации доступна для всех категорий потребителей безвозмездно и глобально и реализуется посредством излучения всеми НКА GPS навигационных радиосигналов, модулированных дальномерным кодом C/A (Coarse/Acquisition – грубый приём). Код C/A представляет собой псевдослучайную последовательность (ПСП) Голда длительностью 1 023 символа с тактовой частотой 1,023 МГц. Таким образом, ПСП C/A-кода имеет период повторения T=1 мс, что соответствует интервалу однозначного измерения псевдодальности около 300 км. Программа развития GPS предусматривает предоставление гражданским потребителям услуги SPS с помощью сигналов L2C, L5 и L1C.

- Услуга точного позиционирования PPS (Precise Positioning Service) реализуется посредством излучения всеми НКА ОГ GPS навигационных радиосигналов в диапазонах L1 и L2, модулированных дальномерным P(Y)-кодом. Услуга PPS предназначена для использования исключительно вооружёнными силами и федеральными агентствами США.

ГНСС GPS обеспечивает 100% глобальную доступность навигационных услуг на углах места выше 5°. Средняя точность навигации за счет самой системы (без учета ошибок приемной аппаратуры) составляет порядка одного метра [23]. Относительная устойчивость точностных характеристик в ГНСС GPS обеспечивается за счет наземного комплекса управления с глобальным покрытием орбит измерительными и закладочными станциями. Кроме того, в контуре управления реализованы «индивидуальные» для каждого аппарата типовые циклы управления, что позволяет оперативно реагировать на возникающие отклонения в характеристиках того или иного НКА [24].

В 2019 г. план развития ГНСС GPS состоял из таких задач, как [21, 25]:

– Запуск и начало эксплуатации НКА GPS-III. На конец 2019 г. был осуществлен запуск первых двух НКА GPS-III. До 2021 г. планируется вывести на орбиту ещё 6 (из 10) НКА GPS-III. Помимо повышения мощности и точности, в НКА GPS-III появится новый гражданский сигнал L1C, разработанный с учетом обеспечения взаимодополняемости с зарубежными системами спутниковой навигации.
– Начало разработки НКА GPS-IIIF, изготовленных на основе базовых требований НКА GPS-III. Новая модификация спутников GPS получит ряд улучшений и обеспечит дополнительные возможности. Во-первых, функция региональной военной защиты обеспечит повышенную помехозащищенность. Далее, новая полезная нагрузка

поиска и спасания предоставит бóльшую оперативность при проведении поисково-спасательных операций. Панель лазерных отражателей позволит проводить высокоточные лазерные измерения. А использование унифицированного канала связи диапазона S даст возможность консолидировать частоты, на которых передается телеметрия, данные слежения и команды управления. Наконец, на борту НКА будет установлена обновленная полезная нагрузка системы обнаружения ядерных взрывов, оптимизированная по габаритам и массе.

- Совершенствование наземного комплекса управления (НКУ):
  - Разработка нового НКУ:
    - Начало эксплуатации системы «Блок 0», предназначенной для проведения проверок, тренировок, испытаний на совместимость и мероприятий по проверке готовности к запуску НКА GPS-III.
    - Продолжение работ над системой «Блок 1», заключающихся в окончании первичного этапа программирования, за которым последуют комплексирование и испытания.
  - Поддержание и модернизация старого НКУ:
    - Проведение работ по стабилизации характеристик системы НКУ на уровне 50 см (погрешность измерения дальности за счет космического комплекса). Улучшение подхода к обеспечению кибербезопасности существующей инфраструктуры НКУ.
    - Модернизация программно-аппаратной части НКУ, которая позволит виртуализировать всю сеть, а также использовать двухфакторную аутентификацию и улучшенную криптозащиту целевых данных.

– Завершить этап испытаний новой военной НАП GPS. Другая часть работ в области НАП нового поколения посвящена разработке требований для высокоточных вооружений, модульного носимого устройства, а также плат и компонентов с пониженными массово-габаритными характеристиками и энергопотреблением.

Состояние и динамика развития ГНСС ГЛОНАСС

ГНСС ГЛОНАСС – разработана Федеральным космическим агентством (ГК «Роскосмос»). Управление системой осуществляет ЦУС ГЛОНАСС ВКС РФ при МО РФ. Контроль за состоянием ОГ осуществляет Информационно-аналитический центр координатно-временного и навигационного обеспечения при АО «Центральный научно-исследовательский институт машиностроения» (ИАЦ КВНО ЦНИИмаш) [22].

Штатная ОГ ГНСС ГЛОНАСС включает 24 НКА, равномерно расположенных на круговых орбитах с высотой 19400 км в трех плоскостях с наклонением 64,8° [20, 21]. Группировка выбрана таким образом, чтобы в процессе эксплуатации сохранялась ее конфигурация при воздействии возмущений гравитационного поля Земли, Луны, Солнца при отсутствии резонанса. В результате такого орбитального построения практически не требуется тратить топливо на поддержание требуемой орбитальной структуры. Группировка обеспечивает лучшее покрытие северных широт за счет экваториальных областей [26, 27].

На конец 2019 г. в составе ГНСС ГЛОНАСС: 22 НКА второго поколения «Глонасс-М» и 1 НКА нового поколения «Глонасс-К», которые используются по целевому назначению. Более половины НКА системы ГЛОНАСС работают свыше предусмотренного семилетнего гарантийного срока существования. Система ГЛОНАСС обеспечивает 100% глобальную доступность навигационных услуг на углах места выше 5°. Характеристики НКА ГЛОНАСС приведены в Табл. 3 [24, 28].

Табл. 3 – Характеристики НКА ГЛОНАСС

ХАРАКТЕРИСТИКИ	КА «ГЛОНАСС»	КА «ГЛОНАСС-М»	КА «ГЛОНАСС-К»	КА «ГЛОНАСС-К2»
Годы развертывания	1982-2005	2003-2016	2011-2018	после 2017
Состояние	Выведен из эксплуатации	В эксплуатации	В разработке на основе проведенных ЛИ	В разработке
Гарантированный срок активного существования, лет	3.5	7	10	10
Масса КА, кг	1500	1415	935	1600
Габариты КА, м		2,71x3,05x2,71	2,53x3,01x1,43	2,53x6,01x1,43
Тип сигналов	FDMA	в основном FDMA (CDMA на КА 755-761)	FDMA и CDMA	FDMA и CDMA
Сигналы с открытым доступом (для сигналов FDMA приведено значение центральной частоты)	L1OF (1602 МГц)	L1OF (1602 МГц) L2OF (1246 МГц) начиная с №755: L3OC (1202 МГц)	L1OF (1602 МГц) L2OF (1246 МГц) L3OC (1202 МГц) начиная с №17Л: L2OC (1248 МГц)	L1OF (1602 МГц) L2OF (1246 МГц) L1OC (1600 МГц) L2OC (1248 МГц) L3OC (1202 МГц)
Сигналы с санкционированным доступом	L1SF (1592 МГц) L2SF (1237 МГц)	L1SF (1592 МГц) L2SF (1237 МГц)	L1SF (1592 МГц) L2SF (1237 МГц) начиная с №17Л: L2SC (1248 МГц)	L1SF (1592 МГц) L2SF (1237 МГц) L1SC (1600 МГц) L2SC (1248 МГц)
Наличие межспутниковых линий связи: радио оптическая	— —	+ —	+ —	+ +
Наличие системы поиска и спасания	—	—	+	+
спасания				

Источник: Официальный сайт ИАЦ КВНО ЦНИИмаш [21].
Примечание: КА – космический аппарат;
ЛИ – летные испытания;
CDMA – Code Division Multiple Access;
FDMA – Frequency Division Multiple Access.

Все НКА ГЛОНАСС излучают закрытые и открытые навигационные радиосигналы с частотным разделением каналов FDMA (Frequency Division Multiple Access) в двух диапазонах L1 и L2. Для этих сигналов предельное количество аппаратов в ОГ – 24. На НКА нового поколения «Глонасс-К2», в добавление к существующим, будут излучаться новые сигналы с кодовым разделением CDMA на трех частотах (L3) в традиционных для ГЛОНАСС диапазонах. В структуре новых сигналов ограничение на количество аппаратов в ОГ отсутствует. Спектр и характеристики навигационных радиосигналов ГНСС ГЛОНАСС представлены на Рис. 3 и Рис. 4 и в Табл. 4.

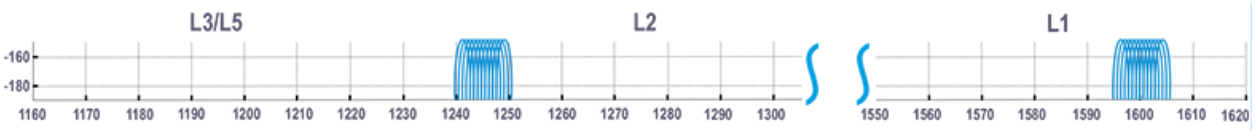


Рис. 3 – Спектр навигационных радиосигналов ГНСС ГЛОНАСС с частотным разделением

Источник: Официальный сайт ИАЦ КВНО ЦНИИмаш [21].

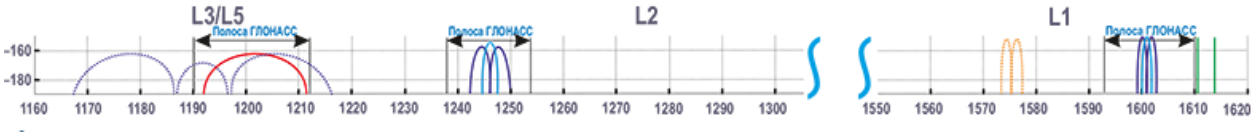


Рис. 4 – Спектр навигационных радиосигналов ГНСС ГЛОНАСС с кодовым разделением

Источник: Официальный сайт ИАЦ КВНО ЦНИИмаш [21].

Табл. 4 – Характеристики навигационных радиосигналов ГНСС ГЛОНАСС

Диапазон	Несущая частота, МГц	Сигнал	Длительность кода ПСП, символы	Тактовая частота, МГц	Вид модуляции	Скорость передачи ЦИ, бит/с
L1	1 600,995	L1OCd L1OCp	1 023 4 092	1,023 1,023	BPSK (1) BOC (1,1)	125 пилот-сигнал
L2	1 248,06	L2 КСИ L2OCp	1 023 4 092	1,023 1,023	BPSK (1) BOC (1,1)	250 пилот-сигнал
L3	1 202,025	L3OCd L3OCp	10 230 10 230	10,23 10,23	BPSK (10) BPSK (10)	100 пилот-сигнал

Источник: Официальный сайт ИАЦ КВНО ЦНИИмаш [21].
Примечание: ПСП – псевдослучайную последовательность;
ЦИ – цифровая информация;
BPSK – Binary Phase Shift Keying;
BOC – Binary Offset Carrier;

ГНСС ГЛОНАСС предоставляет потребителю два вида услуг – стандартной и высокой точности. Средняя точность навигации за счет самой системы (без учета ошибок приемной аппаратуры) составляет порядка трех метров. Наземный комплекс управления включает измерительные и закладочные станции, размещенные только на территории РФ, что пока не позволяет существенно повысить точность системы [24, 29].

В 2019 г. план развития ГНСС ГЛОНАСС включал [21, 25]:

– Запуск и начало ЛИ НКА «Глонасс-К2», способного осуществить не только навигационные определения с использованием радиосигналов с частотным разделением (FDMA), но и с полным составом новых радиосигналов с кодовым разделением одновременно во всех частотных диапазонах ГЛОНАСС L1/L2/L3. Новые радиосигналы

позволят уменьшить аппаратурную погрешность измерения псевдодальности между НКА и потребителем, а также снизить влияние переотраженных сигналов на точность измерений, что позволит эффективно использовать эти радиосигналы для высокоточных навигационных определений с погрешностью менее 0,1 м в реальном времени.

- Завершение разработки очередной редакции интерфейсного контрольного документа ГЛОНАСС с рекомендуемыми моделями оценки величин задержек радиосигналов в тропосфере и ионосфере.
- Повышение доступности навигационных услуг ГЛОНАСС. Для сохранения возможности потребителям осуществлять навигационные определения по приему радиосигналов НКА, находящихся под углом менее 25°, был разработан проект высокоорбитального космического комплекса ГЛОНАСС: 6 НКА «Глонасс-В». Запуск первого НКА «Глонасс-В» запланирован на 2023 г., а полное развертывание ОГ – на 2025 г. В результате точность навигации в Восточном полушарии Земли будет повышена на 25%.
- Обеспечение стабильности характеристик навигационных радиосигналов для улучшения предоставляемых услуг посредством создания сети станций мониторинга сигналов ГЛОНАСС за рубежом, а также специализированных радиотелескопов, способных проводить анализ структуры и мощности радиосигналов у поверхности Земли.

Состояние и динамика развития ГНСС Galileo

Европейская глобальная навигационная спутниковая система Galileo – разработана и эксплуатируется Европейским космическим агентством (European Space Agency, ESA). За внедрение Galileo отвечает Европейское агентство ГНСС (European GNSS Agency, GSA). Контроль состояния ОГ осуществляет Европейский центр обслуживания ГНСС (European GNSS Service Centre, GSC) [30].

При создании ГНСС Galileo был учтен опыт создания и эксплуатации российской и американской систем. ОГ Galileo не имеет резонанса. В составе штатной группировки 27 НКА на круговых орбитах с высотой около 23200 км, равномерно расположенных в трех плоскостях с наклонением 56° [31]. На конец 2019 г. по целевому назначению используется 24 НКА. Еще два аппарата, которые в 2014 г. были выведены на нерасчетные эллиптические орбиты, работают в тестовом режиме [20, 24]. Характеристики НКА Galileo приведены в Табл. 5.

Табл. 5 – Характеристики НКА Galileo

ХАРАКТЕРИСТИКИ	КА ГАЛИЛЕО GIOVE-A	КА ГАЛИЛЕО GIOVE-B	КА ГАЛИЛЕО IOV	КА ГАЛИЛЕО FOC
Головной подрядчик	SSTL	EADS Astrium GmbH	EADS Astrium GmbH	OHB AG (контраст на 22 КА)
Срок активного существования	2 года	2 года	12 лет	более 12 лет
Стартовая масса	600 кг	630 кг	700 кг	730 кг
Габариты	1,3 м × 1,8 м × 1,65 м	0,95 м × 0,95 м × 2,4 м	3,02 м × 1,58 м × 1,59 м	2,74 м × 1,58 м × 1,59 м
Мощность солнечной батареи	667 Вт	1100 Вт	1420 Вт	1420 Вт
Сигналы	только на двух частотах (L1+E5 или L1+E6)	L1, E5, E6	L1, E5, E6	L1, E5, E6

Источник: Официальный сайт ИАЦ КВНО ЦНИИмаш [21].
Примечание: КА – космический аппарат.

Спутники Galileo излучают навигационные радиосигналы с кодовым разделением каналов на 3 частотах. Спектр и характеристики навигационных радиосигналов ГНСС Galileo представлены на Рис. 5 и в Табл. 6.

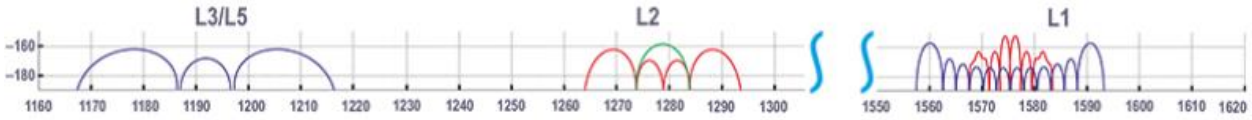


Рис. 5 – Спектр навигационных радиосигналов ГНСС Galileo
Источник: Официальный сайт ИАЦ КВНО ЦНИИмаш [21].

Табл. 6 – Характеристики навигационных радиосигналов ГНСС Galileo

Диапазон	Несущая частота, МГц	Сигнал	Длительность кода ПСП, символы	Тактовая частота, МГц	Вид модуляции	Скорость передачи ЦИ, БИТ/С
E1	1 575,42	E1A E2B E1C (пилот)	нет данных 4 096 4092	2,5575 1,023 1,023	BOC (15, 2,5) MBOC (6, 1, 1/11) MBOC (6, 1, 1/11)	50/100 125/250 нет
E6	1 278,75	E6A E6B E6C (пилот)	нет данных 5115/1 5115/100	5,115 5,115 5,115	BOC (10, 5) BPSK BPSK	50/100 500/1000 нет
E5	1 191,79	E5a-I E5a-Q (пилот) E5b-I E5b-Q (пилот)	10230/20 10230/100 10230/4 10230/100	10,23 10,23 10,23 10,23	AltBOC (15,10) AltBOC (15,10) AltBOC (15,10) AltBOC (15,10)	25/50 нет 125/250 нет

Источник: Официальный сайт ИАЦ КВНО ЦНИИмаш [21].
Примечание: ПСП – псевдослучайную последовательность;
ЦИ – цифровая информация;
BOC – Binary Offset Carrier;
MBOC – Multiplexed BOC;
BPSK – Binary Phase Shift Keying;
AltBOC – Alternative BOC;
TMBOC – Time-multiplexed BOC.

На базе используемых радиосигналов пользователям предоставляются следующие услуги [21, 29]:

- Открытая услуга (Open Service) – открытые сигналы, без абонентской и другой платы, доступные всем видам потребителей.
- Коммерческая услуга CS (Commercial Service) – зашифрованный сигнал, доступ к двум дополнительным сигналам, более высокая скорость передачи данных. Коммерческая услуга будет обеспечивать две функции – глобальную высокоточную навигацию и аутентификацию навигационного сигнала. Для технической реализации коммерческой услуги CS будут использоваться сигналы открытой услуги плюс два зашифрованных сигнала в диапазоне E6.

- Услуга с регулируемым государством доступом PRS (Public Regulated Service) – для координатно-временного обеспечения специальных пользователей (два сигнала PRS с зашифрованными дальномерными кодами).

Наземный комплекс управления построен с учетом требований участников программы и имеет географически распределенную структуру по территории Евросоюза, включая разделение основного и дублирующего центров управления на центр космическими аппаратами и центр решения целевых задач. Основная инфраструктура управления располагается на территории Германии и Италии, а также во Франции, Испании, Великобритании, Голландии, Норвегии. После завершения развертывания системы в полном объеме (запланировано на 2020 г.) характеристики системы Galileo по точности навигационных определений, как ожидается, будут превосходить аналогичные характеристики системы GPS [22, 24].

Пути развития ГНСС Galileo в 2019 г. предполагали [21, 25]:

– Расширение возможностей ГНСС Galileo посредством заключения крупных промышленных контрактов:
    - Контракт на разработку и тестирование 12 НКА Galileo (третьей серии, Batch 3) с консорциумом, во главе которого стоит компания OHB (Германия). Контракт на разработку полезной нагрузки с компанией Surrey Satellite Technology (Великобритания). В настоящее время ведется разработка данных НКА, а первый запуск запланирован на конец 2020 г.
    - Контракт с испанской компанией GMV Aerospace and Defence на модернизацию контура управления ГНСС Galileo, согласно которому компания должна обеспечить возможность управления группировкой в составе до 41 НКА. Также будет произведена замена устаревших элементов в текущей НКУ для повышения оперативности управления с целью обеспечения

полного спектра навигационных услуг и создание дополнительных средств слежения, приема телеметрии и передачи команд управления.

- Контракт с французской компанией Thales Alenia Space на модернизацию контура эфемеридно-временного обеспечения ГНСС Galileo и центров контроля безопасности применения услуги с регулируемым доступом PRS. Кроме того, контракт предполагает строительство дополнительных станций закладки и беззапросных станций сбора измерений. Также будут существенно расширены возможности применения услуги с регулируемым доступом PRS для более точного и надежного местоопределения.

– Обеспечение полной операционной готовности ГНСС Galileo при помощи расширения спектра предоставляемых услуг:

- Услуга аутентификации в навигационном сообщении открытого сигнала E1. В конце 2019 г. начались эксперименты по внедрению данной услуги для обеспечения безопасности и защиты навигационных определений.
- Услуга поиска и спасания с использованием канала обратной связи. С 2019 г. доступна функция передачи сообщения обратной связи для подтверждения факта получения пользователем аварийного сообщения с минимальной временной задержкой для спасения жизней.
- Услуга высокоточного местоопределения, подразумевающая передачу незашифрованных данных с помощью сигнала E6 для достижения субметровой точности.

Большое значение для дальнейшего совершенствования ГНСС Galileo имеет Программа ESA по навигационным инновациям (NAVISP),

стартовавшая в 2017 г. Программа NAVISP нацелена на повышение конкурентоспособности промышленности и развитие инновационных технологий, как на рынке поставщиков, так и на рынке потребителей в навигационном секторе. Кроме того, программа исследует уровень интеграции спутниковой навигации в технологиях, не связанных с космосом, а также дополнительные навигационные и коммуникационные технологии для приемников с целью противодействия помехам и повышения устойчивости и надежности ГНСС.

Состояние и динамика развития ГНСС BDS

Спутниковая навигационная система BDS (BeiDou Navigation Satellite System) – разработана и эксплуатируется Китайским национальным космическим управлением (China National Space Administration, CNSA). Контроль состояния ОГ осуществляет Пользовательский информационный центр CNSA [32].

За двадцать лет прошло три этапа развития ГНСС BDS. Третий этап начат в 2009 г. Основной целью является обеспечение услугами пользователей, находящихся на территории и акватории обоих Шелковых путей (сухопутного и водного), а также соседних регионов. Завершить развертывание системы планируется в 2020 г. К этому моменту штатная группировка спутников Beidou-3 должна состоять из 35 аппаратов: 27 НКА на средних круговых орбитах (СКО), 5 НКА на геостационарной орбите (ГСО), 3 НКА на геосинхронной наклонной орбите (ГСНО) [22, 33].

В настоящее время ГНСС BDS предоставляет услуги спутниковой радионавигации потребителям в зоне обслуживания 55˚ с.ш. - 55˚ ю.ш. и 55˚ в.д - 180˚ в.д. На конец 2019 г. в составе ОГ Beidou-2 по целевому назначению использовалось 15 КА: 5 НКА на СКО, 5 НКА на ГСО, 5 НКА на ГСНО. В состав ОГ Beidou-3 входило 19 КА: 16 на СКО, 1 НКА на ГСО, 2 НКА на ГСНО [20, 21]. Характеристики НКА Beidou приведены в Табл. 7.

Табл. 7 – Характеристики НКА Beidou

ХАРАКТЕРИСТИКИ	КА БЭЙДОУ НА ГЕОСТАЦИОНАРНОЙ И ГЕОСИНХРОННОЙ НАКЛОННОЙ ОРБИТЕ	КА БЭЙДОУ НА СРЕДНЕЙ КРУГОВОЙ ОРБИТЕ
Головной подрядчик	Китайская академия космических технологий CAST	Китайская академия космических технологий CAST
Спутниковая платформа	DFH - 3/3B	DFH - 3B
Срок активного существования	~ 15 лет	~ 12 лет
Масса	828 кг	1615 кг
Сигналы	B1 (с открытым и санкционированным доступом) B2 (с открытым доступом) B3 (с санкционированным доступом)	B1 (с открытым и санкционированным доступом) B2 (с открытым доступом) B3 (с санкционированным доступом)

Источник: Официальный сайт ИАЦ КВНО ЦНИИмаш [21].
Примечание: КА – космический аппарат.

Спутники Beidou-2 излучают три навигационных сигнала (B1, B2 и B3) с кодовым разделением каналов (CDMA) в навигационных диапазонах с центральными частотами, которые совпадают с сигналами GPS и Galileo (см. Рис. 6 и

Табл. 8). Данная структура навигационного сигнала позволяет не только обеспечить взаимодополняемость ГНСС BDS с GPS и Galileo, но и предоставлять глобальные и региональные услуги. Глобальными услугами являются услуги с открытым и санкционированным доступом. Региональные услуги – это услуга широкозонной дифференциальной коррекции и услуга передачи коротких сообщений [22, 24].

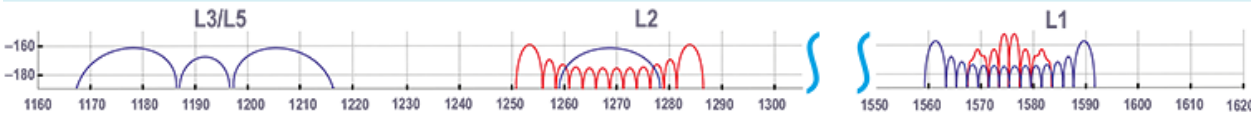


Рис. 6 – Спектр навигационных радиосигналов ГНСС BDS
Источник: Официальный сайт ИАЦ КВНО ЦНИИмаш [21].

Табл. 8 – Характеристики навигационных радиосигналов ГНСС BDS

Диапазон	Несущая частота, МГц	Сигнал	Длительность кода ПСП, символы	Тактовая частота, МГц	Вид модуляции	Скорость передачи ЦИ, БИТ/С
B1	1 575,42	B1-CD B1-CP B1D B1P	2 046	1,023 1,023 2, 046	MBOC (6, 1, 1/11) MBOC (6, 1, 1/11) BOC (14, 2)	50/100 нет 50/100
B2	1 191,79	B2aD B2aP B2bD B2bP	2 046	10,23 10,23 10,23 10,23	AltBOC (15, 10) AltBOC (15, 10) AltBOC (15, 10) AltBOC (15, 10)	25/50 нет 50/100 нет
B3	1 268,52	B3 B3-AD B3-AP		10,23 2,5575 2,5575	QPSK (10) BOC (15, 2,5) BOC (15, 2,5)	500 50/100 нет

Источник: Официальный сайт ИАЦ КВНО ЦНИИмаш [21].
Примечание: ПСП – псевдослучайную последовательность;
ЦИ – цифровая информация;
BOC – Binary Offset Carrier;
MBOC – Multiplexed BOC;
AltBOC – Alternative BOC;
QPSK – Quadrature Phase Shift Keying.

По сообщению китайского информационного агентства Xinhua, точность позиционирования ГНСС BDS достигла 10 м в целом по миру и 5 м в Азиатско-Тихоокеанском регионе (АТР) в 2018 г. Точность позиционирования системы для гражданского населения составляет менее 10 м, точность измерения скорости – менее 0,2 м/с. Для военных нужд позиционирование производится с точностью до 10 см. ОГ Beidou-2 обеспечивает точность сигнала, сопоставимого с ГЛОНАСС. После развертывания ОГ Beidou-3 в 2020 г., ГНСС BDS сможет обеспечить точность на уровне системы GPS [24, 28].

Из вышесказанного можно сделать вывод, что в 2018 г. были достигнуты значительные результаты в части развертывания ГНСС BDS. Дальнейшие усилия будут направлены на создание интегрированных применений и укрепление международного сотрудничества:

– Разработка базовых продуктов и применений [21, 25]:
  - *Базовые продукты*. В настоящее время базовые продукты Бэйдоу используются в массовых применениях, в которых характеристики уже достигли или близки к мировому уровню. В

III кв. 2018 г. объем продаж навигационных чипов и модулей ГНСС BDS превысил 70 млн. ед., а количество используемых терминалов с функцией BDS превысило 500 млн. ед. В 2017 г. объем национального рынка навигационных продуктов составил 250 млн. юаней (36 млн. долл.), из которых доля продуктов с BDS превышает 80%.

- *Промышленные применения*. ГНСС BDS продолжает способствовать развитию интегрированных применений и росту отдельных отраслей, способствовать созданию комбинированных решений на основе КВНО и облачных технологий, IoT, больших данных и других передовых технологий, способствовать слиянию отраслей, связанных с использованием КВНО, и высокотехнологичного производства, создания программного обеспечения, интегрированных данных. Применения на основе системы BDS призваны решать проблемы, связанные с национальным благосостоянием и качеством жизни граждан. ГНСС BDS интегрируется в различные национальные инфраструктурные проекты для обеспечения привязки во времени и пространстве для транспорта, метеорологического обеспечения, сельского хозяйства, электросетей, сетей связи, финансов и других отраслей.

– Реализация международной деятельности:

- ГНСС BDS способствует развитию международной кооперации и обмену опытом, а также развитию так называемого сообщества ГНСС в интересах развития преимуществ для человечества.

Состояние и динамика развития РНСС NAVIC (IRNSS)

Индийская региональная навигационная спутниковая система IRNSS (Indian Regional Navigation Satellite System) представляет собой НСС, разработанную Организацией по исследованию космического пространства в Индии ISRO (Indian Space Research Organization). С началом эксплуатации в 2016 г. система получила новое название NAVIC (NAVigation with Indian Constellation) [34].

Первый НКА региональной навигационной системы (РНСС) NAVIC был запущен в 2013 г., последний – в 2018 г. Штатная ОГ состоит из 8 НКА, из которых 5 НКА находятся на ГСНО, 3 НКА – на ГСО. Такая конфигурация группировки позволяет осуществлять координатно-временное и навигационное обслуживание зоны в пределах 40°в.д.-125°в.д. и 40°ю.ш.-40°с.ш. Зона покрытия РНСС NAVIC включает в себя всю материковую часть Индии и территорию, простирающуюся на 1500 км за ее пределами, в том числе большую часть бассейна Индийского океана [28].

В отличие от других НСС, передающих навигационные сигналы только в диапазоне L, НКА РНСС NAVIC передают навигационные сигналы в диапазоне L5 (1164,45-1188,45 МГц) и в диапазоне S (2483,5-2500 МГц). В каждом из этих диапазонов частот осуществляется передача сигнала стандартной точности и сигнала с санкционированным доступом, соответствующие услуге стандартного позиционирования SPS для гражданских пользователей и специальной услуге RS (Restricted Service) для авторизированных пользователей. Спектр и характеристики навигационных радиосигналов РНСС NAVIC представлены на Рис. 7 и в Табл. 9 [22].

Рис. 7 – Спектр навигационных радиосигналов РНСС NAVIC

Источник: Официальный сайт ИАЦ КВНО ЦНИИмаш [21].

Табл. 9 – Характеристики навигационных радиосигналов РНСС NAVIC

Диапазон	Несущая частота, МГц	Сигнал	Длительность кода ПСП, символы	Тактовая частота, МГц	Вид модуляции	Скорость передачи ЦИ, БИТ/С
L5	1 176,45	SPS RS data RS pilot	1 023	1,023 2, 046 2, 046	BPSK (1) BOC (5, 2) BOC (5, 2)	50
S	2 492,028	SPS RS data RS pilot	1 023	1,023 2, 046 2, 046	BPSK (1) BOC (5, 2) BOC (5, 2)	50

Источник: Официальный сайт ИАЦ КВНО ЦНИИмаш [21].
Примечание: ПСП – псевдослучайную последовательность;
ЦИ – цифровая информация;
BPSK – Binary Phase Shift Keying;
BOC – Binary Offset Carrier.

Наземный сегмент системы состоит из командно-измерительных телеметрических станций и станций передачи корректирующей информации на борт спутников, 2 ЦУС, станций измерения дальности и контроля целостности данных, навигационного центра ISRO, 4 станций измерения дальности по сигналу CDMA, станции лазерной дальнометрии и сети передачи данных.

Система NavIC является первой независимой навигационной системой, предоставляющей потребителям с одночастотной аппаратурой ионосферные поправки на основе параметров ионосферной точечной сетки, обеспечивая тем самым точность определения местоположения потребителя, сопоставимую с точностью, получаемой при использовании двухчастотной аппаратуры [21, 22].

Состояние и динамика развития РНСС QZSS

Японская квазизенитная спутниковая система QZSS (Quazi-Zenith Satellite System) – это РНСС, предназначенная для обслуживания потребителей в АТР [35].

Космический сегмент РНСС QZSS состоит из 4 НКА, 3 из которых (НКА QZS-1,-2,-3) размещены на квазизенитных орбитах (наклонение 43º ± 4º к экватору) в трех орбитальных плоскостях. При этом орбитальные плоскости разнесены на 120º. Таким образом, каждый из спутников находится над

территорией Японии в течение 8 часов каждые сутки (угол места составляет минимум 60º). 1 НКА размещен на ГСО. В совокупности на текущий момент на орбите находятся 4 НКА, использующиеся по целевому назначению. В перспективе к 2024 г. размер орбитальной группировки планируется довести до 7 спутников. Характеристики НКА QZSS приведены в Табл. 10 [22, 28].

Табл. 10 – Характеристики НКА QZSS

ТИП АППАРАТА	QZS-1	QZS-2	QZS-3	QZS-4
ГОЛОВНОЙ ПОДРЯДЧИК	Mitsubishi Electric Corp.			
СРОК АКТИВНОГО СУЩЕСТВОВАНИЯ	12 лет	15 лет	15 лет	15 лет
МАССА	4100 кг (стартовая) 1800 кг (сухая)	4000 кг (стартовая) 1550 кг (сухая)	4700 кг (стартовая) 1685 кг (сухая)	4000 кг (стартовая) 1550 кг (сухая)
ГАБАРИТЫ	2,35м × 2,35м × 5,70м	2,40м × 2,85м × 6,20м	2,40м × 2,40м × 5,41м	2,40м × 2,85м × 6,20м
СИГНАЛЫ	L1, L2, L5, L6	L1, L2, L5, L6	L1, L2, L5, L6	L1, L2, L5, L6
ДОПОЛНИТЕЛЬНЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ	лазерные отражатели			

Источник: Официальный сайт ИАЦ КВНО ЦНИИмаш [21].

Структура сигналов РНСС QZSS была сформирована и утверждена в результате проведения консультаций и дискуссий в рамках американо-японской Технической рабочей группы по GPS и QZSS. Пять из шести сигналов QZSS используют те же самые структуры, частоты и форматы сообщений, что и сигналы GPS. РНСС QZSS передает сигналы L1C/A, L1C, L2C и L5. На территории Японии также доступен сигнал L1-SAIF (Submeter-class Augmentation with Integrity Function – дополнение субметрового класса с функцией целостности), который передает дифференциальные поправки на частоте 1575,75 МГц. Экспериментальный сигнал (LEX), передаваемый на частоте 1278,75 МГц, совместим с сигналом E6 Galileo. Спектр и характеристики навигационных радиосигналов РНСС QZSS представлены на Рис. 8 и в Табл. 11[22, 28, 29].

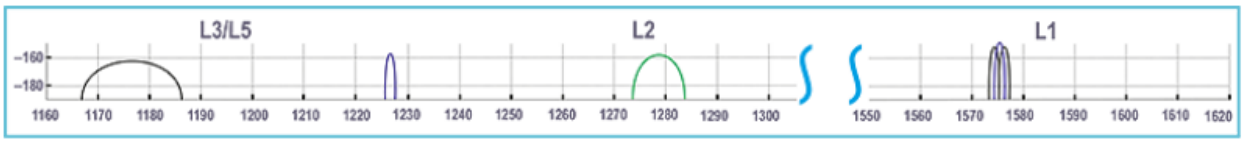


Рис. 8 – Спектр навигационных радиосигналов РНСС QZSS
Источник: Официальный сайт ИАЦ КВНО ЦНИИмаш [21].

Табл. 11 – Характеристики навигационных радиосигналов РНСС QZSS

Диапазон	Несущая частота, МГц	Сигнал	Длительность кода ПСП, символы	Тактовая частота, МГц	Вид модуляции	Скорость передачи ЦИ, БИТ/С
E1	1 575,42	L1 C/A L1CD L1C P L1-SAIF	10 230 10 230 10 230 10 230	1,023 1,023 1,023 1,023	BPSK BOC (1, 1) BOC (1, 1) BPSK	50/50 100/50 нет данных 500/250
L2	1 227,6	L2C		1,023	BPSK	50/25
L5	1 176,45	L5I L5Q	10 230	10,23 10,23	BPSK BPSK	100/50 100/50
E6	1 278,75	LEX	10 230	5,115	BPSK	2 000

Источник: Официальный сайт ИАЦ КВНО ЦНИИмаш [21].
Примечание: ПСП – псевдослучайную последовательность;
ЦИ – цифровая информация;
BPSK – Binary Phase Shift Keying;
BOC – Binary Offset Carrier;

Контроль и управление НКА РНСС QZSS осуществляет наземный сегмент, включающий главную станцию управления, командно-измерительные телеметрические станции и станции передачи корректирующей информации на борт спутников, сеть станций мониторинга и пункт лазерной дальнометрии [22, 29].

Текущее состояние всех ОГ приведено в Табл. 12.

Табл. 12 – Сравнительный анализ состояния ОГ

Состояние / Название ОГ	GPS	ГЛОНАСС	GALILEO	BDS	NAVIC	QZSS
Всего в составе ОГ	33 КА	29 КА	27 КА	49 КА	8 КА	4 КА
Используются по целевому назначению	30 КА	24 КА		43 КА		
Не используется по целевому назначению				6 КА		
На этапе ввода в систему	-	1 КА				
Временно выведены на техобслуживание	2 КА	2 КА				
Орбитальный резерв		1 КА	3 КА			
На этапе летных испытаний		1 КА				
На этапе вывода из системы	1 КА					

Источник: Официальный сайт ИАЦ КВНО ЦНИИмаш [21].
Примечание: ОГ – орбитальная группировка

В соответствии с современными тенденциями отмечается, что ГНСС ГЛОНАСС сопоставима по точности позиционирования с GPS. К 2025 г. точность системы ГЛОНАСС повысится на 25% за счет запуска шести дополнительных спутников.

В соответствии с указом президента РФ доступ к гражданским навигационным сигналам системы ГЛОНАСС предоставляется как российским, так и иностранным потребителям на безвозмездной основе и без ограничений.

Сегодня трудно найти сферу социально-экономического развития, в которой не могли бы использоваться услуги спутниковой навигации. Наиболее актуальным остается применение ГЛОНАСС-технологий в транспортной отрасли, включая морское и речное судоходство, воздушный и наземный транспорт. При этом, по данным экспертов, порядка 80% навигационного оборудования применяется на автомобильном транспорте. Еще одна область применения ГЛОНАСС в интересах спасения человеческих жизней – сочетание глобальной спутниковой навигации с Международной системой поиска и спасания КОСПАС-САРСАТ. Также основной сферой применения технологий спутниковой навигации становится персональная навигация. Технологии ГЛОНАСС используются в городском и земельном кадастре, планировании и управлении развитием территорий, для обновления топографических карт. Научное сообщество активно использует навигационные данные для наблюдений и исследований Земли. Технологии ГЛОНАСС применяются в космической отрасли, при строительстве, в сельском хозяйстве и т.д.

На 2019 г. в России установлено 19 наземных станций ГЛОНАСС и шесть станций за рубежом. После 2020 г. планируется увеличить сеть станций до 12 в других странах и до 45 на территории России.

Общие направления модернизации любой НСС нацелены на улучшение качества услуг и определены в виде следующих мер:

- повышение доступности и точности навигационных определений;
- повышение надежности и срока службы аппаратуры и улучшение целостности системы;
- улучшение совместимости с другими радиотехническими системами;
- улучшение сервиса, предоставляемого пользователям.

НСС позволяют удовлетворить потребности в навигационном обслуживании обширного круга потребителей. Существуют задачи, требующие высоких точностей навигации, такие как взлет, заход на посадку и посадка ВС, судовождение в прибрежных водах, навигация автомобильного транспорта и другие.

На точность решения навигационной задачи по определению местоположения объекта влияют следующие факторы:

- геометрическое расположение НКА, используемых в решении;
- погрешности формирования бортовых шкал времени НКА;
- эфемеридные погрешности НКА;
- погрешности за счет распространения навигационных радиосигналов в атмосфере (ионосферные и тропосферные погрешности);
- аппаратурные погрешности НКА.

Радикальным направлением повышения точности навигационных определений является *дифференциальный режим* навигации. Его сущность заключается в устранении некоторых погрешностей навигационного поля системы, сильно коррелированных в локальных районах (до 2000 км).

К сильнокоррелированным можно отнести погрешности навигационных определений, обусловленные следующими факторами:

- рассинхронизацией бортовых шкал времени НКА;
- влиянием погрешностей эфемерид НКА;

- распространением навигационных сигналов в ионосфере и тропосфере.

Получив аппаратурными методами или расчетным путем величины этих систематических погрешностей (так называемых дифференциальных поправок), можно реализовать в аппаратуре потребителя компенсацию основных систематических погрешностей навигационных определений путем их учета в алгоритмах обработки навигационных данных.

Совокупность аппаратных и программных средств, предназначенных для повышения точности навигационных определений на основе штатного сигнала навигационных спутниковых систем, называют функциональными дополнениями (ФД) [36].

Системы функциональных дополнений

ФД ГНСС предоставляют потребителям дополнительную информацию, позволяющей повысить точность и достоверность определения пространственных координат, скорости движения и времени.

Выходная информация ФД доводится до потребителей по специальным каналам связи. Она обычно содержит корректирующую информацию (для устранения или уменьшения погрешностей определения местоположения потребителей) и информацию о целостности ГНСС (для обеспечения достоверности результатов местоопределения).

В Российской Федерации и в других странах развернуты ФД различного типа и ведутся активные работы по модернизации существующих и созданию новых систем, представленных в Табл. 13.

Табл. 13 – Системы функциональных дополнений

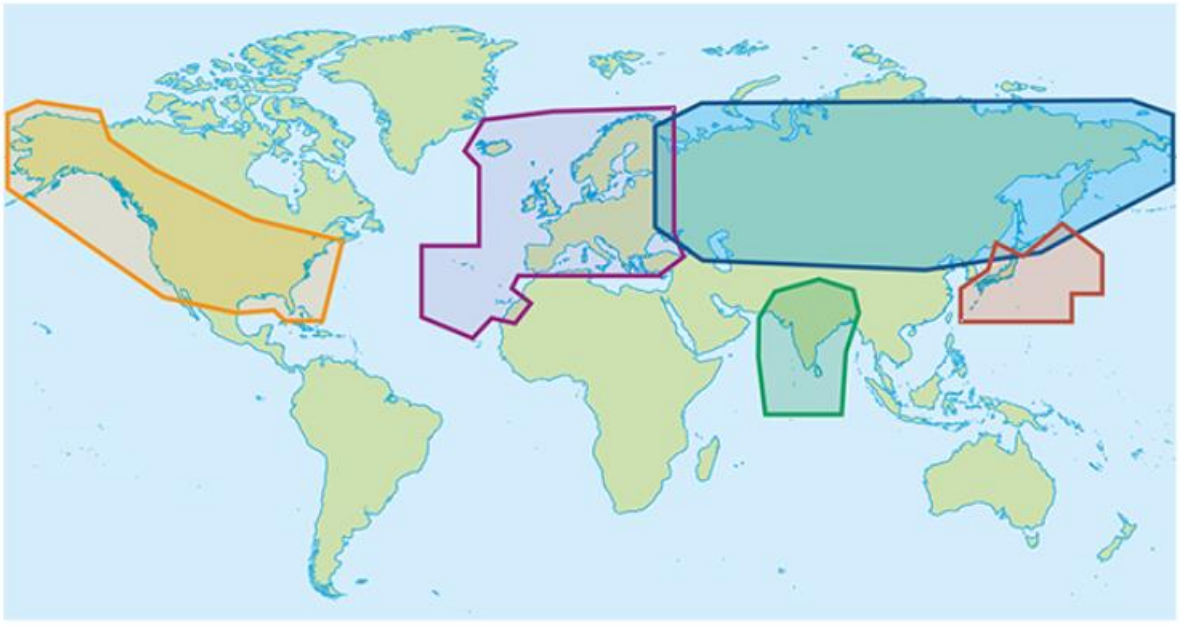
Параметры	СИСТЕМЫ ФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ДОПОЛНЕНИЙ			
	ЛОКАЛЬНЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ	РЕГИОНАЛЬНЫЕ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ	ШИРОКОЗОННЫЕ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ КОРРЕКЦИИ	ГЛОБАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ДИФФЕРЕНЦИАЛЬНОЙ КОРРЕКЦИИ
Состав	» одна или несколько станций сбора измерений[1] » канал передачи данных	» сеть станций измерений » каналы передачи данных » вычислительный центр	» региональная сеть станций измерений » каналы передачи данных » вычислительный центр » наземный комплекс управления	» глобальная сеть станций измерений » каналы передачи данных » вычислительный центр » наземный комплекс управления
Корректирующая информация	» поправки к навигационным параметрам, измеряемым потребителем » информация о целостности системы[2]	» поправки к навигационным параметрам, измеряемым потребителем » информация о целостности системы	» поправки к эфемеридно-временной информации[3] » поправки к навигационным параметрам, измеряемым потребителем » информация о целостности системы	» поправки к эфемеридно-временной информации » поправки для исключения атмосферных искажений сигнала » поправки к навигационным параметрам, измеряемым потребителем » информация о целостности системы
Каналы передачи	наземные линии передачи данных[4]	наземные линии передачи данных	космические аппараты связи и ретрансляции	космические аппараты связи и ретрансляции
Зона действия	50 - 200км	400 – 2000 км	2000 – 5000 км	глобальное покрытие
Погрешность определения местоположения потребителя	от 1 до 5 см	от 5 до 50 см	от 5 дм до 2 м	от 5 см до 2 м

Источник: Официальный сайт ИАЦ КВНО ЦНИИмаш [21, 36].

Примечания:

1. Станции сбора измерений - контрольно-корректирующие станции, представляющие собой комплекс высокоточной навигационной аппаратуры, установленные в точках с известными координатами.
2. Информация о целостности системы - информация о сбоях в работе ГНСС, не обнаруженных или не исправленных её собственными средствами в процессе эксплуатации. Передача информация о целостности системы предотвращает использование потребителями некорректных навигационных данных.
3. Эфемеридно-временная информация – данные для расчёта орбиты космического аппарата и данные бортовых часов.
4. Наземные линии передачи данных - УКВ-радиостанции, системы подвижной беспроводной связи или сеть Интернет.

В настоящее время развиваются пять широкозонных системы дифференциальной коррекции: СДКМ, WAAS, EGNOS, GAGAN, MSAS. Все они представлены на Рис. 9.



Широкозонная система дифференциальной коррекции и мониторинга	СДКМ	РОССИЯ
Широкозонная система функциональных дополнений (Wide Area Augmentation System)	WAAS	США
Европейская геостационарная навигационная служба (European Geostationary Navigation Overlay Service)	EGNOS	ЕС
Геостационарное навигационное дополнение системы GPS	GAGAN	ИНДИЯ
Космическая система функционального дополнения (глобальных навигационных спутниковых систем) на космических аппаратах MTSAT (Multiple weather-observation and air Traffic control SATellite (MTSAT) Satellite Augmentation System)	MSAS	ЯПОНИЯ

Рис. 9 – Системы функциональных дополнений
Источник: Официальный сайт ИАЦ КВНО ЦНИИмаш [21, 36].

Зона действия системы СДКМ – вся территория Российской Федерации и прилегающие географические районы, основной потребитель системы – гражданская авиация. Корректирующая информация СДКМ передаётся с

помощью космических аппаратов системы ретрансляции «Луч». Третий аппарат в группировке «Луч-В» выведен на орбиту в 2014 г.

Существуют частные глобальные системы дифференциальной коррекции, например, StarFire navigation system (коммерческая система компании John Deere); Starfix DGPS System и OmniSTAR (коммерческая система голландской компании Fugro N.V.).

Отдельное место в числе глобальных систем дифференциальной коррекции занимает «сервис PPP» (англ., Precise Point Positioning – высокоточное абсолютное позиционирование). Технология PPP способна обеспечить точности позиционирования на уровне от дециметра до сантиметра и более (для режима статики) при сочетании точных спутниковых орбит и часов с двухчастотным приемником сигналов ГНСС (за счет учета эффекта влияния ионосферы первого порядка).

К основным преимуществам технологии PPP по отношению к другим методам дифференциального позиционирования следует отнести то, что для реализации PPP необходим только один приемник и не требуются специальные базовые станции в непосредственной близости от пользователя.

Следует специально выделить ФД, отличающиеся от традиционно применяемых потребителями – псевдоспутниковые и ассистирующие функциональные дополнения.

Псевдоспутниковые ФД представляют собой один или несколько псевдоспутников (навигационных спутников, размещенных на земле), формирующих навигационные сигналы в формате ГНСС. Они дополняют глобальное радионавигационное поле ГНСС в заданном районе и обычно имеют локальную рабочую зону. Ее размер определяется мощностью передатчика псевдоспутников и дальностью прямой видимости.

Ассистирующие ФД - системы, реализующие режим "Assisted GNSS" и формирующие не корректирующие поправки, а дополнительную вспомогательную информацию для ускорения вхождения в связь с

навигационным космическим аппаратом и повышения надежности местоопределений потребителей

Следует отметить, что все существующие виды функциональных дополнений не противопоставляются друг другу, а взаимно дополняются для обеспечения выполнения требований всех потребителей по точности, целостности, доступности навигационного обеспечения [21, 36].

1.2 Развитие локальных и альтернативных систем навигации и позиционирования

Системы локального позиционирования в отличие от систем глобального позиционирования не зависят от радионавигационной системы, передающей сигнал, который может при определенных условиях искажаться, доходить с задержками или вовсе не доходить до принимающего устройства. Наиболее распространенным типом систем локального позиционирования являются такие системы, которые способны работать в реальном масштабе времени RTLS (Real-time Locating Systems).

Помехоустойчивость, оптимальный радиус действия и точность позиционирования, малые габариты и низкое энергопотребление, простота эксплуатации – все это способствует активному внедрению и использованию систем локального позиционирования. Основные сферы применения: повышение эффективности технологических и бизнес процессов, разведывательные операции по поиску пострадавших в зонах ЧС, защита охраняемых объектов и зон и многие другие задачи, выполняемые в закрытых помещениях, либо на ограниченных территориях.

Таким образом, системы локального позиционирования активно задействуются в логистике и управлением производством, автоматизации

эксплуатации жилых помещений, транспортной телематике, в медицинских учреждениях и в силовых государственных структурах.

Использование RTLS зависит от поставленных задач и целей. Представляется удобным выделить основные группы технологий локального позиционирования с их дальнейшим раскрытием, более подробной характеристикой, выявленными преимуществами и недостатками, основными методами, применяемыми в этих технологиях:

- Радиолокационные технологии.
- Технологии инерциального позиционирования.
- Технологии, основанные на изменении магнитного поля.
- Оптические технологии.
- Ультразвуковые технологии.

Более подробно рассмотрим каждую из них:

Радиолокационные технологии

Радиолокация - определение с помощью радиоволн независимо от видимости точного местоположения любых удалённых объектов. К радиолокационным технологиям относятся:

1) UWB – это все радиочастотные технологии, у которых радиочастотный канал превышает либо 500МГц, либо он содержит 20% от величины центральной частоты модуляции. Базирующиеся на этой технологии RTLS системы характеризуется высокой точностью определения местоположения. Главное преимущество описываемой технологии – способность сохранять эффективность в помещениях со сложной геометрией и большим количеством помех.

Преимущества:

- Высокий уровень помехозащищённости;
- Сложно обнаружить передачу (высокая безопасность);
- Практически не оказывает помех для других коммуникаций;

– Чем выше частота, тем больше точность, но тем меньше радиус действия.

Недостатки:

– Малый радиус действия (до 10 м);
– Сложная инфраструктура;
– Помеха для ГНСС.

2) Wi-Fi – это технология передачи данных среднего радиуса действия, обычно покрывающая десятки метров, которая использует нелицензируемые диапазоны частот для обеспечения доступа к сети. Поскольку Wi-Fi изначально не предназначалась для использования в качестве технологии локального позиционирования, стандартная сеть предоставляет информацию с точностью лишь до точки доступа, поэтому для повышения точности определения местоположения используется RSSI или при некоторых доработках другие специализированные методы.

Преимущества:

– Широкое распространение;
– Низкая стоимость оборудования.

Недостатки:

– Для повышения точности, требуется увеличение плотности расположения базовых станций;
– Загруженность эфира Wi-Fi;
– Недостаточная точность определения местоположения для ряда задач, даже при применении специальных расширений Wi-Fi (в идеальных условиях 3-5 метров, в реальности 10-15 метров).

3) MiWi – это беспроводной протокол, разработанный компанией Microchip, предназначенный для построения дешевых радиосетей с передачей данных на небольшие расстояния. Фактически является упрощённым аналогом ZigBee.

Преимущества:

- Является дешёвой альтернативой стеку протоколов ZigBee;
- Является идеальным решением для дешёвых сетевых устройств с ограниченным объемом памяти;
- Предоставляется компанией без лицензии (при условии применения трансивера MRF24J40 и микроконтроллеров Microchip);
- Поддерживает шифрование сообщений;
- Поддерживает mesh-сети, «узел-узел» (peer-to-peer) соединения и другие топологии.

Недостатки:

- Необходимость установки дополнительного программного обеспечения;
- Проприетарная технология;
- Дорогостоящее обслуживание;
- Низкая скорость передачи данных приводит к ограничениям по размеру сетевого сегмента.

4) ZigBee – стандарт для набора высокоуровневых протоколов связи, использующих небольшие, маломощные цифровые трансиверы, основанный на стандарте IEEE 802.15.4 для беспроводных персональных сетей. ZigBee предназначен для радиочастотных устройств, требующие гарантированной безопасной передачи данных при относительно небольших скоростях и возможности длительной работы сетевых устройств от автономных источников питания (батарей).

Преимущества:

- Поддерживает как простые топологии сети («точка-точка», «дерево» и «звезда»), так и ячеистую (mesh) топологию с ретрансляцией и маршрутизацией сообщений;
- Содержит возможность выбора алгоритма маршрутизации, в

зависимости от требований приложения и состояния сети;

- Простота развертывания, обслуживания и модернизации;
- Способность к самоорганизации и самовосстановлению;
- Низкое энергопотребление.

Недостатки:

- Низкая скорость передачи данных.

5) NFER (Near-Field Electromagnetic Ranging) – относительно новая технология позиционирования, которая использует метки-передатчики и одно или несколько принимающих устройств. Технология основана на том, что сдвиг фаз между электрической и магнитной составляющей электромагнитного поля изменяется по мере удаления от излучающей антенны.

Вблизи небольшой (относительно длины волны) антенны электрическая и магнитная составляющие поля радиоволны сдвинуты по фазе на 90 градусов. При увеличении расстояния от антенны эта разница уменьшается. При достаточном удалении от антенны сдвиг фаз сходит к нулю.

Оптимальная для измерения расстояния дистанция между приемником и передатчиком лежит в пределах половины длины волны. Соответственно, чтобы обеспечить достаточно большую дистанцию передатчики метки должны использовать относительно низкие частоты. Обычно от 1 МГц (длина волны 300 м, оптимальная дистанция до 150 м) до 10 МГц (длина волны 30 м, оптимальная дистанция до 15 м). В зависимости от выбора частоты, NFER имеет потенциал для достижения точности до 30 см на расстоянии до 300 метров.

Преимущества:

- Подходит для применения в помещениях со сложной геометрией;
- Позиционирование с точностью 0,5-1 метр (в теории) на расстоянии 20-30 метров.

Недостатки:

- Относительно низкая эффективность антенны. Наиболее эффективна антенна, соизмеримая с длиной волны – обычно это четвертьволновой монополь. В случае NFER размеры такой антенны должны были бы составлять десятки метров, что неприемлемо;
- Несогласованность антенны требует увеличения мощности передатчика и ведет к относительно большим габаритам и весу меток.

6) NanoLOC – это технология компании Nanotron, во многом схожая с более старой версией NanoNET. Помимо скорости передачи информации в 1 Мбит/с на расстоянии в несколько сотен метров, эта технология позволяет определять расстояние между приемопередатчиками. Погрешность в определении расстояния — 2 метра, что позволяет определять, где находится приемопередатчик по отношению к другим таким же приемопередатчикам. Если необходимо определение в трехмерной системе координат, понадобятся четыре (и более) передатчика nanoLOC, координаты месторасположения которых уже известны.

Преимущества:

- Возможность работы в нелицензируемых диапазонах при мощности до 100 мВт;
- Используемые методы определения местоположения обеспечивают возможность локализации объектов за пределами зоны обслуживания со снижением точности;

- Большой выбор готового ПО (с открытыми кодами исходников);
- Автокорреляционные свойства сигнала делают технологию устойчивой к внешним помехам.

Недостатки:

- Ограничения по количеству устройств в сегменте;
- Проприетарная технология.

7) DECT – технология беспроводной связи на частотах 1880-1900 МГц с модуляцией GMSK (BT = 0,5), используется в современных радиотелефонах. Данная технология позволяет определять местоположение объекта с точностью до определённой базовой станции без использования специализированного программного обеспечения, а также с точностью 5-10 метров на открытом пространстве или в пределах помещений, находящихся в зоне обслуживания системы со специализированным ПО. Как и для большинства технологий, точность значительно снижается при работе в сооружениях, материалы конструкций которых имеют разнородную структуру.

Преимущества:

- Простота развёртывания DECT-сетей;
- Не требует специализированного обслуживания;
- Не требует лицензирования;
- Хорошая интеграция с системами стационарной корпоративной телефонии.

Недостатки:

- Относительно небольшая дальность связи (из-за ограничения мощности самим стандартом);
- Невысокая скорость передачи данных;
- Требуется специализированное оборудование.

8) Позиционирование в сотовых сетях – определение местоположения объекта на основе метода Cell Of Origin – по координатам соты, к которой подключен абонент. Точность позиционирования определяется радиусом соты. Для так называемых «пикосот» она составляет 100-150 метров. Возможно повышение точности до десятков метров.

Преимущества:

- Возможность использования существующей инфраструктуры сотовых операторов.

Недостатки:

- Лицензированный диапазон частот;
- Низкая точность позиционирования.

10) Bluetooth – спецификация беспроводных персональных сетей (Wireless personal area network, WPAN), ближнего радиуса действия, работающая в частотном диапазоне 2,4-2,4835 ГГц. В Bluetooth несущая частота сигнала меняется 1600 раз в секунду псевдослучайным образом, это позволяет избежать проблем при функционировании группы устройств в непосредственной близости, а также повысить безопасность передачи данных.

Преимущества:

- Повышенная безопасность и помехозащищенность;
- Низкое энергопотребление (BLE);
- Недорогое оборудование;
- Компактность модулей.

Недостатки:

- Невозможность достижения высокой точности определения местоположения.

Технология инерциального позиционирования

Технология инерциального позиционирования – это определение относительного местоположения и параметров движения различных объектов. Определение местоположения является автономным, то есть не требует наличия внешних ориентиров или поступающих извне сигналов. Сущность инерциального позиционирования состоит в определении ускорения объекта и его угловых скоростей с помощью установленных на движущемся объекте датчиков (акселерометры, гироскопы и пр.). Полученные таким образом данные позволяют определить скорость, пройденный путь объекта и др.

Преимущества:

- Автономность

Недостатки:

- Является уточняющей технологией, т.к. требует периодического уточнения местоположения с помощью реперных точек;
- Ложные срабатывания (из-за неправильного определения характера движения);
- Высокое энергопотребление.

Технологии позиционирования, основанные на изменении магнитного поля

Технологии позиционирования, основанные на изменении магнитного поля – это определение местоположения объекта, основанное на измерении локальных изменений магнитного поля, которые могут послужить критерием для магнитного позиционирования. Чтобы начать работать с такой технологией, необходимо вначале составить карту изменений магнитного поля.

Преимущества:

- Не требуется расстановка анкерных точек.

Недостатки:

- Необходимость содержания карт изменений магнитного поля в актуальном состоянии;
- Низкий уровень точности локации (зависит от количества и интенсивности локальных изменений магнитного поля).

Ультразвуковые технологии позиционирования

Ультразвуковые технологии позиционирования – ультразвуковые датчики работают на частотах от 40 до 130 кГц. Расстояние рассчитывается по времени прохождения сигнала от датчика до приемника. Используя несколько приемников, можно точно рассчитать местоположение передатчика. Точность повышается при использовании четырёх и более приемников.

Преимущества:

- Высокая точность позиционирования.

Недостатки:

- Ослабление сигнала из-за препятствий;
- Ложные сигналы из-за отражений;
- Помехи от высокочастотных источников звука;
- Малый радиус.

Для исключения недостатков, описанных выше, требуется тщательное планирование системы, а также постоянная калибровка, в целях уменьшения влияния погрешностей в работе системы.

Оптические технологии позиционирования

Оптические технологии позиционирования – данные технологии представлены двумя подгруппами – технологиями инфракрасного и лазерного позиционирования.

1) В системах инфракрасного позиционирования мобильные устройства излучают импульсы в ИК диапазоне с определенной периодичностью. Импульсы воспринимаются приемниками системы, и местонахождение прибора рассчитывается по времени прохождения сигнала от источника к приемнику. В некоторых случаях функции приемника и передатчика объединены, т.е. работа идет с отраженным сигналом.

Преимущества:

- Высокая дальность измерений.

Недостатки:

- Помехи от солнечного света, пыли.

2) Лазерное позиционирование производится по такому же принципу как инфракрасное и ультразвуковое. Мобильные приборы испускают лазерные импульсы с определенной периодичностью. Эти импульсы воспринимаются приемниками системы, и местонахождение прибора рассчитывается по времени прохождения сигнала от источника к приемнику. Излучатель может быть и приемником сразу, т.е. может работать и на отраженном сигнале.

Преимущества:

- Высокая точность измерений.

Недостатки:

- Ограниченное применение;
- Для определения местоположения необходима прямая видимость.

Все технологии локального позиционирования, за исключением радиочастотных, являются узконаправленными, используются, как правило, для уточнения локации [37].

Говоря о технологиях собственно позиционирования, целесообразно назвать основные методы, использующиеся при определении местоположения и измерении координат мобильных объектов в радиосетях [38]:

- RSS (Received Signal Strength) – расстояние до объекта оценивается по мощности (уровню) сигнала. Данный метод хорошо работает на малых расстояниях, но при увеличении дальности дает большую ошибку за счет специфики распространения радиосигнала.
- AoA (Angle of Arrival) – местонахождение абонента определяется в пределах площади треугольника, образованного пересечением осей диаграмм направленности антенн секторов трех базовых станций (модифицированный метод триангуляции).
- ToF (Time of Flight) – измерение времени прохождения электромагнитной волны от мобильного устройства до точки доступа за счет использования сигнала с линейно-частотной модуляцией.
- ToA (Time of Arrival) – измерение времени прохождения сигнала от мобильного терминала до базовой станции, при котором расстояние до объекта рассчитывается исходя из разницы времени отправки сигнала и его получения. При этом данный способ требует строгой синхронизации времени на отправителе и получателе, чего достигнуть достаточно сложно.
- TDoA (Time Difference of Arrival) – производится измерение разницы времени прихода сигнала от мобильного устройства до нескольких базовых станций. Также как и при предыдущем способе, требуется строгая синхронизация времени, но только на базовых

станциях, к мобильному устройству таких требований не предъявляется.

- RTT (Round TripTime). Базовая станция отправляет сигнал на мобильное устройство и дожидается получения ответного сигнала, по разнице времени отправки и получения сигнала определяется время прохождения сигнала в обоих направлениях, а, следовательно, и расстояние между объектами.
- LPT (Location Patterning Techniques) – определение местоположения производится с использованием распознавания образов радиосигналов, основано на выборке и записи радиообразцов поведения сигнала в определенной окружающей среде.
- RF (footprint or fingerprint) – по уникальному радиочастотному следу – с использованием спектрального портрета сигнала.
- IMU (Inertial Measurement Unit) – инерциальная навигация с использованием датчиков движения мобильного устройства – акселерометра, гироскопа, магнитометра.

Выбор метода зависит от многих условий. Это и требуемая точность позиционирования, и темп опроса, и число позиционируемых объектов, возможности их временной синхронизации, наличие и характер помех и др. По возможности, следует отдавать предпочтение наиболее простым методам, например, RSS, но при повышенных требованиях к точности и в нестабильных условиях этого может оказаться недостаточно. В сложной, постоянно меняющейся обстановке больших помещений, связанной с постоянным перемещением большого числа людей, наиболее подходящими представляются дальномерные параметры, получаемые на основе двусторонней оценки ToA. Они не требуют жесткой временной синхронизации, более точны, чем RSS, и предпочтительней TDoA, так как абонент в абсолютном большинстве ситуаций находится внутри зоны

покрытия [39].

В настоящее время для повышения точности используются системы, в которых происходит объединение различных технологий позиционирования.

1.3 Развитие гибридных систем навигации и позиционирования

Данный вид позиционирования объединяет преимущества локального и глобального позиционирования и сводит к минимуму недостатки входящих в них технологий. Устройства, поддерживающие технологию гибридного позиционирования, могут переходить от локального к глобальному позиционированию и, наоборот, в зависимости от возможности приема того, или иного радиосигнала. Использование подобных устройств помогает контролировать объекты как внутри закрытых пространств, так и за их переделами на открытой местности в рамках одной системы мониторинга персонала или техники [40].

Сравнение различных систем позиционирования приведены в Табл. 14 – Сравнение систем позиционирования.

Табл. 14 – Сравнение систем позиционирования

Локальное позиционирование	Глобальное позиционирование	Гибридное позиционирование
Точность: Зональное – до 20 м* Wi-Fi, Bluetooth, RFID, ZigBee Точное - от 0,1 до 3 м* nanoLOC, UWB	**Точность:** GPS / ГЛОНАСС – от 2 до 6 м	**Точность:** от 0,1 до 20 м
Преимущества Позволяет определять местоположение объекта внутри помещений, под землей и в зонах, где невозможно использование систем глобального позиционирования.	**Преимущества** Определяет местоположение объекта на поверхности земли без необходимости создания дополнительной инфраструктуры.	**Преимущества** В одном устройстве сочетаются две технологии позиционирования, благодаря чему устройство позиционирует объект в любых условиях, независимо от местоположения*.

Источник: Официальный сайт компании RealTrac [40].

Как уже было отмечено выше, производительность ГНСС ухудшается в таких условиях, как городская застройка или закрытые помещения, когда нет прямой видимости между мобильным устройством и спутниками. В этих случаях малая мощность принимаемого сигнала, влияние многолучевости и помех делают отдельный НАП ГНСС почти бесполезным. С другой стороны, быстрое развертывание и широкое распространение беспроводных систем

связи в сочетании с высокой доступностью гибких недорогих коммерческих готовых компонентов, излучающих электромагнитные сигналы, предполагает изучение их совместного использования, для того чтобы совместно с ГНСС определять местоположение пользователя.

Необходимо признать, что в настоящее время наблюдается сильное сближение технологий за счет интеграции навигационных и коммуникационных устройств, приложений и услуг. Передним краем беспроводного позиционирования является гибридизация спутниковых и наземных систем на базе концепции бесшовного позиционирования, которая использует наземные сотовые сети для повышения точности навигационного приемника [41].

ВЫВОДЫ:

1. Глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС) являются основой средств координатно-временного и навигационного обеспечения по причине их преимуществ в решении навигационных задач за счет высокой точности определения координат и времени, оперативности, дешевизны и малых габаритов энергопотребления аппаратуры потребителей. Технологии спутниковой навигации, помимо традиционных военных применений, прочно вошли в повседневный быт и используются практически во всех отраслях экономики. Существенная зависимость критической инфраструктуры от работоспособности ГНСС, учитывая уязвимость этих систем, вызывает необходимость, как совершенствования самих систем спутниковой навигации и аппаратуры потребителя, так и поиск новых, альтернативных источников навигационной информации.
2. Функциональные дополнения (ФД) ГНСС предоставляют потребителям дополнительную информацию, позволяющую повысить точность и достоверность определения пространственных координат, скорости движения и времени. Все существующие виды ФД ГНСС взаимно

дополняются для обеспечения выполнения требований всех потребителей по точности, целостности, доступности навигационного обеспечения.

3. К дальнейшим направлениям совершенствования ГНСС можно отнести: повышение доступности и точности навигационных определений; повышение надежности и срока службы аппаратуры и улучшение целостности системы; улучшение совместимости с другими радиотехническими системами; улучшение сервиса, предоставляемого пользователям. В целях улучшения работы ФД ГНСС необходимо принимать новые стандарты, улучшать нормативную базу и разрабатывать конструкторскую документацию на соответствующее оборудование.
4. Существует множество технологий локального позиционирования. Наиболее популярными при этом являются беспроводные технологии. Во многих случаях беспроводные технологии имеют общие методы оценки параметров позиции, такие как уровень принимаемого сигнала (RSS), время его приема (TOA), разница во времени приема (TDOA), угол приема (AOA) и др. Тем не менее, точность окончательного определения местоположения зависит от различных аспектов, но, в частности, она тесно связана с форматом сигнала, диапазоном и свойствами его распространения в беспроводных технологиях, используемых в системах позиционирования.
5. Основными трендами локального позиционирования являются: улучшение потребительских характеристик систем локального позиционирования в реальном режиме времени в рамках существующих технологий; популяризация и расширение спектра услуг предоставляемых системами локального позиционирования в режиме реального времени; решение проблемы электромагнитной совместимости с другими радиоэлектронными средствами, функционирующими в подобном частотном диапазоне; создание систем локального позиционирования на базе принципиально новых технологий; поиск путей увеличения экономической эффективности бизнес-проектов, зависящих от позиционирования продукции в пространстве и времени.

6. В настоящее время наблюдается сильное сближение технологий за счет интеграции навигационных и коммуникационных устройств, приложений и услуг. Передним краем беспроводного позиционирования является гибридизация спутниковых и наземных систем на базе концепции бесшовного позиционирования, которая использует наземные сотовые сети для повышения точности навигационного приемника.

Далее рассмотрим особенности функционирования аппаратуры потребителей, включающей в себя определение местоположения от различных источников информации.

ГЛАВА 2. Перспективы развития аппаратуры потребителей

2.1 Аппаратура потребителей ГНСС

2.1.1 Основные характеристики НАП ГНСС

Навигационная аппаратура потребителей (НАП) является важнейшей составной частью навигационного обеспечения.

В целом, под НАП понимается изделие в законченном виде или совокупность приемо-измерительного модуля с антенной, предназначенная для приема и обработки радиосигналов РНС в целях решения навигационных задач и синхронизации шкал времени потребителей.

Приемоиндикаторная аппаратура НАП разрабатывается для воздушных, морских, речных и наземных потребителей для работы по различным видам РНС с учетом специфики решаемых задач.

Практически все потребители ориентированы в перспективе на использование бортовой интегрированной аппаратуры с комплексной обработкой сигналов от нескольких РНС космического и наземного базирования.

В последние годы происходит бурный рост парка НАП. Благодаря развитию микропроцессорной техники и средств связи на рынке появляются новые модели товаров и виды услуг в области навигации.

Состав требований к НАП и ее характеристикам определяется спецификой задач, решаемых потребителем.

Наиболее массовым техническим средством, которое находит своих потребителей в разных областях деятельности, становится НАП ГНСС.

Наряду с решением исключительно навигационных задач, возможности ГНСС широко используются в системах точного времени, связи, геодезии, картографии, метеорологии, на транспорте, в управлении городским хозяйством, строительстве, сельскохозяйственной деятельности, при проведении поисково-спасательных работ, для туризма и путешествий.

Спутниковая навигация признана потребителями как одно из наиболее надежных и точных средств позиционирования. Требования к НАП ГНСС сформулированы и регулярно уточняются.

В число задаваемых требований обычно включаются погрешности определения (измерения) координат, вектора скорости и времени, время получения первого отсчета, непрерывность (устойчивость) навигационных измерений НАП (длительность перерывов в навигационных определениях) при наличии внешних помех, время восстановления выдачи навигационных параметров после потери слежения за навигационными сигналами и др.

При проведении анализа различной НАП ГНСС внутри одного класса к сравнению принимаются следующие характеристики [36, 42]:

- количество отслеживаемых каналов;
- тип отслеживаемого сигнала;
- максимальное число отслеживаемых спутников;
- габариты;
- вес;
- погрешности определения (измерения) координат, вектора скорости и времени;
- частота обновления данных;
- время «холодного» старта;
- время «теплого» старта;
- время захвата (синхронизации);
- количество портов;
- типы интерфейсов;
- скорость передачи данных;
- диапазон рабочих температур и других условий применения;
- потребляемая мощность;
- требования к источнику питания;
- наличие функции мониторинга целостности;

- возможность приема информации от дополнительных внешних источников;
- тип используемой антенны.

Основные характеристики НАП ГНСС современных моделей лежат в следующих диапазонах [36, 42]:

- Количество каналов приема — не менее 24. Различные мультисистемные модели НАП способны отслеживать от 24 до 216 и даже 336 каналов, используя дополнительно сигналы ГЛОНАСС, WAAS, EGNOS, MSAS и др.
- Погрешность определения (измерения) координат, в зависимости от режима работы, составляет от 1 до 20 м. Имеются модели НАП, обеспечивающие сантиметровую точность.
- Потребляемая мощность находится в пределах от 0,03 до нескольких десятков Вт.
- Время захвата составляет от 1 до 1 000 нс.
- Время «холодного старта» — от 30 с до 10 мин.
- Время «горячего старта» — от 5 с до 4 мин.
- Рабочие температуры — от минус 50 до плюс 85 °С.
- Скорость передачи данных — от 300 бит/с до 100 Мбит/с.
- Диапазон габаритных размеров НАП ГНСС - от величин, измеряемых в миллиметрах, до нескольких десятков сантиметров.
- Масса - от нескольких граммов до нескольких килограммов.

Первые образцы приемной аппаратуры спутниковых навигационных систем создавались в одноканальном исполнении, весили десятки килограммов и стоили десятки тысяч долларов. Сегодня многоканальные портативные приемники весят десятки граммов, что позволяет интегрировать их в мобильные устройства различного назначения.

Упрощённая структурная схема приёмной аппаратуры спутникового сигнала приведена на Рис. 10.

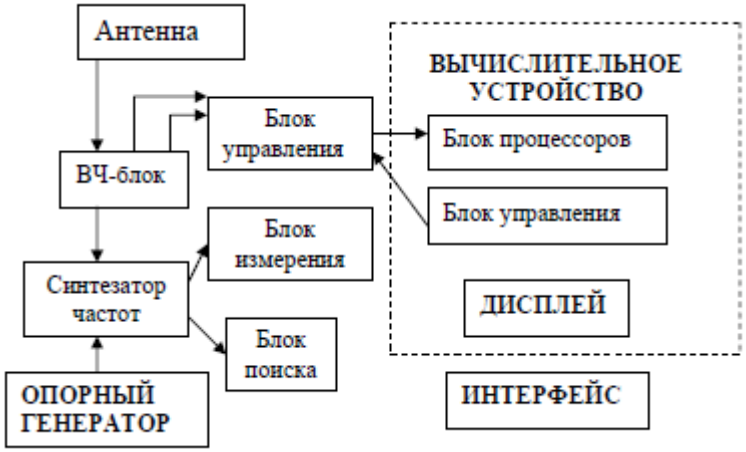


Рис. 10 – Структурная схема НАП ГНСС

Источник: Корецкая Г.А. Навигационные системы в кадастре / Кемерово, 2013. – 48 с. [43].

Первые приемники поддерживали обработку аналоговых сигналов, в современных используются высокоэффективные алгоритмы цифровой обработки сигналов. При всем разнообразии конструкций НАП, как правило, она обеспечивает:

- прием радиосигнала и его преобразование в цифровой;
- синхронизацию по несущей частоте и временной шкале;
- измерение задержек распространения сигнала и доплеровского сдвига несущей частоты;
- формирование навигационного решения.

2.1.2 Классификация НАП ГНСС

НАП ГНСС можно классифицировать по следующим признакам [44]:

- по типу используемых ГНСС;
- по области применения;
- по условиям применения;
- по уровню специализации;
- по характеру динамичности потребителя;

– по используемым режимам измерений;
– по числу каналов обработки сигналов;
– по функциональным возможностям определения параметров;
– по точности;
– по возможностям получения информации автономного определения (самоопределения) координат местоопределения;
– по виду отображения информации;
– по возможностям контроля целостности;
– по уровню интеграции;
– по виду обрабатываемых сигналов;
– по возможностям информационного противодействия.

Более подробные сведения по классификации НАП ГНСС приведены в Приложении А.

2.1.3 Области применения НАП ГНСС

В соответствии с назначением, различают следующие основные виды НАП ГНСС [36]:

– НАП авиационного применения;
– НАП морского и речного применения;
– НАП наземного применения;
– НАП геодезического применения;
– НАП с функциями синхронизации времени и частоты;
– НАП общего назначения;
– навигационные приемники для мобильных беспроводных устройств;
– навигационные модули.

Ниже более подробно рассмотрим каждый из видов НАП ГНСС.

НАП авиационного применения

К НАП авиационного применения отнесены изделия, устанавливаемые на борту самолета или вертолета и обеспечивающие сопряжение с другими бортовыми системами навигации и связи. Спектр применения бортовой НАП довольно широк — от автономного навигатора до составной части единого комплекса связи, навигации и наблюдения (концепция CNS). Спецификация (характеристики) бортовых навигационных систем определяется международными и национальными стандартами и должна отвечать, в первую очередь, требованиям обеспечения безопасности полетов ВС.

НАП морского и речного применения

К аппаратуре морского применения отнесены радионавигационные приемники, предназначенные для размещения на борту судов морского или речного флота. Характеристики данного класса аппаратуры определены международными и национальными стандартами. Такие системы допускают интеграцию с другими средствами навигации, например, с радиолокационными станциями или эхолотами, образуя единый навигационный комплекс, обеспечивающий заданные параметр судоходства. Кроме того, навигационные датчики ГНСС могут сопрягаться с бортовыми радиомаяками, что позволяет существенно повысить эффективность поисково-спасательных работ.

НАП наземного применения

К аппаратуре наземного применения отнесены автомобильные и бытовые носимые приемники РНС. Для бытовых приемников основными требованиями являются: приемлемая цена, простота использования, компактность, удобный интерфейс, возможность подключения компьютера. Автомобильный навигационный приемник представляет собой более широкий класс аппаратуры — от автономного навигатора до сложного телематического модуля, позволяющего в реальном времени в беззапросном режиме осуществлять контроль за перемещением транспортных средств и, в том

числе, поиск угнанного автотранспорта. В некоторых случаях телематический модуль может осуществлять дополнительные функции по мониторингу датчиков, контролирующих состояние устройств автомобиля или груза.

НАП геодезического применения

Радионавигационная аппаратура геодезического применения предназначена для высокоточной геодезической оценки базовых линий путем использования кодовых и высокоточных фазовых измерений с последующей камеральной обработкой или в режиме кинематики реального времени. Навигационный приемник геодезического класса, в зависимости от условий применения, может поддерживать широкий набор опций, включение которых зависит от требований покупателя. Среди наиболее значимых опций можно отметить прием сигналов нескольких систем навигации, двухчастотные измерения, прием сигналов локальных или широкозонных систем функциональных дополнений, поддержка RTCM протокола, решение по базовой линии в режиме реального или псевдореального времени. К этому же классу аппаратуры отнесены опорные референцные станции, которые обеспечивают стандартный набор функций по приему, накоплению, обработке и передаче информации, включая данные дифференциальной коррекции.

НАП с функциями синхронизации времени и частоты

К НАП с функциями синхронизации отнесены устройства, обеспечивающие частотную или временную синхронизацию систем и средств пользователя. Хранителем эталона единиц времени и частоты является спутниковая система, обеспечивающая глобальную зону действия своего сервиса. Подобная НАП активно применяется для создания систем единого времени (СЕВ) в локации, связи, управлении и мониторинге удаленными объектами, в том числе с высокой динамикой состояния. Точность синхронизации времени, в зависимости от условий использования и

аппаратных решений, может достигать (10-30) нс без использования дополнительных устройств стабилизации.

НАП общего назначения

К НАП общего назначения отнесены платы навигационных приемников, на основе которых можно сконструировать устройства для последующего применения в соответствии с требованиями заказчика. Использование различных платформ навигационных приемников позволяет создавать значительное количество телематических модулей для мониторинга движения наземных транспортных средств, в том числе противоугонных систем. Исходя из возможностей платформы и требований заказчика, одно и то же изделие может быть использовано в различных системах и условиях применения.

Навигационные приемники для мобильных беспроводных устройств

Навигационные приемники для мобильных беспроводных устройств (коммуникаторов, смартфонов, интернет-планшетов и т.д.) являются одним из наиболее перспективных и быстрорастущих сегментов рынка аппаратуры глобального позиционирования. Для прорыва ГНСС-приемников на сотовый рынок были созданы весомые технологические предпосылки, в том числе, миниатюрные ГНСС-чипы и многофункциональные процессоры со специальным программным обеспечением.

Навигационные модули

К классу навигационных модулей отнесены элементы навигационных приемников в составе навигационных плат или наборов микросхем. Эти элементы выполняют основные функции навигационных систем - решение навигационной задачи и прием информационных сообщений НКА. Исходя из специфики деятельности разработчика, навигационные модули возможно

комплектовать с другими техническими средствами, реализующими интерфейс, обработку и передачу данных в зависимости от специфики требований потребителя. Учитывая широкий спектр применения навигационной аппаратуры, номенклатура изделий на базе навигационных модулей находит применение в системах телематики на транспорте, в связи, охранных системах и т.д.

Задачи высокоточного определения координат и времени, синхронизации удаленных потребителей все больше становятся неотъемлемой частью социально-экономической деятельности, все шире применяются в повседневной жизни. Этот процесс ускоряется, и это ускорение можно сравнить разве что с развитием телефонии. Далее рассмотрим принципы функционирования устройств, позволяющих передавать цифровую информацию через аналоговые линии связи, например, через телефонные линии или с помощью радиоволн. Таким устройством является модем [45, 46].

2.2 Модемы

2.2.1 Основные характеристики модемов

Модем - функциональное устройство, обеспечивающее модуляцию и демодуляцию сигналов. Процесс преобразования данных из цифровой формы в аналоговую называется *модуляцией*. Процесс преобразования данных из аналоговой формы в цифровую называется *демодуляцией*. Таким образом, основное назначение модема - преобразование данных из цифровой формы в аналоговую, пригодную для передачи по телефонному каналу и, наоборот, из аналоговой в цифровую [47].

По типу сети и соединения различают *телефонные, кабельные и радиомодемы*. Последние используют эфир как среду передачи вместо телефонных проводов. В этом его отличие от проводных модемов. Поэтому вместо телефонного разъема радиомодем имеет антенный разъем, куда вставляется антенна или антенный кабель. Кроме того, радиомодем содержат

радиопередатчик/приемник [48]. Таким образом, радиомодемы представляют собой законченное изделие в корпусе.

Радиомодемы, в свою очередь, подразделяются на *спутниковые* и *беспроводные (сотовые) модемы*. Спутниковые модемы – используются для передачи данных через радиоканал с ретрансляцией через ИСЗ. Беспроводные модемы – приёмопередатчики, использующие сети операторов мобильной связи. Чаще всего эти устройства относятся к системе подвижной радиотелефонной связи стандартов GSM и/или UMTS, не имеющие органов управления и дисплея, управляемые от специализированного контроллера и предназначенные для работы в устройствах или системах, использующих сети подвижной радиотелефонной связи стандартов GSM и/или UMTS для голосовой связи и обмена данными [8].

GSM-модем – устройства сотовой связи, которые позволяют осуществлять беспроводной обмен информацией между различным оборудованием в зоне действия сетей GSM. Под термином GSM-модем подразумевается полностью готовое к работе устройство, изготовленное на основе базового модуля и не требующее дополнительных доработок. В стандартном варианте GSM-модем содержит в закрытом корпусе базовый модуль, схемы электропитания цифрового и радиочастотного блоков, аудиосистему, интерфейсы, разъемы для питания и антенны, держатель и интерфейс SIM-карты [49**]**.

UMTS-модем – устройства сотовой связи, которые позволяют осуществлять беспроводной обмен информацией между различным оборудованием в зоне действия сетей 3G.

На сегодняшний день распространены беспроводные модемы, включающие в себя сразу несколько стандартов связи, что позволяет выбирать не только частотный диапазон, но и режим работы устройства.

Помимо GSM и UTMS существует множество других стандартов беспроводной передачи данных, среди которых можно выделить наиболее популярные Bluetooth и Wi-Fi.

Беспроводные модемы должны удовлетворять требования к частоте, мощности изучения, временным и скоростным характеристикам сети, обладать вычислительными возможностями для обеспечения функционирования выбранного типа сети [50].

Примерами стандартных технических характеристик беспроводных модемов могут служить следующие параметры [51]:

- поддерживаемые стандарты передачи данных;
- количество каналов передачи данных;
- требования к источнику питания;
- скорость передачи данных;
- потребляемая мощность;
- количество портов;
- типы интерфейсов;
- чувствительность;
- диапазон частот;
- габариты;
- вес.

Стандартная функциональная схема беспроводного модема включает в себя радиоблок (приемопередатчик, усилитель мощности и внешний радиочастотный интерфейс), процессор памяти и ряд интерфейсов (например, USB). В качестве примера рассмотрим блок-схему GSM-модема, представленную на Рис. 11.

Рис. 11 – Структурная схема GSM-модема

Источник: Елисеев Н. GSM-модули: области применения и производители / Электроника: Наука, технология, бизнес. – 2006. – №4. – С.50-59. [52].

Примечание: ARM-процессор – Advanced RISC Machine -процессор
ОЗУ – оперативное запоминающее устройство;
UART – Universal Asynchronous Receiver-Transmitter;
USB – Universal Serial Bus;
SPI – Serial Peripheral Interface
GPIO – General-Purpose Input/Output

В свою очередь, приемопередатчик (трансивер) является основой радиомодуля. Достаточно часто радиомодуль отождествляют с приемопередатчиком, объединяя их под одним термином – модуль связи. Функциональную схему модуля связи рассмотрим на примере устройства PAN 2355 компании Panasonic, изображенного на Рис. 12.

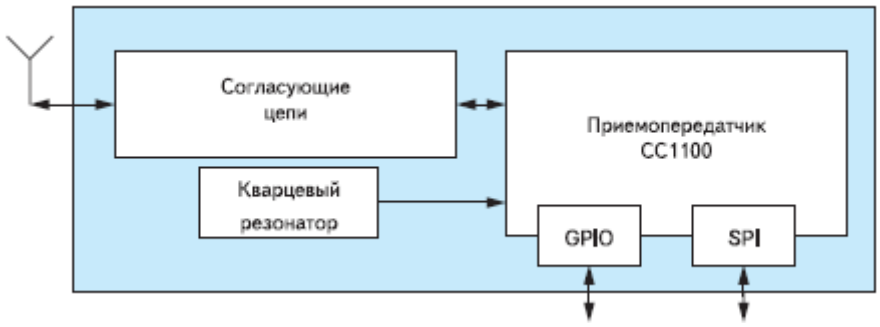


Рис. 12 – Структурная схема модуля связи

Источник: Аникин А. Приемопередатчики PAN 2355 для частотного диапазона 868 МГц / Беспроводные технологии. – 2007.– № 4. – С. 29-34. [45].
Примечание: GPIO - General-Purpose Input/Output (интерфейс ввода/вывода общего назначения);
SPI - Serial Peripheral Interface (последовательный периферийный интерфейс).

Обычно приемопередатчик рассчитан на работу в большом диапазоне частот, поэтому фактический рабочий диапазон модуля связи задается согласующими высокочастотными цепями и внешним микроконтроллером, для связи с которым предусмотрен интерфейс SPI [45].

Конструктивно модуль связи может быть как самостоятельным устройством, для управления которого используется отдельное вычислительное ядро, например, микроконтроллер, так и системой на кристалле (SoC), где приёмопередатчик с ядром объединены в одном корпусе. Основой модуля в подобном исполнении является чипсет. Выбор производителя зависит от приоритета: меньшие габариты и меньшая вычислительная мощность (SoC) или большие вычислительные возможности

с отдельным управляющим устройством [50]. Структуру модуля связи на одном кристалле представим на Рис. 13.

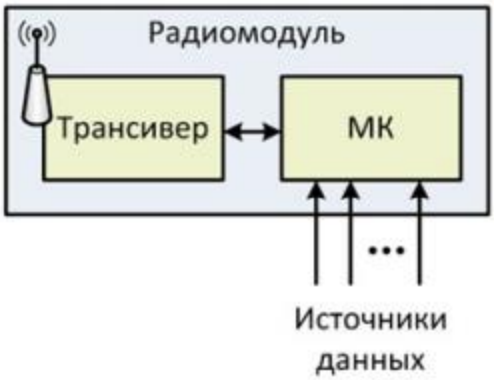


Рис. 13 – Структурная схема модуля связи на одном кристалле

Источник: 1. Азизов Р.Ф., Аминев Д.А., Бакишов Ш.М. Методика проектирования радиомодуля для беспроводной децентрализованной сети / Проектирование и технология электронных средств. – 2017.– № 1. – С. 20-25 [50].
Примечание: МК – микроконтроллер.

Строгой классификации модемов не существует по причине большого разнообразия как самих модемов, так и сфер применения и режимов их работы. Тем не менее, можно выделить ряд признаков, в соответствии с которыми можно провести условную классификацию.

2.2.2 Классификация беспроводных модемов

В качестве классификационных критериев радиомодемов можно использовать следующие характеристики оборудования [53]:

- назначение (область применения);
- диапазон рабочих частот;
- выходная мощность радиопередатчика;
- число рабочих каналов;
- режимы работы;
- скорость передачи данных;
- тип и количество интерфейсов сопряжения;
- поддерживаемые протоколы и приложения;
- климатическое исполнение и температурный диапазон.

Более подробные сведения по классификации беспроводных модемов приведены в Приложении А.

2.2.3 Области применения беспроводных модемов

Различают следующие сферы применения беспроводных модемов [46]:

- системы безопасности и оповещения;
- системы контроля доступа;
- платежные системы (банкоматы и платежные терминалы);
- системы мониторинга окружающей среды;
- сбор информации со счетчиков энергоносителей;
- управление производственными процессами;
- мониторинг положения автотранспорта;
- сбор информации с торговых автоматов;
- мобильный доступ в Интернет и другие сети.

2.3 Навигационно-связная аппаратура потребителей

2.3.1 Основные характеристики навигационно-связной аппаратуры потребителей

Как было отмечено ранее, на сегодняшний день наблюдается сильное сближение технологий за счет интеграции навигационных и коммуникационных устройств. В последнее время заметно изменилась функциональность привычных НАП ГНСС. Многие модели навигационных устройств имеют встроенный GSM-модем. На этом фоне все большую популярность набирает разработка навигационно-связной аппаратуры потребителей. Самый массовый навигационно-связной прибор на российском рынке — это терминал системы экстренного вызова при аварии («ЭРА-ГЛОНАСС»).

Российская государственная система экстренного реагирования при авариях на автомобильном транспорте ЭРА-ГЛОНАСС введена в промышленную эксплуатацию с 1 января 2015 г. в соответствии с федеральными законами № 395-ФЗ, № 235-ФЗ и постановлением Правительства РФ от 26.12.2014 № 1530 [54].

Автомобильная система для ЭРА-ГЛОНАСС содержит два основных блока: навигационный модуль и модуль связи GSM/UMTS. Навигационный модуль постоянно определяет координаты транспортного средства (ТС). В случае аварии по сигналу датчиков движения срабатывает аварийная система, и модуль GSM/UMTS передает минимальный набор данных (координаты, параметры ТС, состояние пассажиров) в центр обработки звонков (ЦОЗ).

Требования, предъявляемые к оборудованию ЭРА-ГЛОНАСС, устанавливаемому на автомобильном транспорте, регламентируются ГОСТ Р 54620-2011 (редакция №1 от 01.09.2012) [7].

К автомобильному навигационному приемнику оборудования ЭРА-ГЛОНАСС предъявляются следующие требования [7]:

- навигационный модуль, входящий в состав автомобильной системы (АС), может быть как встроенным в АС, так и внешним по отношению к ней (встроен в другой электронный блок, установленный на транспортном средстве);
- навигационный модуль должен принимать и обрабатывать сигналы стандартной точности в диапазоне частот L1 ГНСС ГЛОНАСС;
- навигационный модуль может принимать и обрабатывать сигналы других ГНСС (например, GPS);
- навигационный модуль должен предоставлять возможность определения навигационных параметров с использованием сигналов только навигационной системы ГЛОНАСС;
- навигационный модуль должен использовать функцию RAIM для определения тех спутников, информацию с которых нельзя применять при расчетах навигационных характеристик;
- навигационный модуль должен обеспечивать определение навигационных параметров в системах координат ПЗ-90.11 или WGS-84 (предпочтительно использовать систему координат ПЗ-90.11);
- предельные погрешности не должны превышать плановые координаты в 15 м, высоту 20 м, вектор скорости 0,1 м/с (при доверительной вероятности 0,95);
- указанные требования по точности должны обеспечиваться в диапазоне скоростей от 0 до 250 км/ч и в диапазоне линейных ускорений от 0 до 2g при условии наличия краткосрочных вертикальных ускорений от 0 до 5g и при значениях пространственного геометрического фактора не более 4;
- минимальный временной интервал обновления обсервационных данных должен быть не более 1 с;

Функциональную схему навигационно-связной аппаратуры рассмотрим на примере системы слежения за подвижными объектами, представленную на Рис. 14.

Рис. 14 – Структурная схема навигационно-связной аппаратуры

Источник: Валентик А., Скиба Л. Программное обеспечение OpenAT для GSM-модемов компании Wavecom / Киев: ЭКиС, 2004. - № 1. [55].

Примечание: АЦП – аналого-цифровой преобразователь
GPS – Global Positioning System
GSM – Global System for Mobile Communications
АТ-команды – Attention-команды
ЖК-дисплей – жидкокристаллический дисплей

Согласно Рис. 14 микропроцессор считывает данные с НАП ГНСС о местоположении объекта и передает их с помощью GSM-модема через сеть на диспетчерский пункт. Клавиатура и ЖК-дисплей используются для управления системой. Дополнительно микропроцессор анализирует сигнал с датчика Д (например, датчика давления, температуры и т. д.) и, в случае необходимости, также передает информацию о состоянии датчика с помощью GSM-модуля на диспетчерский пункт [56].

2.3.2 Классификация навигационно-связной аппаратуры потребителей

Классификация навигационно-связной аппаратуры потребителей объединяет в себе классификации навигационных и связных модулей, рассмотренные нами ранее.

2.3.3 Область применения навигационно-связной аппаратуры потребителей

Отметим, что в настоящее время достигнутый уровень технических и эксплуатационных показателей навигационно-связной аппаратуры позволил охватить [36, 57]:

- пилотируемые и беспилотные транспортные средства (наземные, водные, воздушные);
- системы экстренного реагирования;
- системы управления и идентификации;
- синхронизацию систем связи автоматических идентификационных систем;
- проведение топогеодезических и картографических работ;
- землеустроительные и кадастровые работы;
- мониторинг состояния земной коры;
- геологоразведочные работы и функционирование ТЭК;
- строительство и контроль протяженных и высотных сооружений;
- работы в протяженных и глубоких карьерах и горнодобывающих предприятиях;
- обеспечение точной агротехники;
- сопряжение с аппаратурой всемирной системы терпящих бедствие;
- системы медицинского мониторинга;
- информационно-навигационные системы и комплексы;
- ГИС-технологии;

– системы страховой телематики;
– персональные потребности в определении координат (туризм, альпинизм, охота и т.д.);
– мобильные телефоны и другие беспроводные устройства.

Подробно рассмотрев структуру оборудования, в которое входят навигационные, связные и навигационно-связные модули, можно дать определение «модуля». **Модуль** – это базовый элемент, для запуска которого необходимы дополнительные комплектующие и оборудование [49]. Определяющей характеристикой любого модуля является чипсет, на котором он реализован, поскольку именно чипсет определяет вычислительные способности рассматриваемых изделий [59]. Конструктивно модуль может быть выполнен в корпусном, либо бескорпусном виде. Таким образом, модуль не является законченным устройством, он выполняет только базовые функции, используя которые можно разрабатывать различные типы готовой для эксплуатации аппаратуры [58].

Для последующей части исследования введем понятие OEM-модуля. Под **OEM-модулем** стоит понимать любой тип модуля и входящие в него микросхемы. Функции, обусловленные OEM-модулем, определяют индивидуальные особенности аппаратуры потребителей, а, следовательно, и те задачи, для решения которых предназначена аппаратура. Соответственно все требования, характеристики, классификации и области применения аппаратуры потребителей также применимы к OEM-модулям.

Проведенный анализ требований и характеристик аппаратуры потребителей позволяют обозначить дальнейшее совершенствование OEM-модулей [36, 57]:

- уменьшение стоимости;
- повышение надежности;
- миниатюризация чипсетов;

- снижение электропотребления;
- повышение помехозащищенности;
- расширение перечня сервисных задач;
- повышение точностных характеристик;
- уменьшение массогабаритных характеристик;
- повышение рабочих частот микропроцессоров;
- использование многоядерных микропроцессоров;
- использование новых алгоритмов обработки данных;
- обеспечение автономных методов контроля целостности.

ВЫВОДЫ:

1. Первостепенное значение для массового потребителя НАП ГНСС имеют такие характеристики как: доступность, точность, продолжительность непрерывной работы, время захвата сигнала, энергопотребление и возможность работы в помещениях. Основой НАП является навигационный модуль, выполненный на чипсете.
2. Наряду с решением исключительно навигационных задач, возможности НАП ГНСС широко используются в системах точного времени, связи, геодезии, картографии, метеорологии, на транспорте, в управлении городским хозяйством, строительстве, сельскохозяйственной деятельности, при проведении поисково-спасательных работ, для туризма и путешествий.
3. Модемы различаются по многим характеристикам: поддерживаемые стандарты передачи данных; количество каналов передачи данных; требования к источнику питания; скорость передачи данных и т.д. Основой модема является модуль связи, функционирующий в зависимости от выбранной технологии беспроводной передачи данных.

4. К областям применения модемов относят: для систем передачи цифровой информации; для систем радиотелеметрии и телеуправления; для систем радиосигнализации, мониторинга и охраны.
5. На сегодняшний день наблюдается сильное сближение технологий за счет интеграции навигационных и коммуникационных устройств. Многие модели навигационных устройств имеют встроенный GSM-модем. На этом фоне все большую популярность набирает разработка навигационно-связной аппаратуры потребителей. Самый массовый навигационно-связной прибор на российском рынке — это терминал «ЭРА-ГЛОНАСС».
6. Современной тенденцией развития OEM-модулей является обеспечение мультисистемности, заключающейся в возможности приема сигналов от всех доступных спутников по принципу «all in view», и автономности, достигаемой за счет использования гибридных и альтернативных технологий высокоточного позиционирования. К немаловажным долгосрочным трендам развития OEM-модулей также можно отнести: миниатюризацию чипсетов, снижение энергопотребления, повышение помехозащищенности, использование новых алгоритмов обработки данных.

Далее рассмотрим особенности функционирования платформ и систем, базирующихся на действии навигационно-связного оборудования.

ГЛАВА 3. Перспективы развития навигационных продуктов и услуг

3.1 Перспективы развития навигационных платформ и систем

Телематические платформы

Телематическая платформа – технологическая основа для организации операторского бизнеса «под ключ» на рынке спутниковой навигации ГЛОНАСС и GPS, для реализации крупных инфраструктурных проектов, а также для построения навигационно-информационных систем мониторинга и управления транспортом различного назначения, сложности и архитектуры.

Телематическая платформа предназначена для создания распределённых отраслевых систем мониторинга транспорта с высокой нагрузкой, для создания операторского бизнеса «под ключ» и предоставления комплекса телематических, навигационно-информационных услуг в отраслевых и региональных навигационно-информационных центрах мониторинга транспорта.

Прием и обработка информации от навигационно-связного оборудования (абонентских телематических терминалов), которая включает навигационную информацию (от внешних источников навигационной информации – бортовых устройств системы ГЛОНАСС/GPS) и телематическую информацию (от внешних источников телематической информации – бортовых телематических систем).

Прием сообщений и команд от внешних диспетчерских пунктов автоматизированных систем мониторинга и управления.

Долговременное хранение полученной информации от абонентских телематических терминалов и с диспетчерских пунктов.

Передача полученной информации от абонентских терминалов на диспетчерские пункты автоматизированных систем мониторинга и управления.

Передача на абонентские телематические терминалы исполняемых команд и сообщений, которые формируются как внешними диспетчерскими

пунктами, так и непосредственно программой, с использованием различных протоколов обмена.

Ведение журналов событий на основе навигационной и телематической информации, полученной с оборудования, сообщений и команд с диспетчерских пунктов.

Получение статистических данных для анализа на основании информации, записанной в журналах событий.

Системы мониторинга и управления транспортом

Управление автопарком позволяет организациям отслеживать транспортные средства экономичным и доступным способом. Мониторинг в режиме реального времени и передача данных позволяет оптимизировать маршруты поставок и доставлять грузы точно в срок. Система управления автопарком сводит к минимуму риски, связанные с операционными расходами на транспорт, техническое обслуживание, затраты на рабочую силу.

Системы управления автопарком невозможно представить без внедрения передовых технологий, таких как радиочастотная идентификация (RFID). GPS), датчики связи и др. Рынок систем управления автопарком растет благодаря интеграции облачных вычислений в программное обеспечение, правительственных инициатив в отрасли. Стоимость систем управления автопарком постоянно снижается благодаря снижению стоимости оборудования.

Дополнительные возможности открываются компаниям, имеющим большие автопарки. На основе множества исходных (исторических) данных появляются шаблоны для управления. В результате образуется двойная выгода: операторы парков могут повысить операционную эффективность при одновременном сокращении расходов.

Управление автопарком охватывает целый ряд систем и инструментов, применение каждого из которых направлено на повышение производительности и удовлетворяет потребности клиентов и экономистов

компании, оказывающей транспортные услуги. Многие из этих инструментов базируются на технологиях Интернета вещей, объединяющих данные, относящиеся к конкретным транспортным средствам, к центральной платформе для отслеживания и анализа.

Основа любого сервиса для управления автопарком – это бортовое устройство, тахограф, датчики уровня топлива и маяки слежения. Бортовое устройство оборудовано различными входами и выходами для подключения интерфейсного кабеля, GPS и GSM антенн, а также другого периферийного оборудования.

Светодиодная индикация позволяет определять, какие подключения используются бортовым устройством – GSM, LAN, подключение к GPS/ГЛОНАСС, питающее напряжение. Бортовое устройство оснащено встроенным аккумулятором на 1100 мАч, CAN-адаптером и акселерометром (фиксирует резкие ускорения в движении автотранспортного средства).

К бортовому устройству можно подключить различное периферийное оборудование:

- ключи идентификации водителя,
- тревожная кнопка,
- RFID-считыватель и карта,
- датчики температуры,
- индуктивные и герконовые выключатели, радиометки
- датчики удара,
- ультразвуковой дальномер,
- датчик уровня топлива.

Главным устройством на периферии считается тахограф. Тахограф – это небольшое по габаритам устройство, которое представляет собой самописец. Оборудование фиксирует параметры передвижений техники предприятия, хранит данные о режиме труда и отдыха водителей.

Идентификация водителей необходима для контроля проводимых операций, режимов труда и отдыха, режимов работы техники.

В пути с автомобилем предприятия могут произойти разные нештатные ситуации. Чтобы смягчить их последствия или предотвратить, используется несколько устройств. Тревожная кнопка необходима для экстренного оповещения диспетчерский центр о нештатной ситуации на дорогах. Датчик удара предназначен для определения силы ударов по кузову автомобиля.

Упростить взаимодействие транспорта предприятия с сотрудниками охраны позволят радиометки. Автомобили, автоматические шлагбаумы и ворота оснащают RFID-метками. Если ворота опознают транспорт как «свой», то они автоматически открываются. Считывание воротами данных с радиометок транспорта позволяет автоматически вести учет машин, вернувшихся с рейса и выезжающих по заданию организаций.

Indoor-навигация

Indoor-позиционирование - отличный помощник для ориентирования в огромных зданиях вроде аэропортов, торговых центров, музеев, производственных помещений или больших офисных комплексов, где людям сложно сразу найти необходимый магазин, кабинет или терминал. В этом случае предполагается достаточно точное определение местоположения - погрешность не должна превышать расстояния в 1-2 метра.

Существует много различных технических подходов в определении местонахождения [251]:

- WiFi триангуляция — WiFi триангуляция измеряет силу сигналов с различных точек доступа WiFi для триангуляции положения. И нет необходимости подключаться к точкам доступа. Ваш телефон отображает силу сигнала, а в помещении эти данные более точные. Такие услуги содержат базы данных уже известных точек доступа WiFi, а также

добавляют новые точки доступа, как только их находит пользователь. Android делают WiFi сигналы API доступными для разработчиков. Apple же, в свою очередь, их не предоставляет, поэтому разработчикам приложений для iPhone приходится полагаться на другие датчики и технологии.

- GPS/сотовая/WiFi триангуляции — для определения местоположения используются исходные данные от GPS/сотового/WiFi, когда они доступны. Это важно для плавного перехода из внешнего местонахождения в местоположение внутри помещения. Алгоритмы определяют точное положение всех сигналов, чтобы определить какой сигнал следует использовать.

- WiFi Fingerprinting — смартфоны включают WiFi на несколько секунд, чтобы получить отпечаток текущих Wi-Fi сетей в данной точке и ассоциировать с предварительно выполненным калибровочным отпечатком. Сравнивается текущий отпечаток с базой данных отпечатков для данного местоположения. Часто используется в сочетании с такими приложениями, как Google Places или FourSquare. Это позволяет более точно определить местоположение по периметру всего здания. Например, регистрация в Вэстфилд молле имеет множество различных WiFi отпечатков, в зависимости от места, где вы находитесь. Если ваше место не распознано, база данных попросит вас добавить какое-либо определенное местоположение.

- Закрепленные маячки — дешевые маячки с низким энергопотреблением, расположенные по всему периметру здания. Единственная задача таких маячков заключается в передаче уникальных сигналов, которые могут приниматься вашим смартфоном. Используется такая же триангуляция местоположения, как WiFi триангуляция, но может быть более точной, в зависимости от определенного местоположения. Такие маячки могут передавать, как собственные уникальные сигналы, так и стандартные BLE.

- Bluetooth датчики — большинство девайсов поддерживает Bluetooth, включая абсолютно все смартфоны. Такие Bluetooth датчики могут принимать сигналы от закрепленных маячков, либо динамично создавать ячеистую сеть Bluetooth сигналов, которые постоянно корректируют и уточняют взаимное положение.

- Местоположение по сигналам встроенных датчиков — большинство смартфонов содержат различные датчики, включая компас, гироскоп, акселерометр, альтиметр и барометр. Такие датчики могут определять ваше направление, повороты, скорость, высоту над уровнем моря для создания трехмерного изображения вашего местоположения. Датчики смартфонов могут быть использованы для отслеживания местоположения как внутри здания, так и снаружи.

- Магнитные датчики — магнитные датчики могут использовать магнитное поле Земли для определения долготы/широты (похоже на работу компаса компаса), но измерение будет двухмерным и более точным.

- Светодиодные лампы — светодиодные лампы, закрепленные на потолке, могут посылать специальные миллисекундные импульсы, которые не доступны для человеческого глаза. А камера вашего смартфона может обнаруживать такие импульсы на фоне обычного света и использовать их для получения вашего местоположения. Каждый световой индикатор может иметь свой уникальный отпечаток — свою последовательность таких импульсов. Они могут быть использованы при помощи обычных светильников по всему зданию, что помогает определить местоположения намного проще.

- Камеры — камеры, закрепленные на потолке либо на стене по периметру всего здания, имеют покрытие до 100 кв.м. Камера вашего смартфона может делать множество снимков в секунду. Система распознавания объектов сравнивает снимки смартфона с настенными камерами, чтобы определить точное местоположение.

- GPS - спутниковая система навигации, обеспечивающая измерение расстояния, времени и определяющая местоположение во всемирной системе координат.

Несмотря на наличие недостатков у каждой из рассмотренных технологий, использование indoor-навигации обеспечивает высокую точность позиционирования в помещении и возможность создания разнообразных сервисов, востребованных у потребителей.

Например, компания Indoors Navigation представляет следующую технологию [237]:

1) В помещении устанавливаются маячки iBeacon (Eddystone), которые излучают сигналы, принимаемые мобильным устройством и определяющим по ним свое местоположение.

2) При помощи разработческой версии приложения выбирается алгоритм определения местоположения, прошивка и режим работы маячков, с возможностью их мониторинга.

3) С помощью web панели графического редактора сервиса, отрисовывается карта здания и его помещений.

4) Используя web сервис и базу данных, в мобильное приложение вносится необходимая информация: названия и описания помещений здания, расположение маячков, графы маршрутов, локационные зоны и тд.

5) В базу данных с функцией разграничения доступа, собирается подробная история посещений объектов, трекинг маршрута перемещений, времени нахождения в зонах и прочей активности, включая мониторинга персонала.

6) Для решения маркетинговых задач и отправки таргетируемых адресных PUSH-сообщений (например, о скидках), с учетом аналитических данных и профиля пользователя (пол, возраст, поведение) используется web панель нашего сервиса.

7) Профессиональное API с подробным описанием быстро интегрируется в разнообразные приложения iOS и Android, а также интегрируется с корпоративными системами

Системы дополненной и виртуальной реальности

Виртуальная и дополненная реальности (VR и AR) – это современные и быстро развивающиеся технологии. Их цель – расширение физического пространства жизни человека объектами, созданными с помощью цифровых устройств и программ, и имеющими характер изображения (рисунок 12).

Рисунок 1 - Технология виртуальной реальности

На рисунке 12 показано изображение, которое видит пользователь через специальные очки виртуальной реальности (далее – VR). Изображение разделено на две отдельные картинки для каждого глаза и специально искажено, чтобы создать для глаз иллюзию трехмерного пространства. Если человек перемещается или просто поворачивает голову, то программа автоматически перестраивает изображение, что создает ощущение реального физического присутствия. С помощью контроллеров (джойстиков и т.п.) пользователь может взаимодействовать с окружающими предметами, например, он может поднять камень и бросить его с горы – встроенная в программу физическая модель просчитает полет этого камня, что еще больше создаст иллюзию реального пространства.

На рисунке 13 показано приложение, использующее технологии дополненной реальности (далее – AR). В этом приложении можно размещать изображения мебели на изображении с камеры телефона, но за счет их

деформаций у пользователя создается впечатление, что он видит реальный предмет, располагающийся в комнате. Важно, то, что в этом случае реальность (комната) дополняется виртуальным креслом, и соответствующая технология будет называться дополненной реальностью. Создание дополненной реальности возможно не только с помощью смартфонов, но и других технических средств, например, посредством специальных очков. В этом случае, виртуальное изображение достраивается на поверхности линз очков.

Рисунок 2 - Технология дополненной реальности

В качестве устройств на данный момент используются: очки виртуальной и дополненной реальности, контроллеры, наушники, смартфоны, планшеты.

Программы создаются, как правило, на тех же платформах, на которых разрабатывают компьютерные игры (Unity, Unreal Engine, и т.д.), с помощью различных инструментов для разработки программ виртуальной и дополненной реальности (Steam VR, Google VR, Oculus, Windows Mixed Reality, Google ARCore, Apple ARkit, Google Tango, Vuforia и т.д.).

Прототипы устройств и первые использования терминов VR и AR существовали еще в середине 20 века, но современная терминология была сформирована в начале 90-х годов.

Все технологии, связанные с расширением реальности посредством цифровых объектов (возможно, что и не только цифровых), располагаются между двумя полярными вариантами возможных реальностей: реальностью (reality), в которой мы с вами живем, и виртуальной реальностью (virtual reality, VR). Реальность – это абсолютное отсутствие дополнительных объектов в физическом пространстве, т.е. само физическое пространство.

Виртуальная реальность – это абсолютное отсутствие реальных объектов. Множество этих технологий называется смешанной реальностью (mixed reality, MR). На практике оно часто разбивается на подмножества. Двумя классическими подмножествами являются дополненная реальность (augmented reality, AR) и дополненная виртуальность (augmented virtuality, AV). В первом случае подразумеваются технологии, дополняющие реальность различными объектами, во втором, дополняющие виртуальную реальность реальными объектами.

В качестве примера можно привести технологию, которая погружает вас в Древний Рим. Если эта технология дополняет окружающее вас пространство различными объектами из той эпохи (мечи, доспехи, глиняные кувшины, храмы, арены), то это будет считаться AR технологией, если же вас переносят в древний город, с его архитектурой, людьми, погодой, событиями, и т.д., но, к примеру, лица этих людей будут транслироваться из окружающего мира, то это технология дополненной виртуальности (далее – AV). На сегодняшнем уровне развития, технология AV практически не используется, но в будущем она может стать гораздо более впечатляющей, чем AR и VR.

Говоря о прогнозах развития технологии, часто предполагается смещение существования человека в пространство смешанной реальности (MR), что уже наблюдается вследствие развития интернета и мобильных устройств. В рамках виртуально-реального континуума мобильные устройства можно считать технологией дополненной реальности AR, так как они дополняют окружающий мир дополнительной визуальной, звуковой и отчасти тактильной информацией. В кфильме антиутопии режиссер Кейши Матсуда (Keiichi Matsuda), показывает результат такого движения, который автор называет чрезмерной или сверх-реальностью (hyper reality).

Современное состояние технологии AR лучше всего подходит для специализированных решений. В настоящее время AR приходится бороться с несоответствием ожиданий заказчиков завышенным маркетинговым обещаниям (поставщики обещают решения, выходящие за рамки текущих

возможностей технологии и оборудования), слабыми реализациями (например, решениями, поставляемыми без глубоких знаний в области разработки, интеграции рабочих процессов или сопоставленных с бизнесом значимости и потребностей) и отсутствием стандартов (функциональная совместимость, производство контента, фреймворки и т. д.). Для достижения дальнейшего прогресса необходимы более совершенные и простые в использовании аппаратные средства в сочетании с более убедительными вариантами использования. Основываясь на анализе Gartner и отраслевых новостях, можно утверждать, что B2B AR продолжает набирать обороты, поскольку все больше предприятий осознают ценность использования AR в своих рабочих процессах и других процессах. Рост продаж HMD отражает бурное развертывание пилотных проектов.

Используя датчики устройств, технология AR действует как цифровое расширение чувств пользователей и служит интерфейсом для людей в физическом мире. Она обеспечивает цифровой фильтр для расширения пользовательского пространства релевантной, интересной и / или полезной информацией. AR соединяет цифровой и физический мир. Это оказывает влияние как на внутрикорпоративные, так и на ориентированные вовне решения. Например, внутреннее приложение AR может обеспечить ценность, усиливая обучение, улучшая техническое обслуживание и совместную работу. Во внешнем мире технология AR предлагает брендам, розничным продавцам и маркетологам возможность беспрепятственно объединять физические кампании со своими цифровыми активами.

Таким образом, AR широко применяется на многих рынках, включая игры, промышленный дизайн, цифровую коммерцию, маркетинг, горнодобывающую промышленность, инжиниринг, строительство, энергетику и коммунальное хозяйство, автомобилестроение, логистику, производство, здравоохранение, образование, поддержку клиентов и обслуживание на местах. Одним из драйверов развития VR рынка, так чтобы

он стал поистине массовым будет мобильный VR. Samsung и Google ставят на него большие надежды.

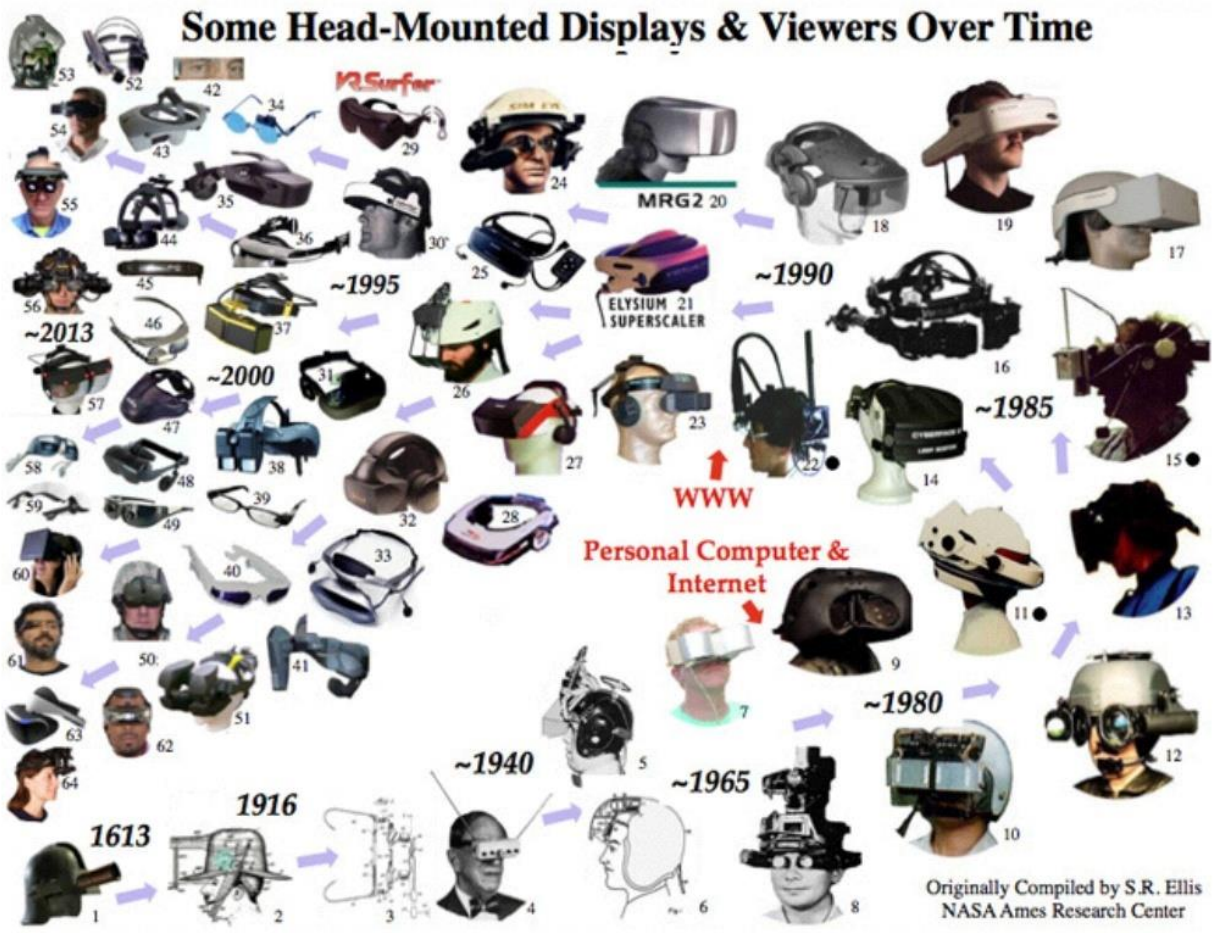


Рисунок 3 - Эволюция очков виртуальной и дополненной реальности [261]

Далее рассмотрим услуги, предоставляемые на основе рассмотренных платформ и систем.

3.2 Перспективы развития навигационных услуг

Шеринговые платформы

Для регистрации в системе оператора Каршеринга необходимо установить мобильное приложение, которое доступно в AppStore и Play Market. После того, как приложение установлено необходимо пройти процесс регистрации в системе.

Для процесса регистрации потребуется следующие документы:

– Документ, удостоверяющий личность (паспорт).

– Водительские права

В процессе регистрации необходимо отправить сфотографированные документы, а также прикрепить свою фотографию с развернутой страницей документа, удостоверяющего личность. У каждого оператора Каршеринга принципы регистрации одинаковы, может отличаться последовательность действий и интерфейс мобильного приложения. Также необходимо добавить информацию о банковской карте, с которой будут осуществляться списание платежей.

Проверка отправленных документов на проверку у разных операторов разная, но крупные операторы осуществляют проверку в течение 3-4 часов.

Далее нужно подписать договор. При этом используется не реальная подпись в бумажном документе, а виртуальная. Таковой может стать: подпись в договоре, выполненная пальцем на экране мобильного телефона и подтверждение согласия с условиями компании с помощью отметки в поле «Принять условия».

После того, как документы проверены и договор подписан, можно будет воспользоваться услугами Каршеринга.

Для корректной работы мобильного приложения необходимо мобильному приложению разрешить отправку уведомлений от приложения оператора. Через уведомления многие компании присылают информацию о регистрации – просят прислать другие фотографии документов, сообщают о

проблемах при проверке анкеты или уведомляют о том, что процедура прошла успешно.

Обязательным условием для работы приложение является наличие выхода в Интернет, если соединения с сетью нет, то невозможно удаленно открыть или завершить поездку.

Для того, чтобы арендовать автомобиль необходимо:

1. Запустить мобильное приложение оператора Каршеринга.
2. Забронировать автомобиль. У разных оператор время бесплатного бронирования – разное, а у некоторых и дифференцируется в зависимости от транспортной ситуации.
3. Перед совершение поездки необходимо осмотреть автомобиль на повреждения и при их наличии зафиксировать (процесс фиксации у разных операторов каршеринга разный и зависит от качественной проработки интерфейса мобильного приложения).
4. После осмотра документов необходимо проверить наличие документов на автомобиль: ПТС и полис ОСАГО.
5. После того, как все документы проверены, повреждения зафиксированы можно приступить к поездке на автомобиле.
6. Завершить поездку можно в зонах, где она разрешена оператором Каршеринга. Некоторые оператора Каршеринга реализовали в мобильном приложении уведомление о возможности завершения аренды в данной зоне. Завершение аренды возможно в зонах где она разрешена и правилам дорожного движения.
7. В случае нарушения пользователем правил дорожного движения - штраф приходит на оператора Каршеринга, который перевыставляет штраф уже на конкретного пользователя, который осуществлял вождение в момент фиксации нарушений правил дорожного движения. Условия по оплате штрафов у каждого оператора разные, но в основном пользователь дополнительно оплачивает сборы. В связи с этим, необходимо полностью

ознакомится с условиями договора-аренды, который подписываете или на сайте оператора Каршеринга.

Навигационные карты

К настоящему времени сложилось отдельное направление электронного картографирования — навигационное картографирование, имеющее важное научно-прикладное значение. Навигационное картографирование относится к геоинформационному картографированию, широко использует опыт комплексных географических исследований и системного тематического картографирования.

Навигационная карта представляет собой систематизированное собрание взаимосвязанных и взаимодополняющих друг друга тематических слоев и разрабатывается как целостное произведение с набором комбинированных данных.

К достоинствам электронных навигационных карт можно отнести:

- легкость перевозки;
- возможность масштабирования информации;
- наглядность и высокая информативность;

К недостаткам навигационных карт можно отнести:

- неточность и недостаточная подробность картографической информации;
- погрешности, обусловленные ошибками датчиков информации;
- частое различие систем отчета датчиков с координатной системой стандартных бумажных карт.

ГИС-сервисы и высокоточная картография

ГИС-сервисы — это веб-сервисы, обеспечивающие доступ к пространственным данным, их обработку, анализ, поиск и визуализацию [213].

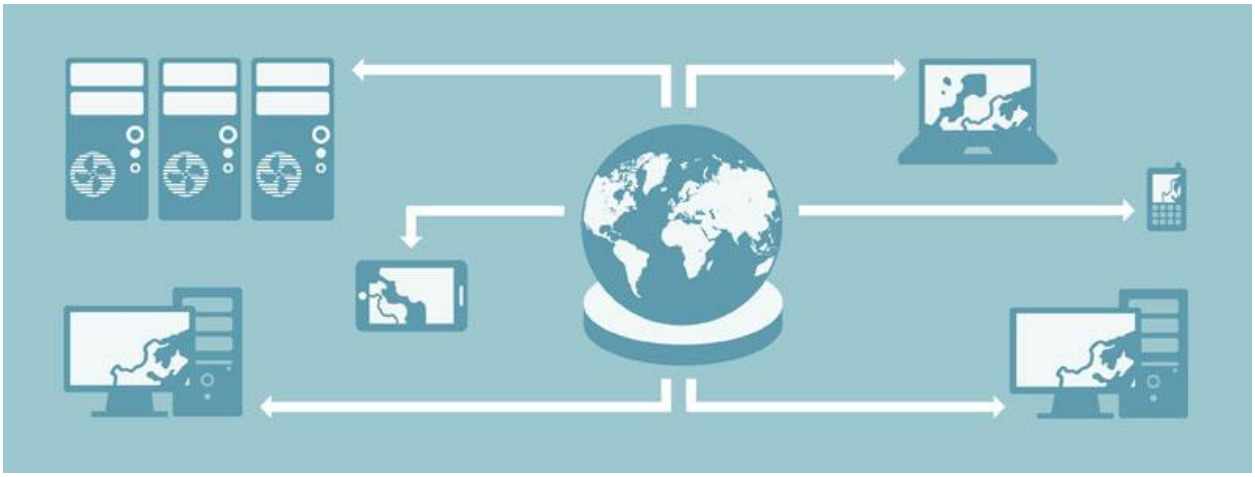


Рисунок 4 - ГИС-сервисы
Источник: [213]

В основе каждого ГИС-сервиса лежит геоинформационный ресурс: карта, база данных, инструмент геообработки и др. ГИС-сервис является связующим звеном между исходным ресурсом и клиентским приложением (настольной или мобильной ГИС, веб-приложением и др.), выполняя передачу данных от ресурса к клиенту и обратно, обслуживая различные запросы пользователей. Клиентскому приложению, чтобы обратиться к геоинформационному ресурсу, не нужно понимать форматы хранения географических данных и функций — все это берет на себя ГИС-сервис. Достаточно послать стандартный запрос к ГИС-сервису по сети Интернет/Интранет, чтобы получить нужный результат. Например, отправить координаты участка на местности и получить в ответ соответствующее изображение.

ГИС-сервисы могут использоваться следующими способами:

Как часть веб-ГИС— для реализации на веб-сайтах возможностей доступа к пространственным данным и функциям геообработки.

Например, агентство недвижимости может создать корпоративный сайт для своих агентов, на котором будет отображаться подробная карта города, расположение выставленных для продажи/аренды объектов недвижимости с возможностью просмотра детальной информации о каждом объекте. В этом случае отображение карты и информации об объектах будет обеспечиваться картографическим веб-сервисом, опубликованном на ГИС-сервере организации.

Как независимые веб-сервисы— для предоставления другим организациям возможности встраивания сервисов в собственные приложения на платной или бесплатной основе.

Например, администрация региона может создать картографический веб-сервис, содержащий актуальную информацию о водных объектах региона (границы, характеристики, уровень загрязнения и др.) и предоставлять другим заинтересованным органам государственной власти и организациям возможность добавлять сервис в свои веб-ГИС на платной или бесплатной основе.

Преимуществами использования ГИС-сервисов в составе веб-ГИС являются:

- стандартизация использования геоинформационных ресурсов в организации (пользователи работают с одним и тем же представлением данных и функций);
- сокращение расходов на покупку настольных ГИС-приложений и организацию локального хранения данных.

Преимуществами использования ГИС-сервисов как независимых веб-сервисов являются:

- для организации, разработавшей ГИС-сервис — возможность получения дополнительной прибыли за счет предоставления платного доступа к своим ГИС-сервисам;
- для сторонней организации, использующей ГИС-сервис — возможность доступа к актуальным данным другой предметной области без

необходимости самостоятельно разрабатывать, обновлять и поддерживать эти данные.

Можно выделить несколько основных типов ГИС-сервисов, различающихся своими функциональными возможностями.

Таблица 1 - Типы ГИС-сервисов и их функции

Тип ГИС-сервиса	**Функции**
Картографический сервис	Предоставление доступа к содержимому карты, в том числе к отдельным слоям, объектам и атрибутам
Сервис изображений	Предоставление доступа к наборам растровых данных, в том числе к значениям пикселей, метаданным и каналам
Сервис геокодирования	Поиск объектов на карте по адресу, определение адреса указанной на карте точки
Сервис геоданных	Предоставление доступа к содержанию базы геоданных для запросов, извлечения и репликации данных
Сервис сетевого анализа	Анализ транспортной сети (построение оптимальных маршрутов)
Сервис геообработки	Моделирование и анализ пространственных отношений (прогнозирование распространения наводнения, анализ закономерностей возникновения вспышек заболеваний и др.)

Одним из важнейших вопросов, который рассматривается при изучении и сравнении различных информационных систем, в том числе геоинформационных систем (ГИС), является технология хранения и работы с данными. Связано это с тем, что наиболее ценным компонентом системы являются данные, а не программы или оборудование, на которых данная система работает. При этом по мере эксплуатации системы стоимость программ и оборудования снижается, вследствие устаревания или износа, в то время как ценность данных всё время повышается. Можно выделить следующие основные технологические схемы ГИС с точки зрения

внутренней организации работы и модели хранения пространственных данных:

Первая технологическая схема построения ГИС — одна или несколько программ, объединённых в программную систему, которые запускаются на компьютере пользователя. Для хранения используется внутренний формат данных, часто закрытый от использования правообладателем (ограничения в лицензионном соглашении, наличие патентов и т.п.).

Достоинства: часто имеет высокое быстродействие и различные уникальные функциональные возможности, поскольку собственный формат данных позволяет реализовывать уникальные алгоритмы и методики обработки и хранения данных, особенно при решении специализированных задач. Достаточно просты в использовании и администрировании.

Недостатки: большие проблемы при обмене данными с другими системами, пользователь оказывается привязан к поставщику ГИС, поскольку переход к использованию другой системы вызывает массу проблем с переносом накопленного массива данных в другой формат. Наличие ограничений на использование формата данных, часто сопровождающаяся отсутствием официального описания, а также возможностью изменения формата правообладателем в любой момент времени, затрудняет или делает невозможной разработку дополнительных модулей для работы с пространственными данными, интеграцию с другими информационными системами. Возможности совместной работы с пространственными данными в компьютерной сети сильно ограничены, обычно на уровне совместного использования файлов данных и тех функций управления доступом к данным, которые предоставляет сетевая операционная система на уровне файловой системы.

Вторая технологическая схема построения ГИС — основана на технологии клиент-сервер для организации совместной работы с данными в компьютерной сети. Имеет программу-клиента для конечного пользователя

и программу-сервер, который ведёт базу пространственных данных. При этом используется собственная структура базы данных и внутренние форматы данных, часто защищённые авторскими правами. Многие системы являются дальнейшим развитием ГИС первой технологической схемы для организации совместной работы в компьютерной сети, поэтому работают с файлами данных тех же форматов.

Достоинства: остаются преимущества, связанные с использованием собственного уникального формата данных, имеющиеся у первого поколения ГИС. Наличие выделенного сервера данных позволяет организовать эффективную работу в компьютерной сети. Поддержка тех же форматов файлов, что используются в ГИС первой технологической схемы этого же разработчика, позволяют выстраивать гибкие технологические схемы обработки пространственных данных совмещая обе схемы работы с данными на разных этапах обработки. Наличие выделенного сервера данных позволяет реализовать систему контроля доступа и разграничения прав пользователей.

Недостатки: остаются недостатки по обмену данными и интеграции с другими ГИС, пользователь также оказывается привязан к поставщику форматом хранения данных. Более сложны в использовании, требуют грамотного обслуживания. Сервер данных собственной разработки часто имеет ограниченный функционал по работе с базой данных, разграничении прав пользователей. В отличие от тех же SQL серверов, использует упрощённые алгоритмы обработки данных, что сказывается на быстродействии и надёжности, особенно при больших объёмах данных или обращении большого количества пользователей.

Возможности для интеграции с другими системами на уровне данных полностью зависят от того, для каких форматов данных имеются модули импорта/экспорта. Часто встречается ситуация, когда при импорте/экспорте пространственных данных передаются только координатные описания объектов, но теряется внешнее оформление, что требует выполнения

дополнительных работ для придания нормального внешнего вида цифровой карте или плану. Во многом это вызвано несовместимостью графических подсистем и системы стилей различных ГИС.

Третья технологическая схема построения ГИС — приложение для конечного пользователя или система построенная по схеме клиент-сервер, которые для хранения пространственных данных используют одну из распространённых систем управления базами данных (СУБД), в последнее время в основном на базе одного из распространённых SQL серверов (Microsoft SQL Server, Oracle, MySQL, PostgreSQL и т. п.). При этом внутренняя структура хранения пространственных данных являются уникальной для данной ГИС, часто закрытой от использования правообладателем.

Достоинства: использование мощной СУБД позволяет разработчику сконцентрироваться на основном функционале ГИС, при этом предоставляя пользователю современные средства для работы с СУБД, особенно при больших объёмах данных или большом количестве пользователей. В некоторых случаях, когда разработчик не закрывает внутреннюю структуру или она легко восстанавливается с использованием штатных инструментов СУБД, упрощается процесс интеграции данной ГИС с другими системами.

Недостатки: не смотря на использование внешней СУБД, внутренняя структура по-прежнему остаётся уникальной для конкретного решения, что ограничивает пользователя как в работе с пространственными данными, так и при смене используемой ГИС. Возможности обмена пространственными данными зависят от того, для каких форматов данных имеются модули импорта/экспорта данных. На практике часто встречается ситуация, когда импорт данных внутрь системы возможен из большего числа форматов и с лучшим качеством, чем экспорт данных из системы в другие ГИС.

Данные системы требуют грамотной настройки и администрирования, которое помимо самой ГИС включает в себя также настройку и администрирование соответствующей СУБД или SQL сервера.

Хотя, если организация уже использует данный SQL сервер для решения других задач, то эта проблема упрощается.

Четвёртая технологическая схема построения ГИС, наиболее прогрессивная на сегодняшний день, основана на использовании в качестве хранилища пространственных данных специализированных расширений для наиболее распространённых SQL серверов, которые на сегодня имеются у всех основных поставщиков подобных решений, в том числе Oracle Locator/Spatial для Oracle SQL Server, Microsoft Spatial для Microsoft SQL Server, PostGIS для PostgreSQL, MySQL Saptial для одноименного сервера (права на последнюю редакцию принадлежат фирме Oracle), SpatialLite для SQLLite и т. п. Данные расширения добавляют необходимый функционал для хранения пространственных данных в соответствующих SQL серверах, облегчающих, ускоряющих, а также стандартизирующих работу с пространственными данными на данном сервере БД.

Ещё одной тенденцией, характерной для решений данного поколения ГИС, является переход к использованию в качестве рабочего места конечного пользователя ГИС приложения на основе WEB-браузера, а также встраивания необходимого набора скриптов для работы с системой в геоинформационные интернет-порталы. В некоторых случаях данные решения являются вспомогательными и выполняют в основном функции просмотра пространственных данных, а в качестве редактора используется обычная программа, но также имеются решения, когда весь функционал по работе с ГИС, включая её администрирование и ввод пространственных данных, реализован в виде WEB-приложения работающего через WEB-браузер.

Достоинства: структура хранения пространственных данных не зависит от разработчика конкретной ГИС, что резко расширяет возможности по работе с пространственными данными и обмену ими, интеграции с другими системами, использованию программного обеспечения сторонних разработчиков, в том числе класса FreeWare

(свободно распространяемое) и OpenSource (с открытым исходным кодом). У всех разработчиков хранилищ пространственных данных имеется обширная техническая документация (правда, в основном на английском языке). При использовании данных решений пользователь ГИС в гораздо меньшей степени зависит от конкретного поставщика, может сменить используемую ГИС или расширить имеющийся функционал за счёт использования других ГИС, работающих с тем же хранилищем пространственных данных. При этом затраты по переносу данных существенно меньше, чем для остальных вариантов, либо отсутствуют вообще.

Данные решения позволяют также реализовывать распределённые ГИС, когда с одним общим хранилищем пространственных данных работают несколько различных ГИС разных организаций, в том числе территориально находящихся в разным местах и объединённых каналами передачи данных (либо интернет, либо защищённые каналы передачи данных). Кроме этого для Oracle, Microsoft и PostgreSQL имеются штатные средства создания распределённых БД и поддержания их целостности на уровне базового SQL сервера. Это позволяет создать систему с несколькими независимыми хранилищам пространственных данных, которые периодически производят синхронизацию изменений для поддержания логической целостности единой БД, а также создавать системы повышенной надёжности, устойчивые к сбоям за счёт дублирования и независимости общей работы системы от функционирования одного из узлов.

Недостатки: данные решения существенно сложнее в установке, настройке и администрировании, чем все остальные варианты, особенно при использовании решений на основе WEB-технологий, поскольку помимо самой ГИС, SQL сервера с хранилищем пространственных данных добавляются ещё и работы по интернет-серверу и системе безопасности. Решения на базе WEB-технологий обладают заметно меньшим быстродействием, а также весьма ограниченным функционалом по

сравнению с традиционными приложениями. Часто они реализуют необходимый минимум функций, без которых использование ГИС будет невозможно, а для решения специализированных или аналитических задач необходимо использовать другие программы (что для данного варианта построения системы не вызывает проблем).

Необходимо отметить, что многие разработчики развивают свои решения добавляя новые функции и возможности, постепенно переходя от одной технологической схемы построения системы к другой. При этом для обеспечения совместимости с предыдущими версиями своих систем они оставляют поддержку старых технологий работы и форматов данных, поскольку у пользователей уже накоплены большие объёмы данных и имеется множество специалистов, привыкших к старым методикам работы. В результате у наиболее старых и крупных разработчиков ГИС систем, таких как ESRI (ArcGIS) или Intergraph, на сегодня имеются продукты, которые при необходимости позволяют построить ГИС с использованием нескольких технологических схем работы с пространственными данными в разных модулях системы.

Также следует сказать о том, что появление новых технологических схем работы с пространственными данными не означает, что они будут эффективны и целесообразны для всех случаев использования. Имеется множество прикладных задач с использованием ГИС, где первая технологическая схема работы с файлами собственного формата будет наиболее предпочтительной и эффективной. Выбор той или иной схемы во многом определяется решаемой задачей, но когда речь заходит о создании ГИС, которые работают с крупными банками разнородных пространственных данных, особенно распределённых, основным трендом является переход к использованию четвёртой технологической схемы, как наиболее удобной для интеграции различных систем и модулей именно на уровне данных.

ГЛАВА 4. Состояние и перспективы развития мирового рынка OEM-модулей

4.1 Технологические драйверы мирового рынка OEM-модулей

Особенностью современного рынка OEM-модулей является то, что для большинства потребителей не имеет значения факт использования той или иной технологии позиционирования. Принципиальное значение имеет результат, выражающийся в точности определения координат, удобство пользования и стоимость предоставляемых услуг. Вместе с тем, в качестве базового элемента в большинстве приборов высокоточной навигации и позиционирования используются OEM-модули как наиболее доступный, недорогой и отработанный компонент НАП, нашедший применение в огромном количестве приложений.

Современный мировой рынок высокоточной навигации формируется на стыке ключевых высокотехнологичных отраслей и инновационных технологий, что обуславливает динамичный рост этого рынка.

К ведущим технологическим и инновационным драйверам мирового рынка OEM-модулей зарубежные аналитики относят [57]:

- *Интернет вещей* (Internet of Things, IoT) - технология играет ключевую роль в разработке новых поколений физических устройств, транспортных средств, зданий и других объектов сетевой инфраструктуры, подключенных к Интернету. Технология IoT связана с широким кругом различных датчиков и технологий.
- *«Большие данные»* (BigData) - новейшие технологии хранения и обработки больших массивов данных. Данные распределены на вычислительные узлы, а обработка происходит без снижения производительности. Применительно к BigData OEM-модули являются важнейшим источником данных, содержащих информацию о местоположении и времени.

- *«Мобильное здоровье»* (Mobile Health, mHealth) - важный сегмент концепции «электронного здоровья» (eHealth). Данные приложений mHealth содержат информацию о местоположении пациента, необходимую для оперативного информирования медиков о критических ситуациях.
- *«Дополненная реальность»* (Augmented Reality, AR) - технология, создаваемая с использованием «дополненных» с помощью компьютера элементов воспринимаемой реальности, которая интегрирует цифровую информацию с данными об окружении пользователя. OEM-модули обеспечивают общедоступный источник базовых данных, которые необходимы для создания AR, и позволяют создать прямую связку между окружающей реальностью и цифровыми объектами.
- *«Умные города»* (Smart Cities) - интегрированная система для сбора, систематизации и передачи данных, которыми пользуются жители, муниципальные и городские службы. OEM-модули являются одним из ключевых элементов, используемых при разработке инфраструктурных и мобильных приложений для «умного города».
- *Мультимодальная логистика* (Multimodal logistics) относится к технологиям перевозки товаров, как минимум, при помощи двух транспортных средств. Логистические службы, использующие устройства на базе OEM-модулей, являются эффективными и безопасными. НАП на базе OEM-модулей вносит вклад в мониторинг доставки грузов на всем пути следования.
- *Блокчейн* (Blockchain) - это публичный (открытый) реестр с информацией. Способ записи и организации хранения данных дает блокчейну его новаторский потенциал.

4.1.1 Технологические индикаторы рынка OEM-модулей

Фаза технологии в цикле зрелости технологии

(по хайп-циклу Гартнера)

В основе функционирования OEM-модулей лежит множество технологий. Более того, появляются все более совершенные услуги, базирующиеся на работе навигационных и связных модулей. Оценить технологические тренды позволяет хайп-цикл Гартнера (Gartner Hype Cycle) – S-образная кривая, отражающая методологию, разработанную компанией Gartner. Ниже приведены технологии и инновационные решения, имеющие отношение к теме исследования.

Технологии обработки данных с учетом местоположения

(Location-Aware Technology, LAT)

Технологии обработки данных с учетом местоположения базируются на применении ГНСС и ряда специализированных решений, например, таких как Assisted GNSS (A-GNSS), Enhanced Observed Time Difference (E-OTD), Enhanced GNSS (E- GNSS) [60].

A-GNSS – технология быстрого старта навигационного приемника. Любой пользователь, эксплуатирующий ГНСС-приемник, ожидает от него определения текущих координат в любое время суток и в любом месте. Для надежного и достоверного позиционирования необходимо идентифицировать и получить точные орбитальные данные (эфемериды) минимум четырех спутников. При использовании стандартных алгоритмов позиционирования это часто вызывает затруднения в местах, где имеются естественные преграды для нормального распространения радиоволн, исходящих от спутников навигационной системы. Процесс определения местоположения может растягиваться на минуты, часы, а иногда и не может состояться вовсе. Технология A-GNSS ускоряет вычисление позиции, предоставляя всю необходимую приемнику информацию (эфемериды, альманах, время и т. д.) через сеть беспроводной связи и Интернет. Эта вспомогательная информация

позволяет навигационному устройству за секунды вычислить свою позицию, даже в неблагоприятных для распространения сигнала условиях [61].

E-OTD — технология, предназначенная для сетей GSM. В E-OTD измеряется время одновременного прохождения сигнала от базовой станции до мобильного терминала, а также до другой известной точки (базовой станции), которая называется Location Measurement Unit (LMU). Для точного расчета координат нужно, по меньшей мере, три базовых станции, затем методом триангуляции находится положение терминала [62].

E-GNSS — технология, которая устраняет недостаток работы ГНСС-приемника в асинхронных сетях таких, как GSM и W-CDMA, где отсутствие надежного источника синхронизации, увеличивает время на определение координат [63].

Помимо сигнала, принимаемого с НКА ГНСС, данные решения предусматривают возможность использования дополнительного канала связи (например, через сотовую сеть по протоколу GPRS). Этот канал может задействоваться как для получения данных, позволяющих повысить точность работы ГНСС-приемника, так и для двустороннего обмена, необходимого для реализации различных сервисов. Необходимым условием для применения упомянутых выше технологий является поддержка соответствующих функций и режимов как в инфраструктуре глобальных и локальных беспроводных сетей, так и в мобильных устройствах.

С каждым годом в продажу поступает все больше новых моделей мобильных телефонов. Все они оснащены встроенными ГНСС- приемниками. Учитывая то обстоятельство, что доходы от продажи голосового трафика неуклонно снижаются, операторы сотовой связи заинтересованы в расширении спектра неголосовых услуг. Технологии LAT являются одним из инструментов, который позволит реализовать новые виды услуг и, таким образом, увеличить показатель доходности [64, 65].

На текущий момент технологии LAT достигли «плато продуктивности» (5-ой стадии по циклу Гартнера). Также стоит отметить, что технологии LAT

имеют высокую степень адаптации на рынке, что гарантирует высокий уровень влияния на бизнес, выраженный в появлении новых приложений и сервисов, использующих данные о местоположении различных объектов.

Приложения, использующие данные о местоположении (Location-Aware Applications, LAA)

Приложения, использующие данные о местоположении, позволяют автоматически отслеживать местонахождение сотрудников, техники и других объектов, а также реализовывать дополнительные функции (например, выстраивать схемы маршрутов перемещения транспортных средств и грузов или оптимизировать логистические процессы).

Обычно LAA-приложения строятся на базе ГНСС-навигаторов или сотовых сетей мобильных операторов на основании привязки к базовым станциям. Вначале подобные системы разрабатывались главным образом для решения узкоспециализированных задач (в частности, охранных автомобильных систем), то в последнее время создано немало универсальных решений, а сфера их применения значительно расширилась [64, 66].

В настоящее время LAA-приложения вышли из цикла Гартнера и находится на стадии коммерциализации. Степень проникновения на рынок составляет 25-50%.

Сервисы, базирующиеся на местоположении (Location-Based Services, LBS)

Параллельно с разработкой новых протоколов связи и устройств, способных определять свое местоположение, разработчики занимаются развитием и совершенствованием способов практического использования этой информации. Одним из таких способов является создание LBS-сервисов, использующих данные о локации для управления какими-либо функциями. Прежде всего, LBS-сервисы предполагают реализацию функции определения местоположения пользователей мобильных устройств, а также позволяют

получить информацию о расположенных поблизости объектах. На данный момент LBS-сервисы достигли «плато продуктивности» (5-ой стадии по циклу Гартнера) и активно используются в повседневной жизни. Степень проникновения на рынок составляет более 50% [64, 66].

Таким образом, OEM-модули являются ключевым элементом для технологий, приложений и сервисов, базирующихся на определении местоположения. По данным за 2011 г. все вышерассмотренные решения достигли «склона просвещения» (4-ой стадии по циклу Гартнера), что послужило стимулом для их коммерциализации (Рис. 15).

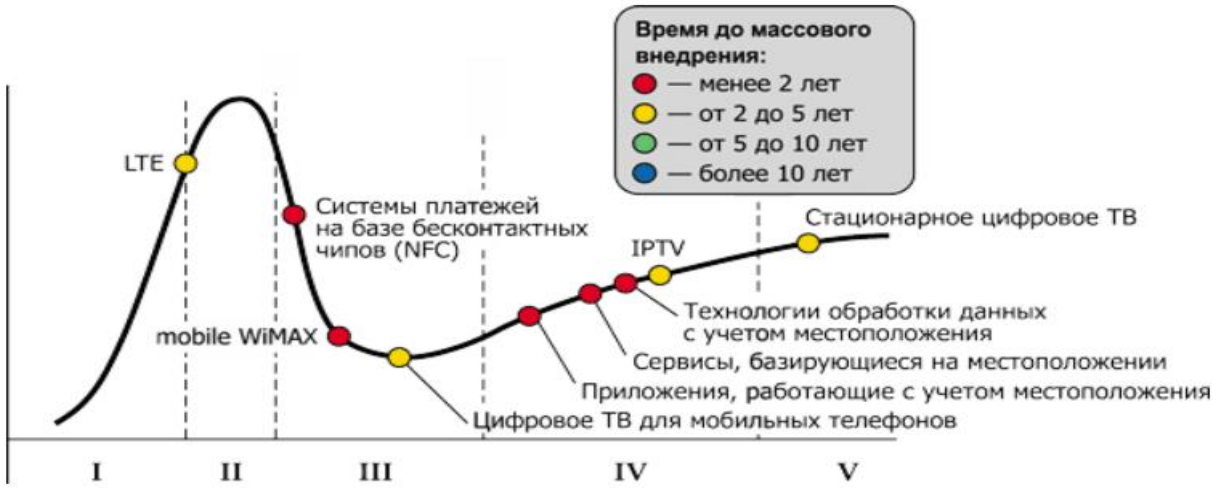


Рис. 15 – Телекоммуникационные технологии на цикле Гартнера (2011 г.)

Источник: Асмаков С., Елманова Н., Пахомов С. Перспективные технологии: итоги и прогнозы / КомпьютерПресс. – 2011. – №1. – Режим доступа: https://compress.ru/article.aspx?id=21903 [64].

Примечание: LTE – Long-Term Evolution;
NFC – Near Field Communication
ТВ – телевидение;
IPTV – Internet Protocol Television.

Согласно методологии компании Gartner, каждая из стадий цикла определяет степень оценки дополнительных показателей, соответствующих каждой из рассматриваемых технологий и инновационных трендов. Среди таких технологических индикаторов можно выделить:

- Процент проникновения технологии на рынок – отражает степень заинтересованности в технологии со стороны рыночной аудитории.

- Скорость адаптации технологии на рынке – отражает возможность выхода технологии на «плато продуктивности» (5-уй стадию по циклу Гартнера).
- Воздействие технологии на бизнес – отражает уровень влияния технологий на различные сферы бизнеса.
- Преимущества от внедрения технологии – отражает степень изменения бизнес-процессов компаний в зависимости от развития технологий.

По сути, хайп-цикл Гартнера представляет собой жизненный цикл различных технологий, отражающий отношение общества к ним. Тем не менее, существует множество других способов градации технологий. Например, метод оценки уровня готовности технологии (метод TRL), разработанный NASA, представляет собой систематическую метрику оценки готовности технологии и сопоставимого сравнения уровней готовности различных технологий между собой. Уровни определяются по установленным правилам, принимая во внимание, в том числе, концепцию технологии, технологические требования, демонстрацию технологических возможностей продукта. Оценка TRL выражается в натуральных числах от 1 до 9, при этом 9 является наиболее высоким уровнем, соответствующим началу коммерческого производства продукта [122]. Таким образом, можно сопоставить хайп-цикл Гартнера и TRL между собой [123].

Технологические индикаторы рынка OEM-модулей, соответствующие трендам в определении местоположения, представлены в Табл. 15. Подробные сведения по оценке показателей приведены в Приложении Б.

Табл. 15 –Технологические индикаторы рынка OEM-модулей, соответствующие технологиям, приложениям и сервисам, базирующимся на определении местоположения (согласно методологии компании Gartner)

№	Наименование направления	Фаза зрелости		Уровень готовности	Проникновение на рынок	Скорость адаптации на рынке	Уровень воздействия на бизнес	Уровень выгод
		Вход в цикл	Выход из цикла					
1	Location - Aware Technology	2006 г	2007 г	«TRL 9»	От 20% до 50% целевой аудитории или более 50% целевой аудитории	Высокая	Высокий	Высокий
2	Location-Aware Applications	2005 г	2011 г	«TRL 9»				
3	Location-Based Services	2005 г	2011 г	«TRL 9»				

Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным:

1.The Official Website of Gartner / – Режим доступа: https://www.gartner.com (дата обращения: 06.12.2019) [60].

2.Асмаков С., Елманова Н., Пахомов С. Перспективные технологии: итоги и прогнозы / КомпьютерПресс. – 2011. – №1. – Режим доступа: https://compress.ru/article.aspx?id=21903 (дата обращения: 02.12.2019) [64].

3.Hype Cycle for Emerging Technologies / Gartner, 2011. – 79 p. [67].

Примечание: методология оценки приведена в Приложении.

TRL – Technology Readiness Level

Помимо технологических трендов, связанных с определением местоположения объектов, хайп-цикл Гартнера дает представление об области развития беспроводных технологий.

Беспроводные технологии

Технологии M2M (Machine to-Machine)

Под M2M-технологиями (межмашинного взаимодействия) в настоящее время понимается преимущественно технологии беспроводной передачи данных, а под M2M-устройствами - беспроводные мобильные устройства, оснащенные SIM-картами и предназначенные для передачи телеметрической информации без участия человека.

В настоящее время M2M-технологии переживают этап бурного развития. Беспроводные технологии межмашинного взаимодействия все активнее входят в самые различные сферы. В целом, популярности M2M способствует высокая востребованность мобильного взаимодействия устройств, широчайший охват GSM-сетей, а также постоянное удешевление выпускаемых устройств, а, следовательно — и более низкая стоимость решений для конечного пользователя [46].

Постоянное снижение стоимости высокотехнологичных продуктов, в частности M2M-оборудования, открывает возможности его применения в новых сферах, где оно, становясь экономически целесообразным, вытесняет традиционные «проводные» решения. По оценкам консалтинговой компании J’son & Partners Consulting (J&P), глобальный рынок средств связи для беспроводной передачи данных ожидает бурный рост. В ежегодном отчете компании J&P отмечается стремительное развитие технологии M2M. В последние годы увеличение рынка устройств, работающих на принципах беспроводной связи, составляет более 20% [46, 68, 69].

Сети и оборудование передачи данных технологии IoT (Internet of Things)

Все прогнозы о «взрывном» росте количества M2M-подключений основываются на новой концепции M2M — «Интернете вещей» (IoT), являющейся частью более общей концепции «Интернета сервисов» (Internet of Services, IoS). Понятие «M2M-устройство» охватывает как традиционные средства телеметрии и телеуправления (к которым можно отнести подавляющее большинство используемых сейчас устройств M2M, включая сетезависимые беспроводные), так и независимые от сетей и приложений устройства IoT. А устройства «Интернета вещей» — это только устройства, имеющие возможность через свободное IP-подключение (на физическом уровне, как правило, Wi-Fi) взаимодействовать с различными системами телеметрии и телеуправления, реализованными как облачные и/или онлайн-сервисы. То есть «Интернет вещей» — это облачные телеметрия и телеуправление.

Облачные системы способны обеспечить детализированное оптимизационное управление широкой номенклатурой объектов управления, причем не только объектами в целом («умный дом», «умный автомобиль» и т. п.) и их системами (энергоснабжения, освещения, кондиционирования и т. д.), но и отдельными элементами этих систем, вплоть до лампочки в системе освещения. Эта особенность является причиной большого разброса в прогнозных оценках количества таких устройств: количество «умных лампочек» и других компонентов управляемых объектов действительно может достигать десятков млрд. По данным компании Strategy Analytics, количество IoT-устройств к концу 2018 г. достигло 22 млрд. шт. [70, 71].

Для реализации концепции «Интернета сервисов» необходима унификация всего разнообразия сетей доступа и домашних/локальных сетей на базе стека протоколов IP и переход абонентов от использования частных абонентских устройств, сенсоров и контроллеров к выполненным в идеологии

«Интернета вещей» сенсорам и исполнительным устройствам со свободным сетевым доступом к ним.

Для оператора связи основные отличия устройств IoT от умных абонентских устройств состоят в потенциально существенно большем количестве первых, на порядки меньшем объеме трафика в расчете на одно устройство, но при этом в более высоких требованиях к качественным характеристикам. В число таких характеристик входят: доступность канала, задержка сигнала в канале, уровень информационной безопасности, необходимая мощность излучения (соответственно, длительность автономной работы устройств). Для телеметрических IoT-устройств больший вес имеют качественные (доступность, безопасность), а не количественные (емкость) характеристики канала. На Рис. 16 показаны области требований различных сервисов к сетям передачи данных [70].

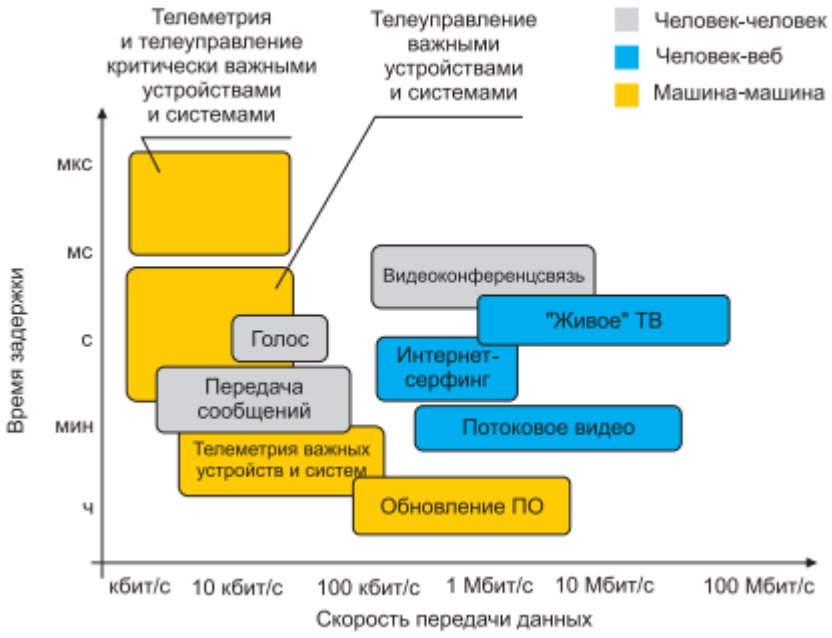


Рис. 16 – Требования различных сервисов к сетям передачи данных

Источник: Можайков Д., Дронский С. Сравнительный анализ технологий мобильной связи / Беспроводные технологии. – 2016. – №2. – С.16-21. [70].

Примечание: ТВ – телевидение;
ПО – программное обеспечение.

2G /GSM/GPRS/ EDGE

В 1982 г. CEPT (франц. Conférence européenne des administrations des postes et télécommunications – Европейская конференция почтовых и телекоммуникационных ведомств) сформировала рабочую группу, названную специальной группой по подвижной связи Groupe Spécial Mobile для изучения и разработки Европейской наземной системы подвижной связи общего применения – второе поколение систем сотовой телефонии (2G). Название рабочей группы GSM также стало использоваться в качестве названия системы подвижной связи. В 1989 г. обязанности CEPT были переданы в Европейский институт стандартов в телекоммуникации ETSI (англ. European Telecommunications Standards Institute).

Первые мобильные сети второго поколения (2G) появились в 1991 г. Их основным отличием от сетей первого поколения стал цифровой способ передачи информации. Они привнесли существенные преимущества с точки зрения предложения абонентам усовершенствованных услуг и качества связи. При строительстве сетей второго поколения Европа пошла путем создания единого стандарта – GSM (Global System for Mobile Communications – «глобальная система мобильной связи»), в США большинство 2G-сетей было построена на базе стандарта D-AMPS (Digital-Advanced Mobile Phone Service – «цифровая усовершенствованная подвижная телефонная служба»). Наибольшее распространение при этом получил стандарт GSM, включающий диапазоны следующих частот: 850, 900, 1800, 1900 МГц [70, 72].

Возросшая потребность в беспроводном доступе в Интернет привела к дальнейшему развитию системы 2G. Так появилась система, называемая 2.5G (2000 г.). Примером технологии 2.5G является GPRS (General Packet Radio Services – «пакетная радиосвязь общего пользования») – стандартизованная технология пакетной передачи данных, позволяющая использовать оконечное устройство мобильной связи для доступа в Интернет. Позже была внедрена технология EDGE (Enhanced Data rates for GSM Evolution), что позволило повысить скорость передачи данных до сотен килобит в секунду. Другим

появившимся в данном стандарте сервисом является SMS (услуги службы коротких сообщений) [70].

В настоящее время стандарты GSM / GPRS / EDGE используются в таких устройствах телеметрии, как различные виды счетчиков, торговые автоматы, банкоматы, охранные и пожарные сигнализации, системы навигации, управления технологическими процессами, контроля за удаленными и подвижными объектами [56].

Стандарты 2G на протяжении многих лет были основными при построении систем мобильной связи. Именно GSM дала большой толчок к появлению сетей сотовой связи по всему миру. Однако со временем набор услуг, которые могли предложить стандарты 2G, оказался недостаточным. Кроме того, применяющиеся в данном стандарте технологии передачи данных перестали удовлетворять пользователей сети по скорости.

3G / UMTS

Дальнейшим развитием сетей мобильной связи стал переход к третьему поколению (3G, 1999 г.). 3G – это стандарт мобильной цифровой связи, также известный под аббревиатурой IMT-2000 (англ. International Mobile Telecommunications – «международная мобильная связь 2000»), опубликованный Международным союзом электросвязи (МСЭ) как набор минимальных критериев для сети сотовой связи третьего поколения. Стандарт IMT-2000 дает четкое определения сетей 3G – под мобильной сетью третьего поколения понимается интегрированная мобильная сеть, которая обеспечивает: для неподвижных абонентов скорость обмена информацией не менее 2048 кбит/с, для абонентов, движущихся со скоростью не более 3 км/ч – 384 кбит/с, для абонентов, перемещающихся со скоростью не более 120 км/ч – 144 кбит/с. При глобальном спутниковом покрытии сети 3G должны обеспечивать скорость обмена не менее 64 кбит/с. Сети 3G позволяют осуществлять связь, обмен информацией и предоставлять различные

развлекательные услуги, ориентированные на беспроводное оконечное устройство (терминал) [72, 73].

Технология UMTS (Universal Mobile Telecommunications System) была разработана для модернизации сетей GSM и получила широкое распространение не только в Европе, но и во многих других регионах мира.

Переход к 3G – это расширение полосы сигнала и усложнение модуляции, применение многофазного и многоуровневого способа кодирования, что позволило значительно увеличить скорости передачи данных, а следовательно, использовать технологии с такими направлениями, как беспроводные банкоматы, торговые автоматы, системы навигации транспорта, беспроводное охранное оборудование, беспроводные системы контроля расхода воды, тепла, газа, электричества и другие промышленные системы автоматизации [74]. Однако даже такая скорость передачи данных удовлетворяла потребности пользователя сети лишь до появления четвертого поколения мобильной связи.

4G / LTE

В 2008 г. МСЭ определил ряд требований для стандарта международной подвижной беспроводной широкополосной связи 4G, получившего название спецификаций International Mobile Telecommunications Advanced (IMT-Advanced), в частности установив требования к скорости передачи данных для обслуживания абонентов: скорость 100 Мбит/с должна предоставляться высокоподвижным абонентам (например, автомобилям), а абонентам с небольшой подвижностью (например, пешеходам) должна предоставляться скорость 1 Гбит/с [72].

Стандарт сети 4G предполагает предоставление услуг посредством протокола IP и подразумевает под собой в первую очередь технологию LTE (Long-Term Evolution). Конечно, это не единственный стандарт 4G, но именно он получил набольшее распространение. Согласно исследованиям, в мире к концу 2015 г. насчитывалось приблизительно 400 коммерчески используемых

сетей LTE в более чем 138 странах мира [75]. С каждым годом количество сетей LTE увеличивается, соответственно растут возможности потребителей (см. Рис. 17).

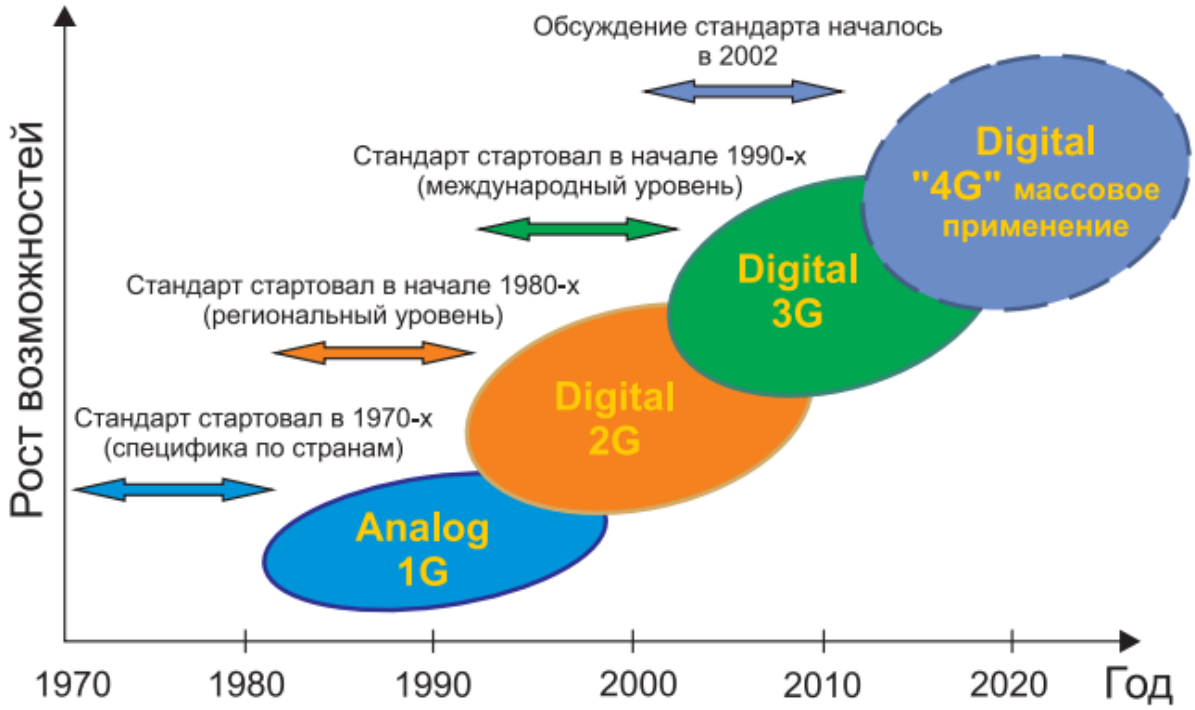


Рис. 17 – Эволюция глобальных беспроводных сетей (1G-4G)

Источник: Трофимова Е. Из LTE в 5G: трудности переходного возраста / Беспроводные технологии. – 2017. – №2. – С.10-13 [76].

LTE – проект развития радиостандартов UMTS 3G, которым занимается группа 3GPP (3rd Generation Partnership Project) [77]. В соответствии с требованиями, предъявляемыми к устройствам IoT, работающих в сетях LTE, консорциум 3GPP стандартизовал три основные технологии с лицензированным использованием спектра [78]:

- LTE категории M1 (eMTC) эволюционное развитие LTE, оптимизированное под IoT. Первая версия MTC появилась в Релизе 12 (Release 12) 3GPP и получила свое дальнейшее развитие в Релизе 13. В 14 релизе планируется поддержка позиционирования, групповое вещание, улучшение мобильности, увеличение скорости передачи данных, а также расширение циклов энергосбережения.

- NB IoT (Narrow Band IoT) технология узкополосного (шириной 180 кГц) радиоинтерфейса. Стандартизация начата в Релизе 13 3GPP и продолжается по сей день. В планах развития позиционирование, групповое вещание, снижение энергопотребления и излучаемой мощности, сокращение задержки распространения информации и расширение циклов энергосбережения.
- EC-GSM представляет собой эволюцию сетей GSM с прицелом на использование в IoT. Технология была стандартизована в Релизе 13 3GPP, но до сих пор не получила серьезной поддержки производителей как сетевого оборудования, так и оконечных устройств. Причинами, по-видимому, являются менее эффективное использование частотного спектра, наименьшая скорость передачи данных, а также ограниченный частотный ресурс сетей GSM. В дальнейшем наработки по EC-GSM будут использованы для развития NB IoT.

5G / 5G NR

Системы пятого поколения (5G) – перспективный стандарт мобильной связи, пришедший на смену 4G/LTE. В 2015 г. Международный союз электросвязи (The International Telecommunications Union, ITU) – специализированное учреждение Организации Объединенных Наций (ООН), членами которого являются 193 государства, а также сетевые операторы, компании – производители телекоммуникационного оборудования, разработчики технических средств и программного обеспечения вычислительной техники, провозгласил официальное имя стандарта пятого поколения – IMT-2020 [76].

Союз ITU и консорциум 3GPP выделяют две фазы развития 5G (см. Рис. 18): первая для частот ниже 40 ГГц, вторая – для частот ниже 100 ГГц. Первый этап завершился выпуском Релиза 15 3GPP, который был опубликован в июне

2018 г. Второй этап планирвалось завершить в декабре 2019 г., когда ожидается выпуск официальной документации по Релизу 16 [79]. Стандартизация технологий 5G должна завершиться к 2021 г. [116].

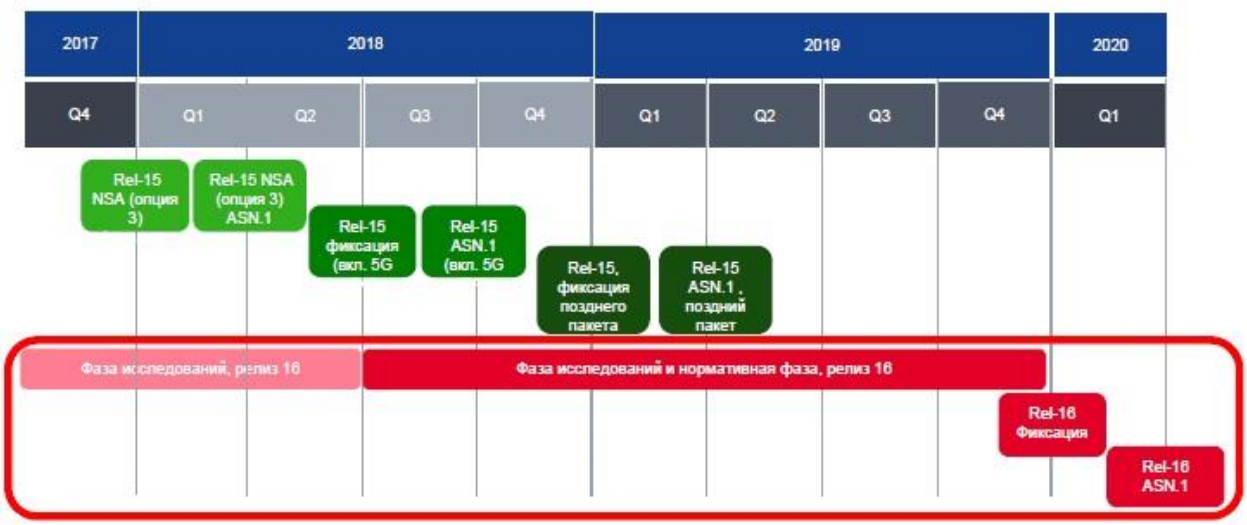


Рис. 18 – Основные этапы развития 5G (по версии ITU и 3GPP)

Источник: Официальный сайт портала о современных технологиях мобильной и беспроводной связи / – Режим доступа: http://1234g.ru (дата обращения: 28.11.2019) [72].

В марте 2017 г. состоялось рабочая встреча 3GPP RAN, на которой был представлен перспективный план ускоренного развития (Way Forward), подразумевающий создание новых радио-технологий, объединенных под общим названием 5G New Radio (NR). Этапы плана показаны на Рис. 19.

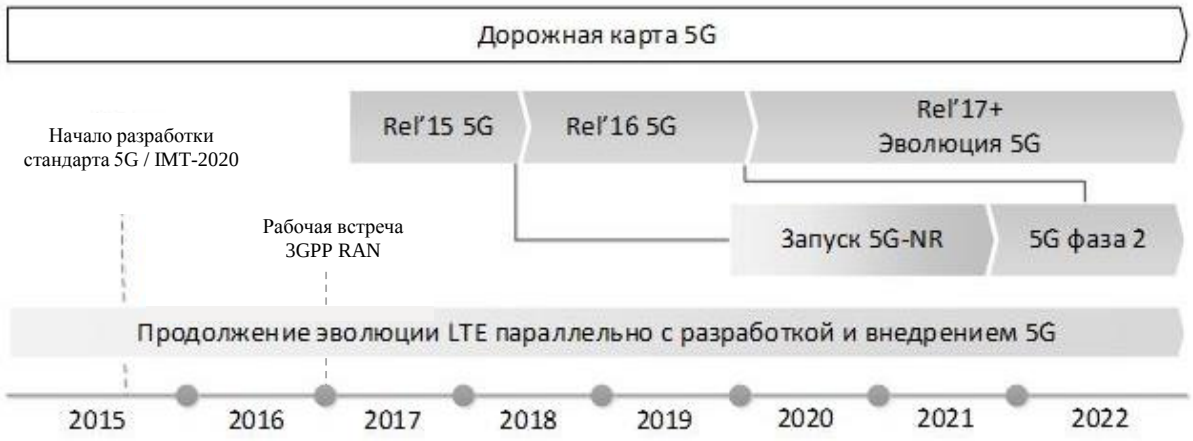


Рис. 19 – Перспективный план ускоренного развития 5G NR

Источник: Официальный сайт портала о современных технологиях мобильной и беспроводной связи / – Режим доступа: http://1234g.ru (дата обращения: 28.11.2019) [72].

Стандарт 5G NR определяет новые частотные диапазоны ниже 6 ГГц и предполагает дальнейший переход на частоты миллиметрового диапазона длин волн (mmWave), где доступны более широкие и непрерывные полосы частот для организации каналов связи с большой пропускной способностью. Для предоставления полного перечня возможностей для потребителей и покрытия по всему миру требуется согласованное применение частотного спектра во всех регионах. Стандарт 5G NR регламентирует использование частот до 52,6 ГГц с общей занимаемой полосой радиочастот сигналов (поддиапазонов) порядка 10 ГГц [80]:

1. Диапазон 1: 400 МГц…6 ГГц добавляет полосу частот 1,5 ГГц с поддиапазонами 3,3–4,2 ГГц, 3,3–3,8 ГГц, 4,4–5 ГГц.
2. Диапазон 2: 24,25–52,6 ГГц добавляет полосу частот 8,25 ГГц с поддиапазонами 26,5–29,5 ГГц, 24,25–27,5 ГГц, 37–40 ГГц.

В ключевых регионах уже проводились исследования и испытания на некоторых поддиапазонах ниже 6 ГГц, а на частотах сантиметрового и миллиметрового диапазонов длин волн уже были развернуты участки сетей и проведены пробные запуски, как показано в Табл. 16.

Табл. 16 – Испытания и пробное развертывание сетей 5G на частотах до 6 ГГц и выше, вплоть до миллиметрового диапазона

	Ниже 6 ГГц						Миллиметровый диапазон			
Частотный спектр	0,6 ГГц	2,5 ГГц	3,4–3,7 ГГц			4,4–4,9 ГГц	28 ГГц		39 ГГц	64–71 ГГц 71–76 ГГц
Регионы	США	США	Европа	Китай	Япония, Южная Корея	Япония	США	Япония	США	уточняется
Развертывание услуг на коммерческой основе	2019 год	к концу 2019 года	уточняется	2020 год	2020 год	середина 2020 года	2018 год	после 2020 года	2018 год	уточняется

Источник: Соковишин М. Проектирование средств радиосвязи стандарта 5G New Radio – проблемы и пути решения. Спектры сигналов миллиметрового диапазона длин волн / Беспроводные технологии. – 2018. – №4. – С.52-55 [80].

Согласно Табл. 16 в диапазоне до 1 ГГц имеется несколько поддиапазонов, которые планируется задействовать для нужд устройств «Интернета вещей» (IoT). Это частоты порядка 600, 700 и 800 МГц. Диапазон 1–6 ГГц будет использоваться для увеличения зон покрытия и пропускной способности сетей. Основной диапазон для Китая, Европы, Кореи и Японии – 3,3-3,8 ГГц – может быть задействован для внедрения множества различных

сервисов связи стандарта 5G. Также в Китае и Японии рассматривается использование диапазона 4,4-4,9 ГГц. Диапазон свыше 6 ГГц в основном будет задействован для тех случаев, когда требуются очень широкополосные сигналы. Начальные целевые частоты миллиметрового диапазона для Японии и США – 28 и 39 ГГц. Несмотря на то, что спецификации стандарта 5G NR версии 15 предполагают использовать частоты до 52,6 ГГц, уже начаты исследования для внедрения будущих версий стандартов, в которых планируется задействовать частотные поддиапазоны 64-71 и 71-76 ГГц.

По аналогии со стандартом LTE для формирования широкополосных сигналов могут использоваться многокомпонентные несущие, причем для диапазона 2 (см. Табл. 17) полоса частот может составлять до 800 МГц. Объемы применения частотного спектра будут определяться различными странами индивидуально. Пока разработана только стартовая версия стандарта 5G NR, и ожидается, что с более поздними версиями будут продолжены намеченные тенденции эксплуатации частотного спектра, расширения полос пропускания и совершенствования используемых сигналов с учетом новых задач и целевых сценариев использования [80].

Табл. 17 – Спецификации частотных диапазонов и типов сигналов стандарта 5G NR

Частота	Диапазон 1: 450 МГц – 6 ГГц; диапазон 2: 24,25–52,6 ГГц
Максимальная полоса несущей	Диапазон 1: до 100 МГц; диапазон 2: до 400 МГц
Частотный интервал между поднесущими	Ниже 6 ГГц: 15, 30, 60 кГц; >6 ГГц: 60, 120, 240 кГц
Максимальное количество поднесущих	3300 (до 4096 с БПФ)
Объединение несущих	до 16 несущих при максимальной полосе до 800 МГц
Тип сигналов и модуляции	CP-OFDM (UL/DL): QPSK, 16QAM, 64QAM и 256QAM; DFT-s-OFDM (UL): $\pi/2$-BPSK, 16QAM, 64QAM и 256QAM
Применение технологии пространственного кодирования MIMO (множественный вход – множественный выход)	8×8 MIMO; до 8 уровней в нисходящем канале и до 4 – в восходящем

Источник: Соковишин М. Проектирование средств радиосвязи стандарта 5G New Radio – проблемы и пути решения. Спектры сигналов миллиметрового диапазона длин волн / Беспроводные технологии. – 2018. – №4. – С.52-55 [80].

На основе вышесказанного можно выделить следующие преимущества технологий 5G [81]:

- Представление в режиме реального времени. Быстрое время отклика, малое время ожидания и задержка, высокая доступность.
- Критически важная инфраструктура. Высокая надежность, приоритетный доступ, очень широкая зона покрытия.
- Высокоскоростная широкополосная связь. Гигабитные скорости передачи данных, высококачественное покрытие.
- M2M / IoT. Больше подключенных устройств, качественное покрытие внутри зданий.
- Виртуализированная инфраструктура. Масштабируемость, низкая стоимость систем.

В настоящее время ведутся предкоммерческие и коммерческие запуски сетей 5G. Стоит отметить, что технологии сетей 5G являются единственными представленными на хайп-цикле Гартнера 2019 г., что подтверждает их критическую значимость для совершенствования OEM-модулей (см. Рис. 20).

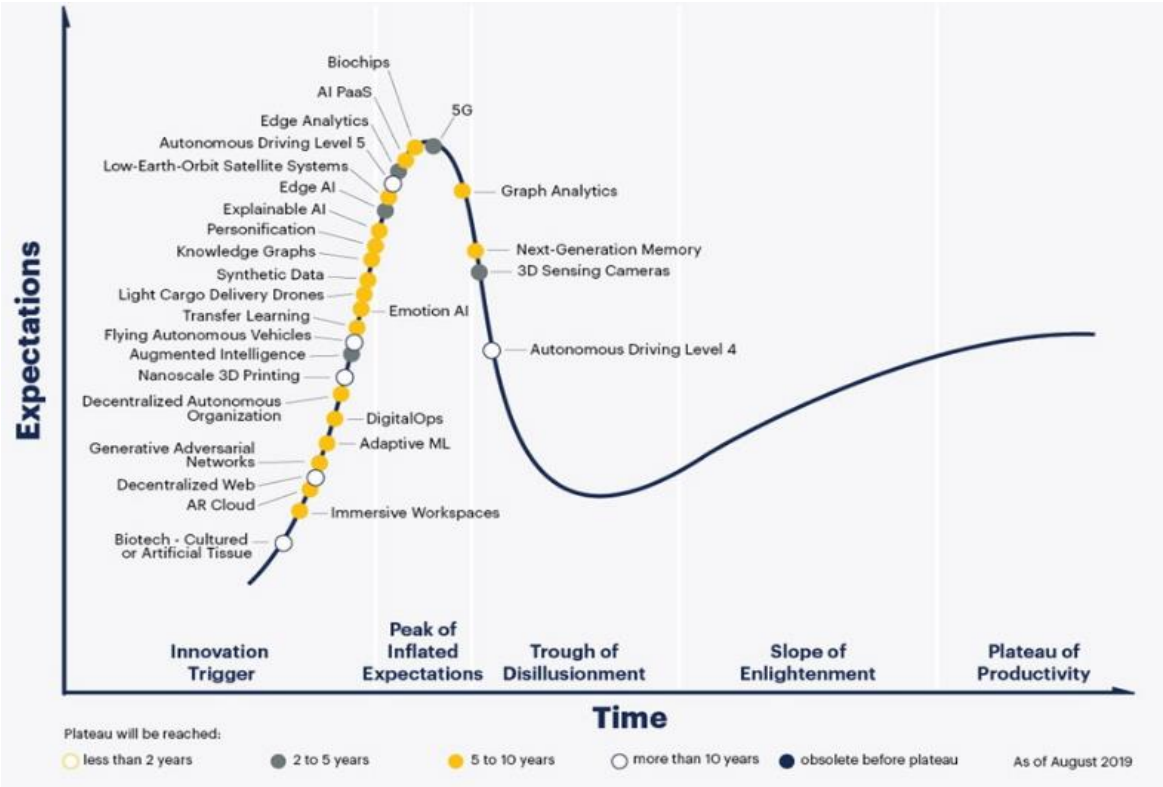


Рис. 20 – Хайп-цикл Гартнера (2019 г.)
Источник: The Official Website of Gartner [60].

Помимо технологий глобальных беспроводных сетей, достаточно часто в OEM-модулях применяются технологии персональных (Bluetooth, Zigbee) и локальных беспроводных сетей (Wi-Fi).

Bluetooth

Bluetooth – это стандарт беспроводной связи, предназначенный для обмена информацией на коротких расстояниях с помощью стационарных и мобильных устройств.

Разработка технологии, позднее названной Bluetooth, началась в 1989 г. в компании Ericsson и была инициирована руководителем компании Нильсом Ридбеком. Изначально целью проекта было создание беспроводной альтернативы для кабелей RS-232, широко использовавшийся в телекоммуникационном оборудовании.

В ходе исследований открылись выдающиеся возможности подобного типа связи. По словам Свена Маттисона, который наряду с Джаапом Хаартсеном занимался разработкой Bluetooth, в компании Ericsson быстро осознали, что стандарт невозможно будет запустить в одиночку. К участию в проекте были привлечены такие IT-гиганты, как Intel, Nokia, IBM и Toshiba. В результате этими пятью компаниями была сформирована некоммерческая организация Bluetooth Special Interest Group (SIG) под эгидой которой в 1998 г. и был выпущен первый стандарт Bluetooth.

На сегодняшний день членами Bluetooth SIG являются более 30 000 предприятий по всему миру. Организация выпустила уже 5 классов спецификаций технологии. Начиная с версии Bluetooth 4.2 было заявлено о поддержке работы в сетях Интернета вещей (IoT), а Bluetooth 5 и вовсе позиционируется организацией, как лидирующая технология в новой волне развития IoT.

Bluetooth работает в частотах ISM-диапазона от 2,4 до 2,485 ГГц. Для повышения уровня эффективности передачи сигнала в Bluetooth используется такой метод расширения спектра, как FHSS (Frequency-hopping spread

spectrum) – псевдослучайная перестройка рабочей частоты, что позволяет избегать широкополосных помех.

Спецификация Bluetooth 5.0 окончательно ознаменовала ориентацию этой технологии на IoT-рынок. В сравнении с 4.0 была повышена дальность работы – до 240 метров и скорость передачи – до 50 Мбит/сек. Также был усовершенствован режим низкого потребления энергии (при работе в этом режиме, по сравнению с bluetooth 4.2, дальность действия возросла в 4 раза, а скорость вдвое). Уровень энергоэффективности является одним из важных показателей для постройки IoT-соединений.

Три необходимых для работы Bluetooth протокола – это [79]:

- LMP (Link Management Protocol), отвечающий за установку и контроль за соединением между устройствам;
- SDP (Service Discovery Protocol), определяющий услуги, которые предоставляет устройство, и их параметры. Например, этот протокол используется смартфоном при подключении беспроводных наушников, помогая ему определить, какой именно профиль Bluetooth они должны использовать;
- L2CAP (Logical Link Control and Adaptation Protocol) – предназначен для работы с протоколами разного уровня, сбора и отправки пакетов данных.

Проанализировав современное состояние технологии Bluetooth, можно обозначить плюсы и минусы.

К ***достоинствам*** стандарта относятся [83]:

- высокий уровень стандартизации и совместимость между устройствами Bluetooth разных производителей;
- защита передаваемых данных;
- низкая стоимость;
- высокая дальность действия (до 1000 м);

- универсальность и большое разнообразие модулей под разные задачи.

Среди ***недостатков*** отметим:

- относительно высокое энергопотребление (работа от автономных источников питания не всегда возможна);
- относительно невысокая скорость обмена данными (до 1 Мбит/с).

Основное преимущество стандарта Bluetooth заключается в его высоком уровне стандартизации и широчайшем распространении в составе пользовательских электронных устройств. Это позволяет в ряде случаев практически в два раза сэкономить время и затраты на разработку при проектировании некоторой системы сбора данных, телеметрии или управления на основе Bluetooth, поскольку в качестве одной из сторон беспроводного обмена данными может выступать, например, обычный серийно выпускаемый ноутбук или коммуникатор с поддержкой данной технологии.

Исходя из характерных особенностей модулей Bluetooth, сформировались их ***области применения*** [78]:

- Автомобильная электроника. Модули Bluetooth могут использоваться в бортовых автомобильных системах контроля и управления.
- Компьютерная техника и телекоммуникационное пользовательское оборудование: ноутбуки, сотовые телефоны, смартфоны, торговые терминалы со встроенной функцией Bluetooth.
- Системы удаленного управления и телеметрии.

Zigbee

ZigBee – это основанная на стандарте IEEE 802.15.4 спецификация для протоколов верхнего уровня, использующихся для создания персональных сетей беспроводной связи.

В 2003 г. рабочая группа Института инженеров электротехники и электроники (Institute of Electrical and Electronics Engineers, IEEE) приняла IEEE 802.15.4 – технический стандарт для низкоскоростных беспроводных персональных сетей. ZigBee создали на базе именно этого стандарта. Так, ZigBee была разработана открытой некоммерческой организацией ZigBee Alliance, основанной в 2002 г. Первая спецификация – ZigBee 1.0 была утверждена и выпущена в июне 2005 г.

На сегодняшний день членами ZigBee Alliance являются такие крупные компании, как Intel, Siemens, Samsung, Qualcomm. Общее количество членов насчитывает более сотни предприятий. По данным ZigBee Alliance, компаний, занимающихся интеграцией технологий ZigBee, и вовсе более 250. Первым профилем ZigBee, анонсированным в 2007 г., стала домашняя автоматизация («умный дом»).

Скорость передачи данных в сетях ZigBee может составлять от 20 до 250 кбит/сек. Дальность действия – до 100 м. Благодаря низкому уровню энергопотребления сети ZigBee могут работать по несколько лет от одной батареи. Особенностью ZigBee является возможность поддержки ячеистой топологии, что позволяет сети самовосстанавливаться и продолжать передачу пакетов данных при обрыве связи между узлами [79].

Исходя из особенностей стандарта ZigBee, сформулируем его плюсы и минусы [83].

Достоинства:

- защита передаваемых данных;
- поддержка сложных беспроводных сетей;

- ультранизкое энергопотребление (возможна автономная работа от батарейки до 10 лет).

Недостатки:

- недостаточно высокий уровень стандартизации и отсутствие единой программно-аппаратной платформы для разработки сложных приложений;
- невысокая скорость передачи данных. Большая часть трафика ZigBee тратится на передачу пакетов, содержащих адресную информацию, пакеты синхронизации и т. д. Полезная скорость передачи данных составляет около 30 кбит/с.

Основные ***области применения*** технологии ZigBee [83]:

- Домашние развлечения и контроль — рациональное освещение, продвинутый температурный контроль, охрана и безопасность, фильмы и музыка.
- Домашнее оповещение — датчики воды и энергии, мониторинг энергии, датчики задымления и пожара, датчики удаленного доступа.
- Мобильные службы — мобильные оплата, мониторинг и контроль, охрана и контроль доступа, охрана здоровья и телепомощь.
- Коммерческое строительство — мониторинг энергии, света, контроль доступа.
- Промышленное оборудование — контроль процессов, промышленных устройств, управление энергией и имуществом.

Wi-Fi

Wi-Fi – технология беспроводной связи для локальных сетей, использующая радиоволны для обмена информацией на высоких скоростях.

Предпосылкой создания технологии Wi-Fi явилось решение правительства США, принятое в 1985 г., о выделении нескольких нелицензируемых диапазонов радиочастот для использования в целях связи. Крупные компании-поставщики оборудования (например, Proxim и Symbol)

начали выпускать беспроводные устройства, работающих в этих диапазонах. Для совместимости устройств от разных производителей был необходим единый стандарт, которым и явился Wi-Fi. В 1997 г. некоммерческая организация IEEE выпустила первую спецификацию Wi-Fi, обеспечивающую скорость передачи данных 2 Мбит/с. Данный стандарт был очень длинным, и в 1999 г. шесть компаний: Nokia, Intersil, Aironet, 3Com, Symbol и Lucent, объединились для создания международной организации Alliance Wireless Compatibility Alliance WECA, ныне Wi-Fi Alliance.

Являясь одной из самых распространенных технологий, в настоящее время Wi-Fi активно используется в умных домах для подключения к Интернету вещей (IoT), получения данных с различных датчиков и управления ими со смартфона.

Принцип работы технологии Wi-Fi заключается в использовании радиоволн частотой 2,4МГц и 5 МГц для передачи данных между адаптером и маршрутизатором в сети. В России используются 13 частотных каналов в 2,4 ГГц диапазоне и 4 частотных полосы в сумме с 23 каналами в 5 ГГц диапазоне. На сегодняшний день существует множество стандартов Wi-Fi, различающихся своими техническими характеристиками: расстоянием, скоростью и т.д. Наиболее популярными являются стандарты 802.11b,g,n,ac. Стандарт 802.11a не получил должного распространения в странах Европы и России. Стандарты 802.11b,g работают на частоте 2,4 ГГц со скоростями передачи данных 11 Мбит/с и 54 Мбит/с соответственно. 802.11n был утвержден в 2009 г. и может работать как на частоте 2,4 ГГц, так и 5 ГГц, используя ортогональное частотное мультиплексирование сигнала (как и 802.11g). Максимальная скорость передачи составляет 600 Мбит/с (4 принимающих антенны), 150 Мбит/с (1 принимающая антенна). Стандарт 802.11ac использует частоту 5 ГГц и позволяет передавать данные со скоростью 1,3 Гбит/с.

Топологии Wi-Fi [79]:

– Ad-Hoc – устройства связываются непосредственно друг с другом;
– Basic Service Set (BSS) – устройства связываются, используя точку доступа;
– ESS – Extended Service Set – обеспечивает взаимодействие нескольких точек доступа.

Наиболее популярными протоколами шифрования являются WPA и WPA2.

Сформулируем некоторые ключевые особенности стандарта Wi-Fi. К его ***достоинствам*** относятся [83]:

- высокая скорость передачи данных;
- компактность;
- большое разнообразие модулей под разные задачи;
- высокий уровень стандартизации и совместимость между устройствами Wi-Fi разных производителей;
- защита передаваемых данных.

Основные ***недостатки*** таковы:

- большое энергопотребление и невозможность работы в течение длительного времени от автономных источников питания;
- относительно высокая стоимость (по сравнению с Bluetooth).

Характерные особенности стандарта Wi-Fi диктуют основные ***области применения*** [83]:

- Автомобильная электроника. Модули Wi-Fi могут применяться в системах мониторинга автотранспорта и в бортовых автомобильных системах, поскольку тут практически отсутствуют ограничения по потреблению энергии.
- Системы удаленного управления и телеметрии. Главные преимущества – высокая скорость передачи данных и высокий уровень стандартизации.

- Компьютерная и офисная техника. Построение компьютерных сетей для обмена большими потоками данных с высоким уровнем безопасности.

На текущий момент базовые технологии персональных и локальных беспроводных сетей, вышли из цикла Гартнера. Тем не менее, продолжают существовать их дополнения и модификации. Подробные сведения приведены Табл. 18.

Помимо технологических индикаторов мирового рынка OEM-модулей, оцениваемых по методологии компании Gartner, также можно отметить показатели, представленные на основе анализа баз данных Crunchbase и AngelList. К ним относятся:

– Показатели по ключевым игрокам рынка:
  - Основные вендоры (разработчики технологии),
  - Количество компаний, имеющих ключевой бизнес на базе технологии,
  - Количество доступных технологических решений (количество областей применения технологии).
– Показатели по стартапам на рынке:
  - Стадии развития стартапа,
  - Тип сделки (этапы финансирования стартапа),
  - Количество сделок:
    - «Сделка-вход» (количество появившихся проектов);
    - «Сделка-выход» (количество проданных (через M&A) или вышедших на рынок (через IPO) проектов)).

Соответствующие индикаторы приведены Табл. 19. Более детальны сведения о рассматриваемых показателях баз данных Crunchbase и AngelList приведены в Приложении Г.

Табл. 18 – Технологические индикаторы рынка OEM-модулей,
соответствующие технологиям беспроводной связи (согласно методологии компании Gartner)

№	Наименование направления	Фаза зрелости		Уровень готовности	Проникновение на рынок	Скорость адаптации на рынке	Уровень воздействия на бизнес	Уровень преимуществ от внедрения технологии
		Вход в цикл	Выход из цикла					
1	GSM / GPRS / EDGE (2G)	1998	2003	«TRL 9»	От 20% до 50% целевой аудитории или более 50% целевой аудитории	Высокая	Высокий	Преобразовательный
2	UMTS (3G)	2003	2009					
3	LTE (4G)	2008	по настоящее время					
4	Bluetooth	1995	по настоящее время					
5	Wi-Fi	1999	по настоящее время					
6	ZigBee	1998	по настоящее время					
7	NB-IoT	2015	По настоящее время	«TRL 9»	От 5% до 20% целевой аудитории или от 20% до 50% целевой аудитории	Средняя	Высокий	Высокий

Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным:
The Official Website of Gartner / – Режим доступа: https://www.gartner.com (дата обращения: 06.12.2019) [60].
Примечание: методология оценки приведена в Приложении Б.
GSM – Global System for Mobile Communications;
GPRS – General Packet Radio Services;
EDGE – Enhanced Data rates for GSM Evolution;
LTE – Long-Term Evolution;
TRL – Technology Readiness Level;
NB-IoT – Narrow Band IoT.

Табл. 19 – Технологические индикаторы мирового рынка OEM-модулей, определяемые на основе анализа баз данных Crunchbase и AngelList

Технология	Ключевые игроки рынка			Стартапы				
	Вендоры	Количество доступных технологических решений[1]	Количество компаний, имеющих ключевой бизнес на базе технологии	Страны лидеры	Стадия развития компании	Тип сделки	Количество сделок	
							"сделка-вход"	"сделка-выход"
Навигация								
LAT	см. Приложение В			США, Япония, Россия	Посев	Посев	335	1
LAA				США, Испания, Египет	Посев	Посев	22	0
LBS				США, Великобритания, Сингапур	Посев	Посев	4121	10
Связь								
GSM / GPRS / EDGE (2G)	ETSI	5	Более 800	США, Англия, Швейцария	Посев	Посев	2265	32
UMTS (3G)		5	26					
LTE (4G)	3GPP	3	50					
NB-IoT		9	149					
Bluetooth	IEEE / SIG	3	34000	США, Канада, Китай	Venture - Series Unknown	M&A	3736	202
Wi-Fi	IEEE / Wi-Fi Alliance	3	Более 300					
ZigBee	IEEE / ZigBee Alliance	5	332					

Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным:

1. The Official Website of Crunchbase / Режим доступа: https://crunchbase.com (дата обращения: 09.12.2019) [84].
2. The Official Website of AngelList / Режим доступа: https://angel.co (дата обращения: 09.12.2019) [85].

Примечание: методология оценки приведена в Приложении Г.

[1] Количество областей применения технологии/технологической системы

Сокращения: LAT – Location-Aware Technology; LAA – Location-Aware Applications; LBS – Location-Based Services; GSM – Global System for Mobile Communications; GPRS – General Packet Radio Services; EDGE – Enhanced Data rates for GSM Evolution; LTE – Long-Term Evolution; TRL – Technology Readiness Level; NB-IoT – Narrow Band IoT.

Рассматриваемые в настоящем исследовании технологии оказывают положительное влияние на рынок «Автонет», в частности, на такие рыночные направления как: транспортно-логистические услуги, телематические транспортные и информационные системы (платформы, системы управления, транспортные средства), интеллектуальная городская мобильность. Примерами конкретных сегментов рынка «Автонет», на которые в большей степени оказывают влияние технологические тренды, базирующиеся на определении местоположения, и технологии беспроводной связи, являются:

- Транспортно-логистические услуги:
  - Логистические системы.
- Телематические транспортные и информационные системы:
  - Телематические платформы;
  - Системы мониторинга транспорта;
  - Навигационные платформы:
    - Системы автомобильной навигации;
    - Системы «Indoor-навигации»;
    - Системы повышения точности навигации;
    - Системы локального позиционирования;
    - ГИС-Сервисы и высокоточная картография.
  - Системы дополненной и виртуальной реальности;
  - Системы помощи водителю и комплектующие (ADAS);
  - Беспилотные автомобили и автомобили высокой степени автоматизации.
- .Интеллектуальная городская мобильность:
  - Шеринговые системы.

Порядок внедрение на рынке «Автонет» тех или иных систем представим при помощи Хайп-цикла Гартнера (см. Рис. 21).

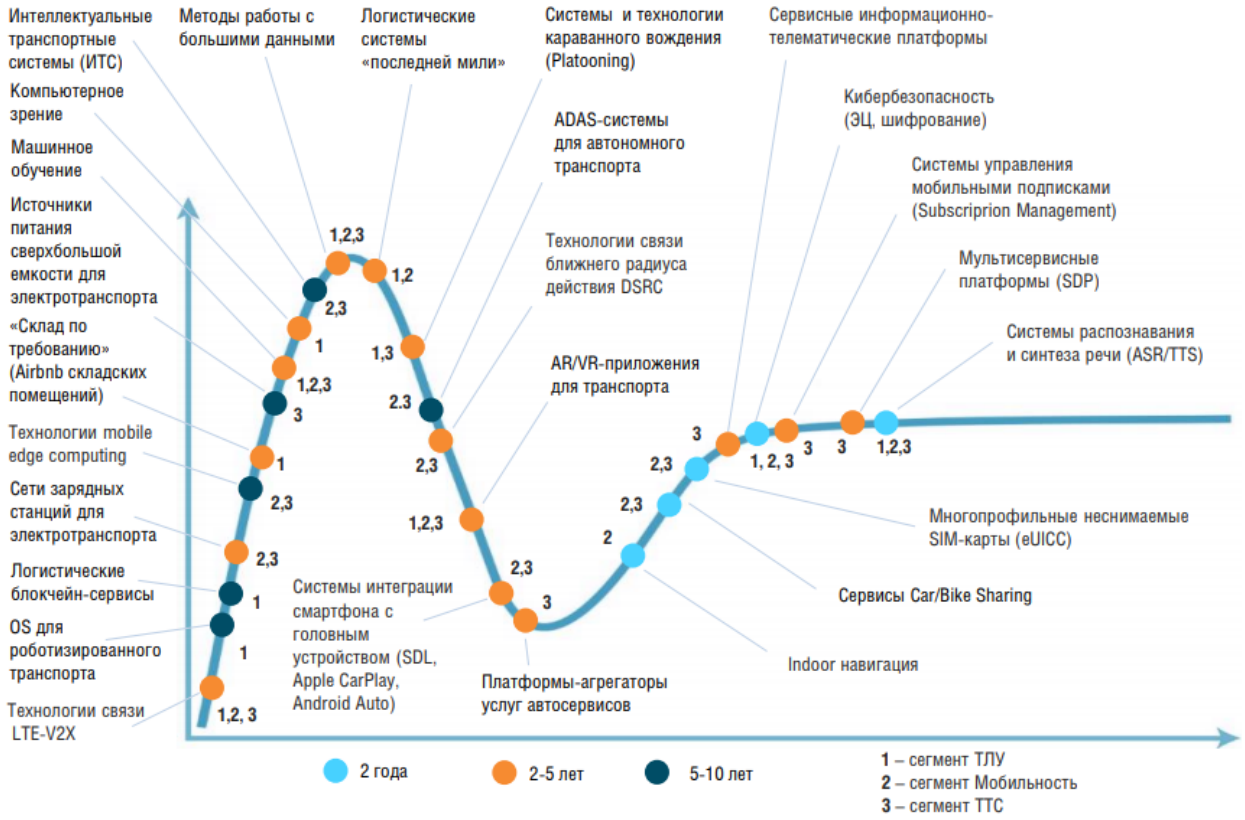


Рис. 21 – Карта технологий рынка «Автонет» (на 2019 г.)
Источник: составлено НП «ГЛОНАСС».

Исходя из Рис. 21, можно сделать вывод, что наиболее востребованными технологиями на рынке «Автонет» являются сервисные информационно-телематические платформы (соответствуют сегменту рынка «телематические платформы»), находящиеся на «плато продуктивности» (5-ой стадии по циклу Гартнера). За ними следовали шеринговые системы (Car / Bike Sharing) и системы indoor-навигации. Наименее развитыми технологиями на рынке «Автонет» в 2019 г. были логистические системы.

Не стоит забывать о приоритете развития сетей 5G (отмеченных нами ранее на Рис. 20). С ростом спроса на высокоскоростной доступ в Интернет для приложений автономного вождения, увеличиваются требования к 5G.

Технологические индикаторы рынка «Автонет», определяемые методологией компании Gartner, а также на основе анализа баз данных Crunchbase и AngelList, приведены в Табл. 20 и Табл. 21.

Табл. 20 – Технологические индикаторы рынка «Автонет», на которые оказывают влияние OEM-модули (согласно методологии компании Gartner)

№	Наименование направления	Фаза зрелости		Уровень готовности	Проникновение на рынок	Скорость адаптации на рынке	Уровень воздействия на бизнес	Уровень преимуществ от внедрения технологии
		Вход в цикл	Выход из цикла					
1	Телематические платформы	2006	По настоящее время	TRL 9	От 20% до 50% целевой аудитории или более 50% целевой аудитории	Высокая	Высокий	Высокий
3	Шеринговые системы	1995	По настоящее время					
4	Системы дополненной и виртуальной реальности	1995	2017					Преобразовательный
5	Системы мониторинга транспорта	2000	2017					
6	Системы автомобильной навигации	1995	2017					
7	Системы технологии «Indoor-навигации»	1996	По настоящее время		От 5% до 20% целевой аудитории или от 20% до 50% целевой аудитории			Высокий
8	Системы повышения точности навигации	-	2017					Преобразовательный
9	ГИС-Сервисы и высокоточная картография	2005	2011		От 20% до 50% целевой аудитории или более 50% целевой аудитории			
11	Системы локального позиционирования	2005	2011		От 5% до 20% целевой аудитории или от 20% до 50% целевой аудитории			
12	Логистические системы	1995	По настоящее время	TRL 8				Высокий
13	Системы помощи водителю	1995	По настоящее время	TRL 9				

Источник: составлено НП «ГЛОНАСС».
Примечание: методология оценки приведена в Приложении Б.

Табл. 21 – Технологические индикаторы рынка «Автонет»,
определяемые на основе анализа баз данных Crunchbase и AngelList

Технология	Ключевые игроки рынка			Стартапы				
	Вендоры	Количество доступных технологических решений	Количество решений, имеющих ключевой бизнес на базе технологии	Страны лидеры	Стадия развития компании	Тип сделки	Количество сделок	
							"сделка-вход"	"сделка-выход"
Телематические платформы	7	Более 50	137	США, Канада. Израиль	Seed	Seed	20	4
Шеринговые системы	3	До 10	296	США, Франция, Испания	Early Stage Venture	Early Stage Venture	56	27
Логистические системы	4	В мире более 100, в России – 8	75	США, Германия, Индия	M&A	M&A	58	20
Системы мониторинга транспорта	6	Более 50	286	США, Германия, Индия	M&A	M&A	286	48
Системы автомобильной навигации	6	Более 1000	16	Япония, США, Германия	IPO	IPO	18	8
Системы технологии «Indoor-навигации»	4	Более 10	68	США, Канада, Германия	Seed	Seed	75	5
Системы повышения точности навигации	4	Более 20	Нет данных	США, Япония, Швейцария	Нет данных	Нет данных	Нет данных	Нет данных
ГИС-Сервисы и высокоточная картография	3	Более 10	23	США, Китай, Испания	Seed	Seed	22	4
Системы локального позиционирования	5	Более 10	23	США, Израиль	M&A	M&A	3	1
Системы дополненной и виртуальной реальности	4	Более 20	36	США, Германия, Англия	Seed	Seed	37	3
Системы помощи водителю	6	Более 4	39	США, Германия, Канада	Seed	Seed	659	125

составлено НП «ГЛОНАСС» по данным:

1. The Official Website of Crunchbase / Режим доступа: https://crunchbase.com (дата обращения: 09.12.2019) [84].
2. The Official Website of AngelList / Режим доступа: https://angel.co (дата обращения: 09.12.2019) [85].

Примечание: методология оценки приведена в Приложении Г.

4.2 Общая характеристика мирового рынка OEM-модулей

В 2018-2019 гг. по данным различных аналитических источников среднегодовые темпы роста мирового навигационного рынка составили около 7%. По прогнозам аналитической компании Research and Markets до 2025 г. среднегодовые темпы роста мирового навигационного рынка составят 6,6% в год. Аналитики считают, что ускорение темпов роста рынка может произойти за счет интеграции навигационных и беспроводных технологий [85].

Согласно классификации GSA, мировой навигационный рынок включает в себя рынок НАП ГНСС и рынок услуг, который, в свою очередь, включают сервисы, связанные с точным определением местоположения, а также услуги, создающие добавленную стоимость (added-value services) – навигационные, информационные, страховые, специальные приложения для мобильных пользователей и т.п. Что касается объема рынка в разрезе услуг, они будет значительно выше, чем рынок продукции. В 2029 г. величина рынка услуг составит 166 млрд. долл., что превышает половину всего рынка НАП ГНСС [87].

Динамика и стоимостной прогноз роста мирового рынка продуктов и услуг глобальной навигации представлены на Рис. 22.

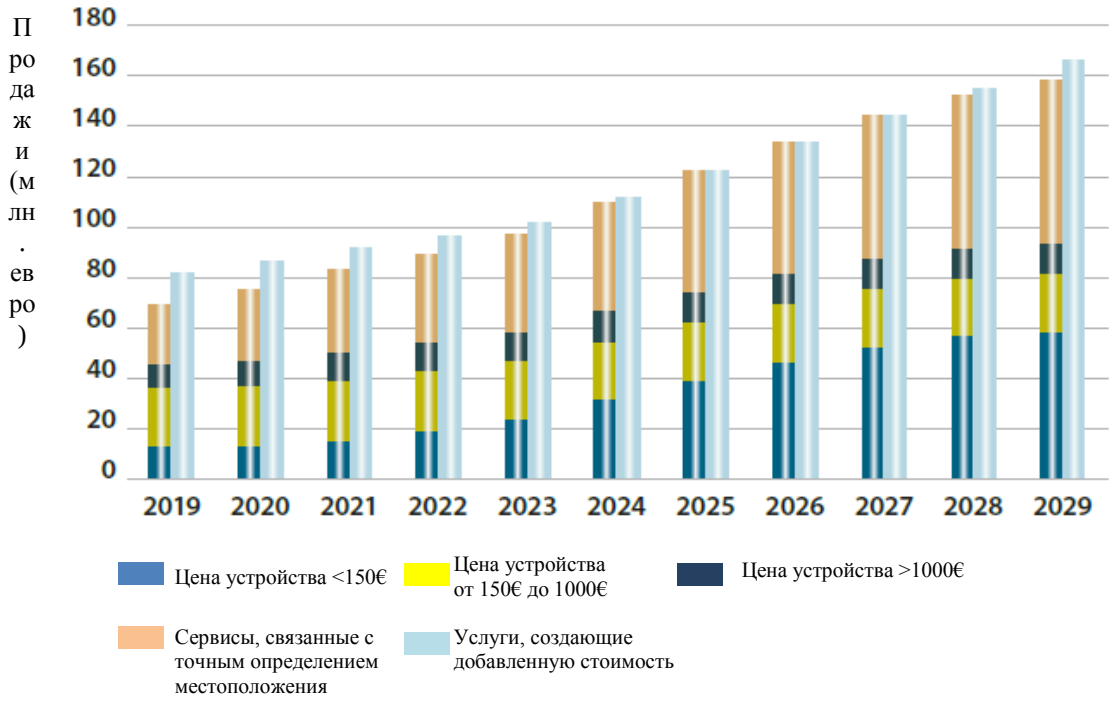


Рис. 22 – Динамика мирового рынка
продуктов и услуг глобальной навигации в 2019-2029 гг. (млрд. евро)
Источник: GNSS Market Report / GSA, 2019. – 112 p. [87].

Как видно из Рис. 22, по итогам 2019 г. суммарный объем мирового навигационного рынка (продукты и услуги) в стоимостном выражении достиг примерно 150 млрд. евро, при этом на продукцию пришлось порядка 70 млрд. евро, а на «добавленные» услуги – 80 млрд. евро.

В долгосрочной перспективе опережающими темпами будет развиваться субрынок «добавленных» услуг, CARG которого составят примерно 7-8% за период 2019-2029 гг.

Перспективная структура рынка НАП ГНСС в разрезе основных сегментов представлена на следующем Рис. 23.

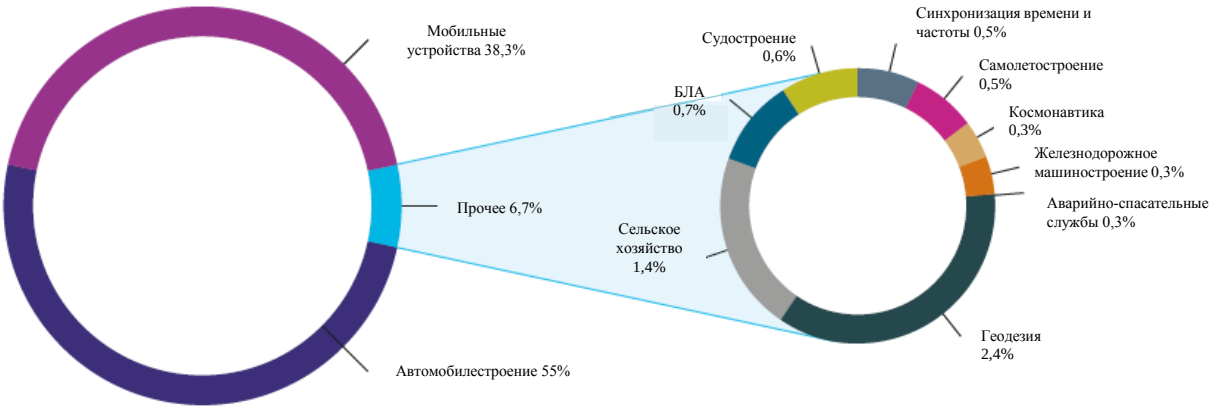


Рис. 23 – Сегменты рынка НАП ГНСС в 2019-2029 гг. (%)
Источник: GNSS Market Report / GSA, 2019. – 112 p. [87].

Очевидно, что наиболее весомый и динамично растущий сегмент глобального навигационного рынка сегодня представлен сервисами, к которым, в первую очередь, относятся LBS и услуги, связанные с навигацией наземного транспорта. Их суммарная доля в общем объеме поступлений от продаж навигационных услуг составляет свыше 90%.

По данным агентства GSA, в количественном выражении суммарный объем мирового рынка НАП ГНСС по итогам 2019 г. достиг 6,4 млрд. ед., а к 2029 г. суммарный объем различных устройств, оснащенных чипами (инсталлированная база) во всем мире составит 9,6 млрд. ед. [87].

Количественная динамика и прогноз роста инсталлированной базы НАП ГНСС представлены на

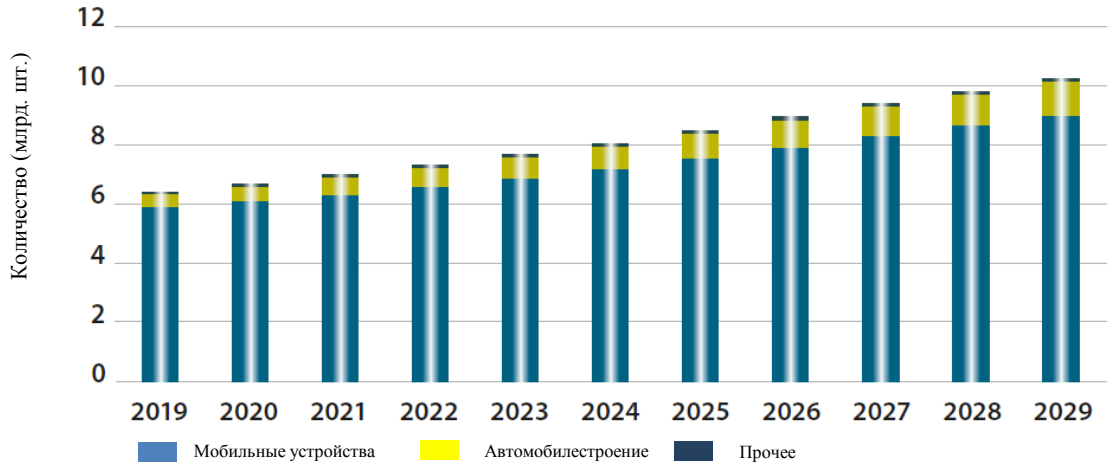


Рис. 24.

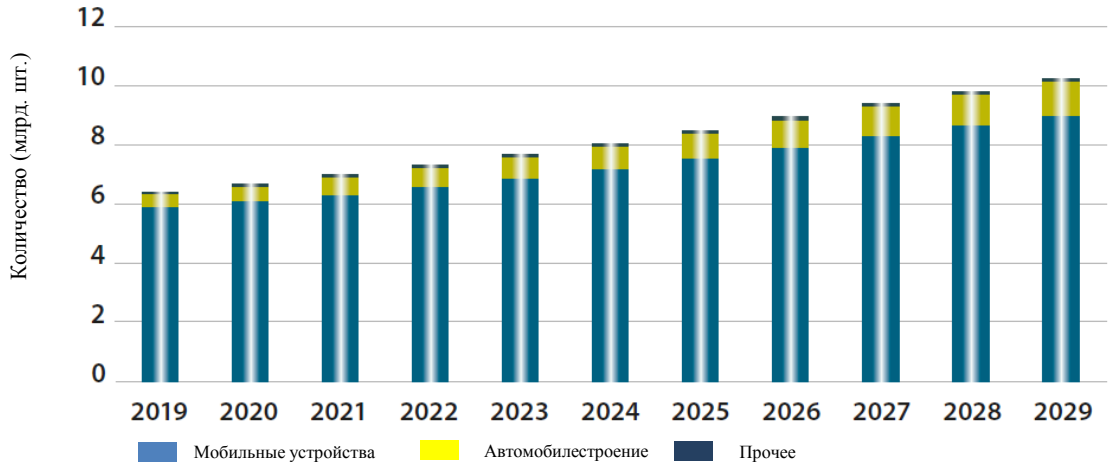


Рис. 24 – Динамика рынка НАП ГНСС
по количеству установленных чипсетов в 2019-2029 гг. (млрд. шт.)
Источник: GNSS Market Report / GSA, 2019. – 112 p. [87].

Как видно из

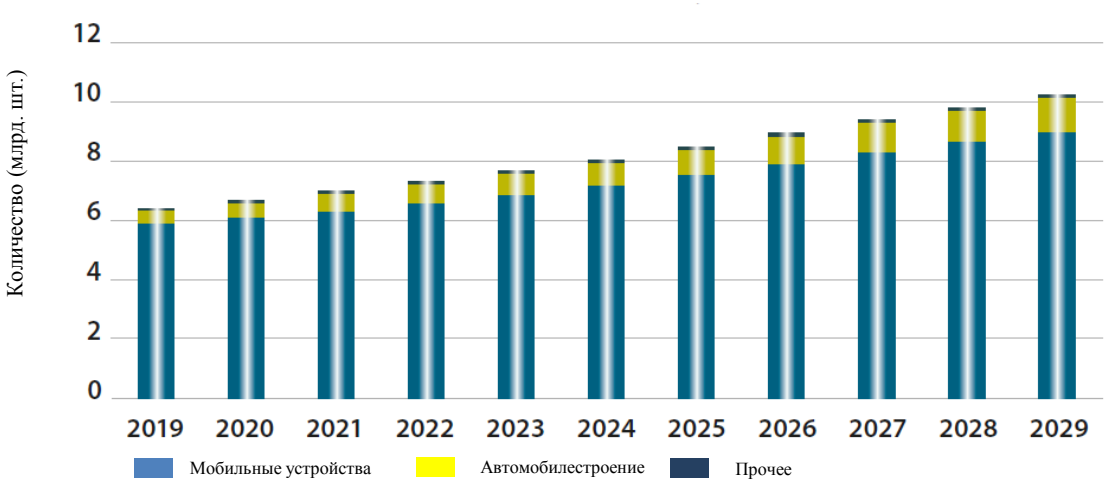


Рис. 24, структура рынка НАП ГНСС включает три основных сегмента – мобильные устройства (Consumer Solutions), НАП автомобильного применения (Road) и прочую профессиональную аппаратуру (Other).[1]

Что касается мирового рынка чипов для НАП ГНСС, то на протяжении последнего десятилетия он демонстрировал стабильно высокие темпы роста, оставаясь одним из самых активно развивающихся и массовых рынков.

[1] К «профессиональным» устройствам аналитики традиционно относят НАП геодезического, авиационного, морского и наземного применения (в основном, для сельскохозяйственной техники), а также НАП синхронизации. С недавнего времени в отдельный подсегмент выделяются БПЛА.

В подтверждении сказанному приведем примеры текущих оценок и прогнозов авторитетных аналитических компаний [88, 89, 90, 93]:

- По данным ABI Research годовая выручка от продажи чипсетов увеличилась до 2,75 млрд. долл. в 2018 г., несмотря на общую тенденцию снижения цен на массовые навигационные устройства.
- Согласно результатам масштабного маркетингового исследования компании MarketsandMarkets объем мирового рынка чипов в стоимостном выражении достигнет 5,22 млрд. долл. к 2022 г., с ежегодными темпами роста на уровне 7,9%.
- По прогнозу компании Wise Guy Reports глобальный рынок чипов оценивался в 3,6 млрд. долл. в 2018 г. и, как ожидается, достигнет 6,2 млрд. долл. к концу 2025 г.
- Согласно данным маркетингового отчета компании Transparency Market Research ежегодные темпы роста глобального рынка чипов в период 2017-2025 гг. в стоимостном разрезе составят в среднем 7,7%.

4.3 Географическая структура мирового рынка OEM-модулей

На протяжении десятилетий признанным мировым лидером по объемам реализации НАП ГНСС являлась Северная Америка (США и Канада), за которой следовали страны Европы (ЕС и «вне-ЕС», куда относится Россия). Вместе с тем, в последние годы темпы роста рынка НАП ГНСС в Азиатско-Тихоокеанском регионе были наиболее интенсивными, что вывело данный регион в лидеры как по объемам продаж НАП, так и по объему подключенной базы.

Прогнозируемая динамика роста количества подключенных мобильных устройств с чипами (инсталлированная база) в региональном разрезе до 2029 г. представлена на Рис. 25.

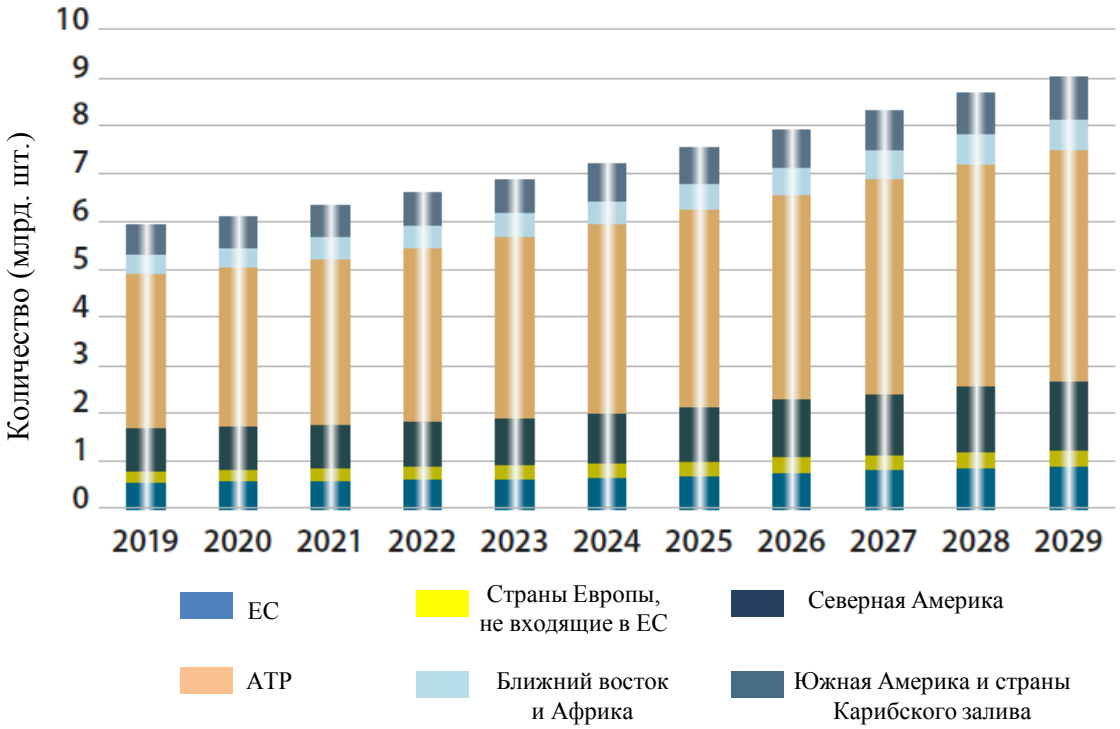


Рис. 25 – Динамика подключенных чипов к мобильным устройствам в региональном разрезе в 2019 -2029 гг. (млрд. шт.)

Источник: GNSS Market Report / GSA, 2019. – 112 p. [87].

Как видно из диаграммы, в перспективе общее количестве навигационных устройств в Азиатско-Тихоокеанском регионе вырастет с 3,1 млрд. ед. в 2019 г. до 4,6 млрд. в 2029 г. – больше, чем в ЕС и США вместе взятых. Ежегодные темпы роста продаж НАП ГНСС в АТР составят не менее 11%.

Аналитики отмечают растущий потенциал рынков Китая и Тайваня, где размещается значительная доля мощностей компаний, выпускающих НАП и чипы. По оценкам компании Canalys, Тайвань занимает второе место в регионе по темпам роста продаж смартфонов с GPS-чипами. Помимо упомянутых выше стран АТР, аналитики отмечают растущий потенциал индийского рынка, особенно с точки зрения роста продаж смартфонов. Перспективным с точки зрения динамики дальнейшего роста считается также рынок Австралии.

В остальных странах ожидаются еще более высокие темпы роста «оснащенности» населения устройствами с навигационными опциями. В ближайшие 10 лет темпы этого роста будут такими, что с нынешнего 1

навигатора на 5 человек в странах «третьего мира» данный показатель вырастет до 8 навигаторов на 10 человек.

На Рис. 26 представлены показатели НАП в региональном разрезе.

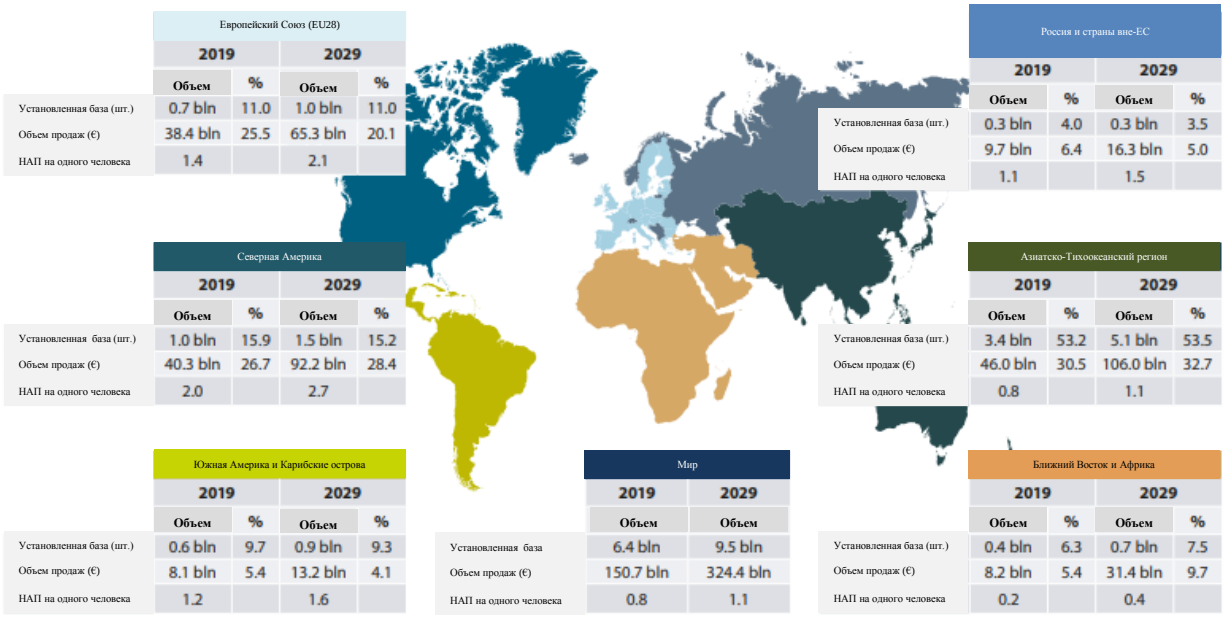


Рис. 26 – Показатели рынка НАП ГНСС
в региональном разрезе в 2019 и 2029 г. (млрд. шт. и млрд. €)
Источник: GNSS Market Report / GSA, 2019. – 112 p. [87].

Как видно из диаграммы, по итогам 2019 г. лидером по условному показателю «количество устройств с НАП на жителя» является Северная Америка (США и Канада), где этот показатель составляет в среднем 2,0 устройства на жителя (общее количество устройств – 1,0 млрд. шт.), а к 2029 г. в регионе будет уже 2,7 устройств на человека с общим количеством 1,5 млрд. устройств.

На втором месте по оценкам аналитиков GSA находится еврозона с показателем 1,4 устройства на человека (0,7 млрд. устройств в регионе). К 2029 г. по общему количеству устройств с навигационными чипами ЕС приблизится к США, а на одного жителя будет приходиться 2,1 устройства.

В связи с развитием российской ГНСС ГЛОНАСС прогнозируется дальнейший рост продаж НАП ГНСС в России. Вместе с тем, общий объем навигационного рынка в стоимостном выражении нашей стране пока остается достаточно скромным – 1,0-1,5% от мирового.

По оценкам европейских аналитиков, общее количество НАП в России и странах СНГ на сегодня составляет 0,3 млрд. шт., на 1 жителя приходится в среднем 1,1 устройства. По прогнозам GSA к 2029 г. Россия по-прежнему будет отставать от ЕС и США, количество НАП на человека составит 1,5. При этом общее количество устройств останется на уровне 0.3 млрд. шт.

Быстрыми темпами растет навигационный рынок в Азиатско-Тихоокеанском регионе. Общее количество устройств с навигационным функционалом в странах АТР уже сегодня составляет 3,4 млрд. шт. В расчете на одного жителя региона количество навигационных устройств увеличится с 0,8 шт. в 2019 г. до 1,1 шт. в 2029 г., достигнув 5,1 млрд. шт. Это крупнейший региональный рынок.

В Южной Америке общее количество устройств с навигационным функционалом по данным GSA за 2019 г. составляет 0,6 млрд. шт. В расчете на одного жителя региона показатель оснащенности НАП ГНСС увеличится с 1,2 шт. в 2019 г. до 1,6 шт. в 2029 г., при этом общее количество устройств через 10 лет достигнет 0,9 млрд. шт.

Что касается Африки и стран Ближнего Востока, на сегодня общее количество устройств с навигационным функционалом по данным GSA составляет 0,4 млрд. устройств (0,2 шт. на жителя). В долгосрочной перспективе количество навигационных устройств в пересчете на жителя вырастет до 0,4 шт. Общее количество устройств к 2029 г. достигнет 0,7 млрд. шт., что сопоставимо с прогнозными данными по США и ЕС.

В страновом контексте ключевыми рынками для чипов являются США (28% от общего объема мирового рынка), ЕС (27%) и Япония (20%). Но если в 2017 г. основным потребителем чипов являлась Северная Америка, то к 2022 г. ее обгонит АТР за счет более высоких темпов ежегодного роста [87, 89]. Объемы региональных рынков в 2017 г. представлены на Рис. 27.

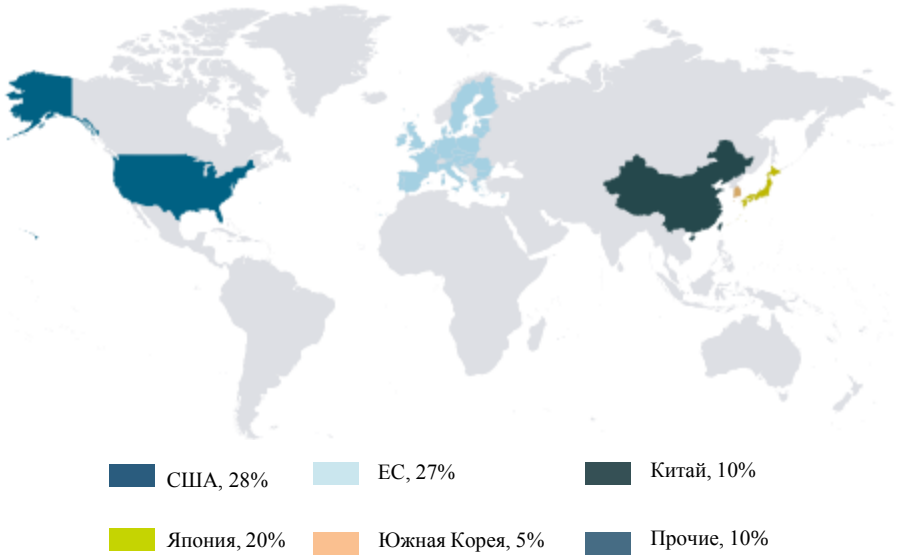


Рис. 27 – Объемы региональных рынков чипов в 2017 г. (%)
Источник: Источник: GNSS Market Report / GSA, 2019. – 112 p. [87].

Устойчивой тенденцией мирового рынка НАП ГНСС в течение последних 10 лет является смещение центра производства компонентов в страны АТР. По оценкам аналитиков на сегодня в данном регионе производится до 80% всей микроэлектронной продукции, включая навигационное оборудование. В ближайшие 5 лет флагманские позиции в отрасли сохранят за собой Китай, Малайзия, Тайвань, Сингапур, Южная Корея.

4.4 Отраслевая структура мирового рынка OEM-модулей

Как отмечалось выше, текущая структура рынка НАП ГНСС включает три основных сегмента – мобильные устройства, НАП автомобильного применения и профессиональная аппаратура.

По данным GSA в отраслевой структуре мирового рынка НАП ГНСС в настоящее время с большим отрывом лидируют мобильные устройства, доля которых по данным на 2019 г. составила 92,2% в общем объеме устройств с НАП (5,9 млрд. ед. LBS-устройств из общего количества 6,4 млрд. ед. НАП). Тотальное доминирование LBS сохранится и в долгосрочной перспективе – до 2029 г.

На втором месте по общему количеству устройств с НАП находятся автомобильные навигаторы, количество которых в 2019 г. достигло 430 млн. устройств.

Необходимо отметить, что в последние несколько лет в вышеупомянутых ключевых сегментах рынка НАП (LBS и НАП ГНСС автомобильного применения) происходили стремительные перемены. В связи с тем, что значительная часть автомобилистов начала использовать смартфоны и планшеты для целей навигации, произошло перераспределение долей рынка между переносными автонавигаторами и беспроводными LBS-устройствами в пользу последних. В результате доля автомобильных навигаторов в структуре рынка существенно уменьшилась – с 46,2% в 2013 г. до 6,9% в 2019 г.

И, наконец, общая доля НАП «профессионального» применения (без учета автомобильной) на сегодня составляет порядка 54 млн. устройств (менее 0,8% от общего количества устройств).

Что касается изменений в структуре навигационного рынка в долгосрочной перспективе, по прогнозам специалистов GSA, суммарный объем инсталлированной базы мобильных устройств вырастет до 8,4 млрд. устройств в 2029 г., что составит 87,4% в общем количестве НАП ГНСС.

Количество НАП автомобильного применения к 2029 г. может вырасти до 1,1 млрд. единиц, в основном, за счет встроенных систем экстренного реагирования и «умных» навигационно-информационных систем. На автомобильные навигаторы (портативные и встроенные) к 2029 г. будет приходиться 11,4%.

Особый интерес в рамках проводимого исследования представляет сегмент «профессиональной» НАП. Хотя общее количество «профессиональной» НАП ГНСС значительно скромнее, по сравнению с «массовыми» сегментами рынка, количество профессиональных пользователей НАП в целом будет расти более высокими темпами по сравнению с НАП ГНСС потребительского сегмента. Если в 2019 г. суммарный объем инсталлированной НАП ГНСС «профессионального» применения по оценкам аналитиков GSA составлял 53,8 млн. устройств, то в 2029 г. этот объем составит уже 93,2 млн. устройств. Таким образом, за 10 лет прирост количественной базы «профессиональной» НАП составит порядка 73,2%.

К 2025 г. суммарная доля «профессиональной» НАП ГНСС в процентном отношении вырастет и составит около 1,0% в количественном выражении.

Сравнительная структура сегмента «профессиональной» НАП в разрезе основных подсегментов представлена на Рис. 28.

Рис. 28 – Сравнительная сегментация мирового рынка «профессиональной» НАП ГНСС по основным типам аппаратуры в 2019 и 2029 гг. (%)

Источник: GNSS Market Report / GSA, 2019. – 112 p. [87].

Как видно из диаграммы, в настоящее время в структуре профессиональной аппаратуры преобладает НАП ГНСС для БПЛА – 62,4% от общего количества «профессиональной» НАП (без учета НАП для автомобильного транспорта) в 2019 г.

На второе место в структуре сегмента профессиональной НАП ожидаемо вышли НАП морского применения, доля которых по итогам 2019 г. составила 20,1%. На третьем месте НАП сельскохозяйственного применения с долей 4,8%. Далее следовала геодезическая (3,9%) и синхронизационная (3,7%) аппаратура.

Необходимо подчеркнуть, что в долгосрочной перспективе первое место в сегменте профессиональной НАП будут удерживать БПЛА, доля которых к 2029 г. составит 55,6%. В ближайшие годы будут стремительно расти сегменты сельского хозяйства (5,9% за 2019-2029 гг.), ж/д транспорта (2,4%) и геодезии (0,9%).

Самый большой сектор мирового рынка чипов остаётся за смартфонами. В настоящее время производители смартфонов потребляют более 70% от общемирового объема производства чипов. Основные области применения чипов в смартфонах - сервисы на основе локации, онлайновые игры и мобильные географические информационные системы.

Самые высокие темпы роста в разрезе отдельных сегментов рынка чипов в ближайшие годы будет демонстрировать сегмент наземных транспортных средств, машин и механизмов. Чипы используются для обеспечения точного позиционирования автомобилей, а также в составе НАП монтируются на строительную технику.

Бортовые системы (in-vehicle systems) считаются идеальными для навигационных приложений, поскольку эти системы способны в режиме реального времени обрабатывать информацию, касающуюся нынешнего состояния транспортных средств, и управлять ими. Кроме того, в эти системы можно интегрировать информационно-развлекательные технологии, которые повышают привлекательность транспортного средства для водителя.

Доклад компании ABI Research прогнозирует значительный сдвиг на мировом рынке чипов в сторону разнообразия конечного оборудования, такого как планшетные компьютеры и портативные камеры, фемтосоты, средства M2M-связи, устройства для фитнеса и активного образа жизни, всевозможные спутниковые трекеры. Потребители ожидают от производителей внедрения технологий, обеспечивающих субметровую и даже сантиметровую точность, что позволит расширить рынок за счет таких подсегментов как БПЛА, автоматическое управление, синхронизация, передовые системы помощи водителю (ADAS), машины с автопилотами и для других применений [88].

В качестве драйвера роста спроса на навигационно-связные чипсеты в сегменте «масс-маркет» аналитики называют растущий спрос на услуги, связанные с определением местоположения (LBS). Помимо упомянутых выше бортовых автомобильных систем, мобильных телефонов и различных видов персональных навигаторов, чипы все чаще используются для геодезических и картографических приложений, для строительства, сельского хозяйства и горнодобывающей промышленности.

4.5 Ведущие зарубежные компании-производители OEM-модулей

Ключевые игроки OEM-модулей приведены в Приложении В. Стоит заметить, что в каждой сфере применения OEM-модулей существуют свои лидеры. Далее отметим те организации, которые одновременно являются ведущими производителями как OEM-модулей, так и их электронных компонентов (чипсетов). Приведем их в Табл. 22.

Табл. 22 – Рейтинг ведущих чипмейкеров с наибольшим оборотом на полупроводниковом рынке в 2019 г.

Рейтинг 2019	Рейтинг 2018	Компания	Расположение	Продажи (млрд. долл.)						
				2018			2019			2019/2018
				IC	OSD	ИТОГО	IC	OSD	ИТОГО	Динамика
1	2	Intel	США	69,880	0	69,880	69,832	0	69,832	0%
2	1	Samsung	Южная Корея	75,698	2,843	78,541	51,750	3,860	55,610	-29%
3	4	TSMC(l)	Тайвань	34,208	0	34,208	34,503	0	34,503	1%
4	3	SK Hynix	Южная Корея	36,200	567	36,767	22,291	595	22,886	-38%
5	5	Micron	США	30,930	0	30,930	19,960	0	19,960	-35%
6	6	Broadcom Inc. (2)	США	16,454	1,735	18,189	15,917	1,789	17,706	-3%
7	7	Qualcomm (2)	США	16,385	0	16,385	14,300	0	14,300	-13%
8	8	TI	США	13,908	946	14,854	12,705	842	13,547	-9%
9	9	Toshiba/Kioxia (3)	Япония	12,293	1,508	13,801	9,839	1,437	11,276	-18%
10	10	Nvidia (2)	США	11,951	0	11,951	10,514	0	10,514	-12%
11	15	Sony	Япония	627	7,088	7,715	878	8,674	9,552	24%
12	11	ST	ЕС	6,628	2,991	9,619	7,241	2,215	9,456	-2%
13	13	Infineon	ЕС	5,465	3,745	9,210	5,366	3,580	8,946	-3%
14	12	NXP	ЕС	8,429	978	9,407	7,969	888	8,857	-6%
15	14	MediaTek (2)	Тайвань	7,891	0	7,891	7,948	0	7,948	1%
—	—	ИТОГО		346,947	22,401		291,013	23,880	314,893	-15%

Сокращение: IC – Integrated Circuit (интегральная микросхема); OSD – Optoelectronic, Sensor, and Discrete (оптоэлектронные схемы, сенсоры и дискретные решения).

Примечание: (1) – компания-производитель; (2) – компания-разработчик, не имеющая собственного производства; (3) – ранее Toshiba Memory

Источник: Intel to Reclaim Number One Semiconductor Supplier Ranking in 2019 / IC Insights, Research Bulletin. – November 18, 2019. – 4 p. [124].

Как видно из Табл. 22, лидирующие позиции в рейтинге ведущих мировых производителей чипсетов занимают компании INTEL и SAMSUNG, выпускающие широкий спектр микроэлектронной продукции. В 2019 г. первое место рейтинга принадлежало компании INTEL, которая в 2017 г. уступила лидерство SAMSUNG. Стоит отметить, что данное событие стало знаковым для отрасли, так как на протяжении 25 лет INTEL бессменно возглавляла список крупнейших чипмейкеров мира.

Таким образом, компания Intel снова стала крупнейшим в мире производителем чипов, зафиксировав 69,9 млрд. долл. выручки в 2019 г. По данным аналитиков IC Insights, компания Samsung, которая в 2018 г. лидировала на рынке микросхем, в 2019 г. сократила их продажу на 29%. Ухудшение показателей Samsung, прежде всего, связано с падением спроса на карты памяти, что подтверждается снижением продаж соответствующих чипов на 34%. Именно благодаря микросхемам DRAM и NAND flash компания занимала первое место в полупроводниковой отрасли в 2017 и 2018 гг., отмечают специалисты. В результате южнокорейская компания

оказалась на втором месте рейтинга. Тройку лидеров замыкает компания TSMC с доходами на уровне 34,5 млрд. долл. [116, 124].

Лучшие показатели роста демонстрирует компания Sony, которая поднялась на 11-е место рейтинга благодаря высоким показателям продаж датчиков изображения. Компания NXP, напротив, потеряла две позиции рейтинга по сравнению с 2018 г., занимая 14-ю строчку в 2019 г. В совокупности по всем компаниям рейтинга отмечено 15% снижение показателей продаж в 2019 г. Релевантные сведения представлены в Табл. 23.

Табл. 23 – Рейтинг ведущих чипмейкеров по темпам роста в 2019 г.

Рейтинг	Компания	Расположение	Продажи (млрд. долл.)						
			2018			2019			2019/2018
			IC	OSD	ИТОГО	IC	OSD	ИТОГО	Динамика
1	Sony	Япония	627	7,088	7,715	878	8,674	9,552	24%
2	TSMC (1)	Тайвань	34,208	0	34,208	34,503	0	34,503	1%
3	MediaTek (2)	Тайвань	7,891	0	7,891	7,948	0	7,948	1%
4	Intel	США	69,880	0	69,880	69,832	0	69,832	0%
5	ST	ЕС	6,628	2,991	9,619	7,241	2,215	9,456	-2%
6	Broadcom Inc. (2)	США	16,454	1,735	18,189	15,917	1,789	17,706	-3%
7	Infineon	ЕС	5,465	3,745	9,210	5,366	3,580	8,946	-3%
8	NXP	ЕС	8,429	978	9,407	7,969	888	8,857	-6%
9	TI	США	13,908	946	14,854	12,705	842	13,547	-9%
10	Nvidia (2)	США	11,951	0	11,951	10,514	0	10,514	-12%
11	Qualcomm (2)	США	16,385	0	16,385	14,300	0	14,300	-13%
12	Toshiba/Kioxia (3)	Япония	12,293	1,508	13,801	9,839	1,437	11,276	-18%
13	Samsung	Южная Корея	75,698	2,843	78,541	51,750	3,860	55,610	-29%
14	Micron	США	30,930	0	30,930	19,960	0	19,960	-35%
15	SK Hynix	Южная Корея	36,200	567	36,767	22,291	595	22,886	-38%

Сокращение: IC – Integrated Circuit (интегральная микросхема); OSD – Optoelectronic, Sensor, and Discrete (оптоэлектронные схемы, сенсоры и дискретные решения).

Примечание: (1) – компания-производитель; (2) – компания-разработчик, не имеющая собственного производства; (3) – ранее Toshiba Memory

Источник: Intel to Reclaim Number One Semiconductor Supplier Ranking in 2019 / IC Insights, Research Bulletin. – November 18, 2019. – 4 p. [124].

По данным рейтинга, в который входят 50 компаний, можно отметить тенденцию к увеличению рыночной доли 5 ведущих чипмейкеров. В 2018 г. они контролировали 60% выручки в отрасли, в то время как в 2008 г. на их долю приходилось только 45% от суммарного показателя. Аналогичный тренд выявлен среди вендоров из топ-10, топ-25 и топ-50 [126].

Помимо крупных игроков, таких как Intel, Broadcom, Qualcomm, осуществляющих разноплановую деятельность, существуют компании, специализирующиеся исключительно на изготовлении навигационных и связных модулей. Среди них можно выделить компании: Sierra Wireless,

ST Microelectronics, U-blox,. Элементы стратегии ключевых игроков рынка НАП ГНСС и ОЕМ-модулей приведены в Табл. 24.

Табл. 24 – Стратегии ведущих производителей ОЕМ-модулей

Компания	Выручка		Элементы стратегии компании
	2018	2019	
Intel	70 848,0	71 965,0	Основными тезисами статегии компании считаются: 1. Производить лучшие в мире полупроводники; 2. Возглавлять технологическую революцию в области искусственного интеллекта и автономного вождения; 3. Быть первым в мире провайдером генерируемых данных; 4. Фокусировать внимание на операционной эффективности и производительности; 5. Продолжать сохранять и развивать умения и таланты персонала
Qualcomm	22 611,0	24 273,0	Долгосрочными приоритетами компании остаются разработка технологий мобильной связи, повышение узнаваемости бренда, приверженность установленным каналам поставок, уважение прав человека, защита окружающей среды, высокий статус корпоративной ответственности.
Broadcom	20 848,0	22 597,0	Стратегия компании состоит в том, чтобы объединить накопленный технологический опыт, рыночный потенциал и административные ресурсы для удовлетворения потребостей частных и государственных заказчиков.
ST Microelectronics	9 664,0	9 556,0	Стратегия компании ориентирована на создании дополнительной стоимости от внедрения передовых решений в области "умной" мобильности, интернета-вещей и 5G.
Mediatek	7 891,0	7 948,0	Стратегия 3A (Accessibility, Affordability, Availability): подразумевает использование накопленного опыта по созданию инновационной технологий с целью расширения взаимодействия потребителей и удобства пользования продукцией компании
Sierra Wireless	793,6	713,5	Стратегия компании основывается на укреплении рыночных позиций в области разработки IoT-устойств, ускорении IoT-подключенности и внедрения облачных приложений за счет роста продаж с пописок на соответствующие сервисы, масштабирование бизнеса в области решений "устройство-облачные сервисы".
U-Blox	396,0	404,6	Стратегия компании базируется на усилении производственной эффективности, укреплении стратегического сотрудничества, улучшении рыночного положения и внедрении новых технологий и инноваций.

Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным:

1.Annual Report / Intel, 2019. – 121 p. [129]
2.Annual Report / Qualcomm, 2019. – 119 p. [130]
3.Annual Report / Broadcom, 2019. – 192 p. [131]
4.Annual Report / ST Microelectronics, 2019. – 188 p. [132]
5.Annual Report / Mediatec, 2018. – 396 p. [133]
6.Annual Report / Sierra Wireless, 2019. – 108 p. [134]
7.Annual Report / U-blox, 2019. – 144 p. [135]

Мировой рынок чипов за последние 30 лет претерпел значительные изменения с точки зрения вклада различных регионов в суммарный оборот. Если в 1990 г. наиболее влиятельными участниками отрасли были

производители из Японии, то в 2017 г. главенствующая роль перешла к компаниям из Северной Америки и АТР. Об этом сообщает IC Insights, данные из исследования которой приведены на Рис. 29 [125].

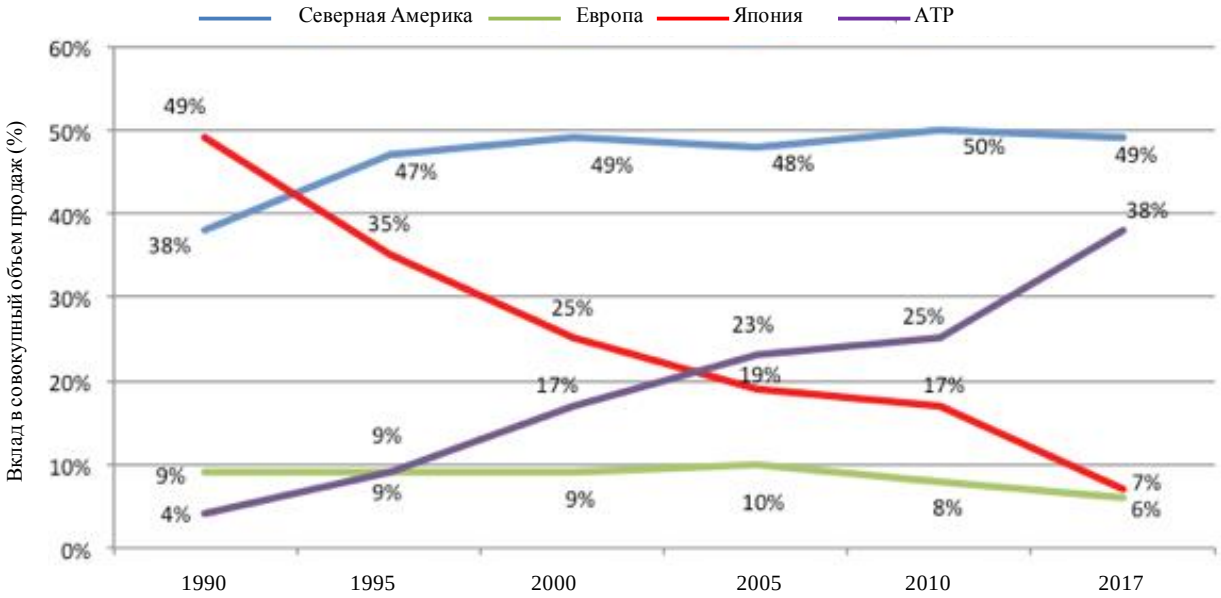


Рис. 29 – Вклад регионов в совокупный объем продаж на рынке чипов в 1990-2017 гг. (%)

Сокращение: АТР - Азиатско-Тихоокеанский регион.

Источник: Semiconductor Leaders' Marketshares Surge Over the Past 10 Years / IC Insights, Research Bulletin. – April 11, 2018. – 3 p. [125].

По оценкам специалистов, объем продаж на рынке полупроводников в 2018 г. составил 514,0 млрд. долл. [126]. Более половины этой суммы, обеспечили североамериканские чипмейкеры. Анализ динамики по региону за последние 30 лет показал, что наименьший вклад в выручку компании из Северной Америки внесли в 1990 г., когда их доля составила 38%, однако с 1995 г. показатель держится в районе 50% [125]. Ведущей страной региона остается США, чей вклад составил 52% в 2018 г. [127].

В то же время японские производители микросхем пережили настоящий коллапс. Их доля в выручке сократилась с 49% в 1990 г. до 7% в 2018 г. За этот период из рейтинга ведущих поставщиков чипов, ежегодно составляемого компанией IC Insights, выбыли такие представительницы Страны восходящего солнца, как NEC, Hitachi, Mitsubishi, и Matsushita. Учитывая тот факт, что часть подразделения Toshiba Memory, специализирующегося производстве

NAND flash чипов, была продана консорциуму во главе с американским инвестфондом Bain Capital в 2018 г., аналитики прогнозируют дальнейшее сокращение присутствия чипмейкеров из Японии [125, 127].

Главными виновниками упадка японских производителей специалисты называют их южнокорейских конкурентов, которые в исследовании представлены в подгруппе вендоров из АТР. С 1990 по 2017 гг. доля последних в мировой полупроводниковой выручке возросла с 4% до 38%. Основная доля производства чипов в регионе в 2018 г. пришлась на страны: Южная Корея (27%), Тайвань (6%) и Китай (3%) [125, 127].

Вклад европейских компаний в глобальный объем продаж чипов на протяжении большей части рассматриваемого периода колебался около 9%, но в 2017 г. произошел спад до 6%. В 2018 г. доля европейских стран оставалась без изменений. Вклад всех регионов в совокупный объем продаж на рынке чипов в 2018 г. объединен на Рис. 30 [125, 127].

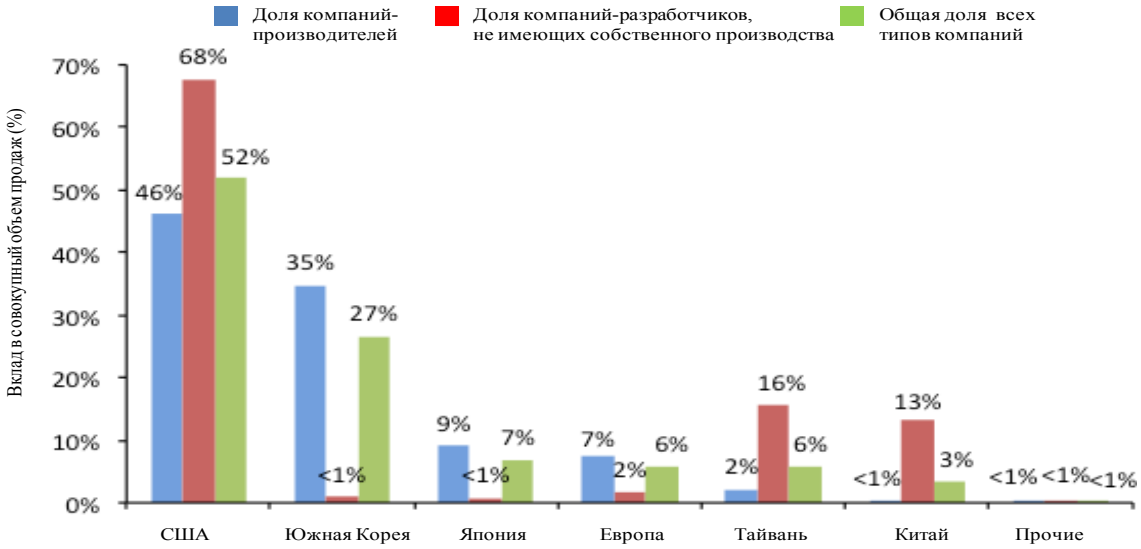


Рис. 30 – Вклад регионов в совокупный объем продаж на рынке чипов в 2018 г. (%)

Источник: U.S. Companies Dominate Worldwide IC Marketshare / IC Insights, Research Bulletin. – June 18, 2019. – 2 p. [125].

По данным рейтинга TOP-15, составленного IC Insights за 2019 г., в него входят шесть поставщиков со штаб-квартирой в США, три в Европе, по два в Южной Корее, Японии и на Тайване [124].

Помимо производителей OEM-модулей и их компонентов, в экосистему, связанную с использованием чипов, также входят системные интеграторы,

встраивающие отдельные элементы оборудования в многофункциональные устройства, например автомобильные навигаторы или смартфоны. Ещё одним участником экосистемы являются провайдеры услуг, разрабатывающие сервисы, улучшающие работу НАП ГНСС, либо использующие PNT-решения (P - позиционирование, N - навигация и T- время) для создания инновационной продукции и услуг. Пример состава участников экосистемы приведен на Рис. 31 [87].

Производители НАП и ОЕМ-модулей		Системные интеграторы		Провайдеры услуг		Пользователи
Avago (Broadcom)	US	Apple	US	Alphabet inc. (Google)	US	Пользователи потребительских, автомобильных и «профессиональных» НАП
Garmin	US	Bosch	DE	Denso	JP	
Hexagon	SE	China First	CN	ESRI	US	
Honeywell	US	Ford	US	Garmin	US	
Mediatek	CN	General Motors	US	Here International	NL	
Qualcomm	US	Honda	JP	Hexagon AB	SE	
Rockwell Collins	US	Nissan	JP	Microsoft	US	
Tomtom	NL	Samsung Electronics	KR	Pioneer	JP	
Trimble Navigation	US	Toyota	JP	Radius Payment Solutions	GB	
U-Blox	CH	Volkswagen	DE	Trimble Navigation	US	

Рис. 31 – Участники рынка НАП ГНСС в 2019 г.
Сокращение: US - США, SE - Швеция, CN - Китай, NL - Нидерланды, JP - Япония, GB - Великобритания
Источник: GNSS Market Report / GSA, 2019. – 112 p. [87].

Крупнейшим заказчиком чипов в 2019 г. стала компания Apple благодаря высокому спросу на носимую электронику. На долю американской корпорации пришлось 8,6% мировых расходов, направленных на приобретение полупроводниковых решений. Компания Samsung опустилась на второе место с долей рынка 8%, хотя на протяжении последних трех лет удерживала лидирующую позицию в рейтинге ведущих производителей устройств со встраиваемой элементной базой. Тройку крупнейших покупателей чипов замкнула компания Huawei, несмотря на обострившийся американо-китайский торговый конфликт. Рейтинг крупнейших покупателей чипов приведен в Табл. 25 [128].

Табл. 25 – Рейтинг ведущих компании с наибольшими расходами на приобретение чипов в 2019 г.

Рейтинг 2018	Рейтинг 2019	Компания	Затраты (млрд. долл.)		Доля рынка (%)	Динамика 2018/2019
			2018	2019		
2	1	Apple	41,390	36,130	8,6	-12,7
1	2	Samsung Electronics	42,512	33,405	8,0	-21,4
3	3	Huawei	21,181	20,804	5.0	-1,8
4	4	Dell	19,131	16,257	3,9	-15,0
5	5	Lenovo	17,670	16,053	3,8	-9,2
6	6	BBK Electronics	13,871	12,654	3	-8,8
7	7	HP Inc.	11,460	10,428	2.5	-9,0
10	8	Xiaomi	6,921	7,016	1,7	1,4
9	9	Hewlett Packard Enterprise	7,281	6,215	1,5	-14,6
11	10	Hon Hai	6,583	6,116	1,5	-7,1
		Прочие	286,630	253,224	60,5	-11,7
		ИТОГО	474,631	418,302	100,0	-11,9

Источник: Gartner Says Worldwide Semiconductor Spending Declined in 2019 Due to Slowing Macroeconomy and Falling Memory Prices / Gartner, Press Release. – February 5, 2020. – Режим доступа: https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2020-02-05-gartner-says-worldwide-semiconductor-spending-declined-in-2019-due-to-slowing-macroeconomy-and-falling-memory-prices (дата обращения 18.03.2020) [128].

В 2019 г. расходы на приобретение чипов сократились у всех 10 крупнейших покупателей этой продукции, кроме Xiaomi. Китайский производитель смартфонов и другой потребительской электроники увеличил затраты на 1,4%, что позволило ему в общем зачете подняться с 10-го места в 2018 г. на 8-е в 2019 г. [128].

Несмотря на снижение выручки чипмейкеров и заказов со стороны производителей устройств на основе элементной базы в 2019 г., эксперты полагают, что высокий процент занимаемого рынка крупнейшими игроками будет возможен благодаря сохраняющейся тенденции к консолидации. За счет слияний и поглощений ведущие поставщики дополнительно укрепят свое положение и будут занимать все большую и большую долю рынка [92].

После замедления в последние пару лет активности в области сделок M&A полупроводниковая промышленность в 2019 г. снова демонстрирует ее наращивание. Было объявлено о 30 сделках на общую сумму в 31,7 млрд. долл., что на 22% больше 2018 г. (25,9 млрд. долл.). При этом 2019 г. стал

третьи по объему сделок M&A годом за последние десять лет. Подробные сведения приведены на Рис. 32 [136].

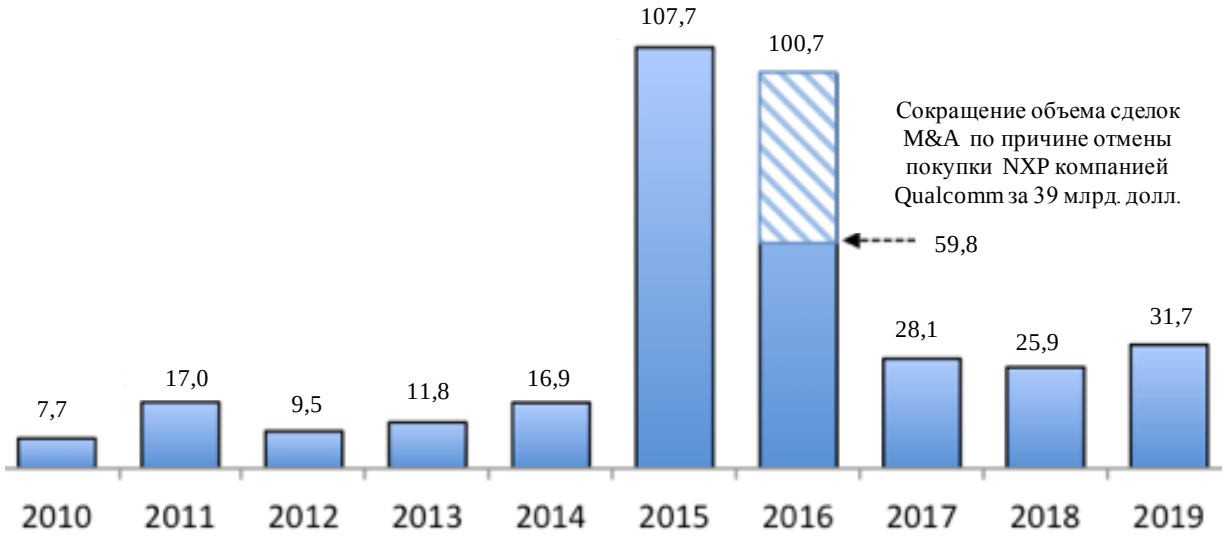


Рис. 32 – Сделки слияний и поглощений
в полупроводниковой промышленности в 2010-2019 гг. (млрд. долл.)

Источник: Acquisition Rebound Lifts 2019 to Third-Largest M&A Year / IC Insights, Research Bulletin. – February 06, 2020. – 3 p. [136].

Пик слияний и поглощений в отрасли пришелся на 2015 г., когда было заключено более 30 сделок на сумму 107,3 млрд. долл., а в 2016 г. – на сумму около 100,7 млрд. долл. Итоговая стоимость сделок слияний и поглощений в 2016 г. была снижена до 59,8 млрд. долл. из-за отмены нескольких крупных операций, после того как они не получили одобрения государственных регулирующих органов в США и Китае [137].

Скачок в соглашениях в 2019 г. обусловлен сделками слияния и поглощения в таких областях, как машинное обучение, искусственный интеллект, автономное вождение, распознавание лиц, машинное зрение и интернет вещей. Объявления о слияниях и поглощениях в 2019 г. также связаны с тем, что компании перепрофилируются и продают бизнес. Пример – сделка Intel в июле 2019 г. по продаже отделения модемов для мобильных телефонов корпорации Apple за сумму около 1 млрд. долл., заключенная через восемь лет безуспешных попыток Intel победить в конкурентной борьбе лидера данного рынка, корпорацию Qualcomm [136, 137].

Зарубежные аналитики отмечают, что высокая степень консолидации мирового рынка электронных компонентов в целом и чипов, в частности, создает высокие «входные барьеры» для новых игроков, от которых потребуются значительные инвестиции новейшие производственные технологии при одновременном обеспечении низкой себестоимости, что возможно только при значительных объемах выпуска продукции.

Что касается чипов для «профессиональных» сегментов НАП, в них помимо уже упомянутых лидеров мирового рынка микроэлектроники, присутствуют производители, годами создававшие себе репутацию в отдельных нишевых сегментах – морском (Furuno, JRC, Samyung), авиационном (Thales Avionics, Rockwell Collins, Honewell), наземном (Kathrein, Tectest, Pulse Electronic), геодезическом (Javad GNSS, TRIMBLE, TOPCON, LEICA GEOSYSTEMS), сельскохозяйственном (DEERE & Co, NAVCOM, TRIMBLE).

На основе вышесказанного к актуальным трендам дальнейшего роста мирового рынка OEM-модулей относят [57]:

- поступательное развитие ключевых системообразующих рынков - телеком, микроэлектроника, глобальный рынок навигационных продуктов и услуг;
- развитие новых сегментов рынка и технологий - интернет вещей, «большие данные», «мобильное здоровье», «дополненная реальность», «умные города» и др.;
- стабильные темпы роста основных отраслей, определяющих динамику рынка OEM-модулей - наземный транспорт, авиация, морской транспорт, сельское хозяйство, геодезия и др.;
- рост производства мобильных носимых устройств различного назначения и общий тренд на миниатюризацию OEM-модулей;
- основные тренды на транспорте – это «умный» автомобиль, «умный» беспилотный автомобиль и в целом «умные» виды транспорта;

- дальнейший рост активности профессиональных и персональных пользователей, включая рост потребностей в технологиях навигации в городской среде, в помещениях и единой «бесшовной» навигации.
- монетизация навигационных сервисов - информационных, безопасности, платежных, страховых, технической поддержки и т.д.

Выводы

1. Мировой рынок OEM-модулей формируется на стыке ключевых высокотехнологичных отраслей и инновационных технологий, что обуславливает опережающее развитие данного рынка.
2. Сфера применения систем OEM-модулей постоянно расширяется, появляются все новые группы потребителей, требования которых к навигационной аппаратуре также неуклонно возрастают.
3. В долгосрочной перспективе опережающими темпами будет развиваться субрынок «добавленных» услуг, драйвером роста которого станет более широкое распространение коммерческих сервисов и приложений. Объем рынка услуг составит 166 млрд. евро в 2029 г., в то время как объем рынка устройств и сервисов, привязанных к определению местоположения, составит порядка 80 млрд. евро..
4. Лидирующие позиции на мировом рынке OEM-модулей традиционно занимают компании, представляющие США, страны ЕС, Корею и Японию. В массовом сегменте к ним добавляются многочисленные китайские производители. Ежегодные темпы роста продаж OEM-модулей в Азиатско-тихоокеанском регионе (АТР) составят не менее 11% к 2029 г.
5. Устойчивой тенденцией мирового рынка чипов в течение последних 10 лет является смещение центра производства в страны АТР. В ближайшие 5 лет флагманские позиции в отрасли микроэлектроники сохранят за собой Китай, Малайзия, Тайвань, Сингапур, Южная Корея.
6. Наиболее востребованными с коммерческой точки зрения сферами применения OEM-модулей в ближайшие годы будут оставаться

персональная навигация (38,2%) и навигация автомобилей (55%), а также разрабатываемые на основе современных навигационных технологий системы и комплексы, предназначенные для повышения безопасности на транспорте (в том числе, беспилотные летательные аппараты).

7. В то время как мобильные устройства и автомобильные навигационные системы в перспективе будут оставаться наиболее массовыми сегментами мирового рынка OEM-модулей, прогнозируется дальнейшее развитие таких областей применения как геодезия и картография, навигация на море, а также системы управления сельскохозяйственной техникой.
8. Крупнейшими потребителями чипов являются производители мобильных устройств и провайдеры сервисов на базе определения местоположения.
9. Ведущими производителями OEM-модулей являются INTEL, SAMSUNG, TSMC, SK HYNIX, MICRON. В 2018 г. данные компании формировали 80% выручки мировой микроэлектронной отрасли.

ГЛАВА 5. Состояние и перспективы развития мирового рынка навигационных продуктов и услуг

5.1 Технологические индикаторы рынка навигационных продуктов и услуг

В соответствие с методологией, предложенной в Главе 3, все навигационных продукты и услуги можно соотнести со следующими стадиями хайп-цикла Гартнера и уровнями готовности технологий.

Табл. 26 – Технологические индикаторы "Автонет" в части навигационных продуктов и услуг

Навигационный продукт / услуга	Стадия хайп-цикла Гартнера	Уровень готовности
Навигационные платформы и системы		
Телематические платформы	Склон просвещения	TRL 9
Системы мониторинга и управления транспортом	Плато производительности	TRL 9
Indoor-навигация		
Системы дополненной и виртуальной реальности	Склон просвещения	
Навигационные услуги		
Шеринговые платформы	Плато производительности	TRL 9
Навигационные карты		
ГИС-сервисы		

Источник: составлено НП «ГЛОНАСС».
Примечание: методология оценки приведена в Приложении Б.

5.2 . Состояние и перспективы развития мирового рынка навигационных платформ и систем

Мировой рынок телематических платформ

Рынок телематических транспортных и интелектуальных систем является важным сегментом рынка транспортных технологий (см. рисунок ниже).

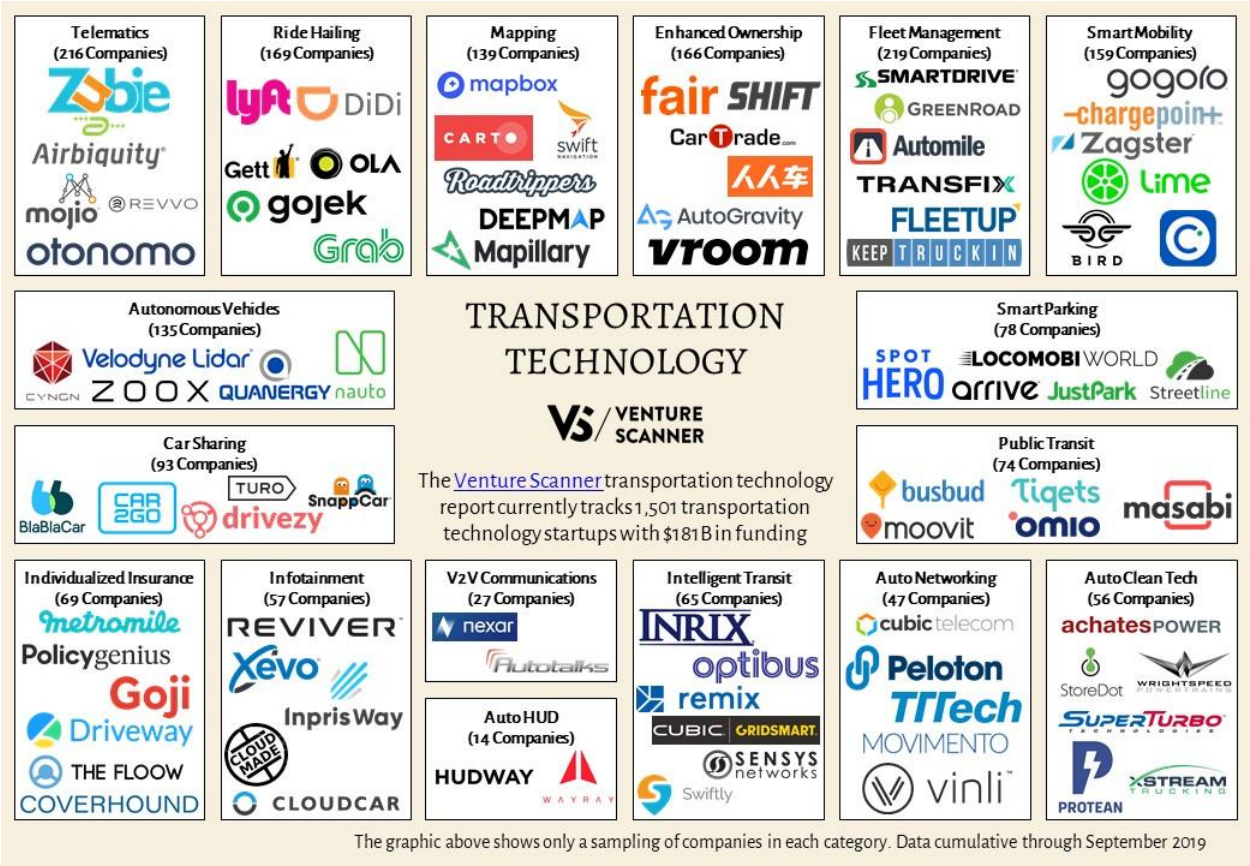


Рисунок 5 - Рынок транспортных технологий
Источник: [182]

По прогнозам Allied Market Research [153], среднегодовые темпы прироста объемов рынка коммерческой телематики в период с 2014 по 2020 гг. ожидаются на уровне 18,4%. К концу 2020 года его объём достигнет $49,1 млрд. Сегмент aftermarket (установка телематического оборудования после приобретения автомобиля) продолжит оставаться самым большим генератором дохода, принося более чем 50% совокупной прибыли до конца 2020 года.

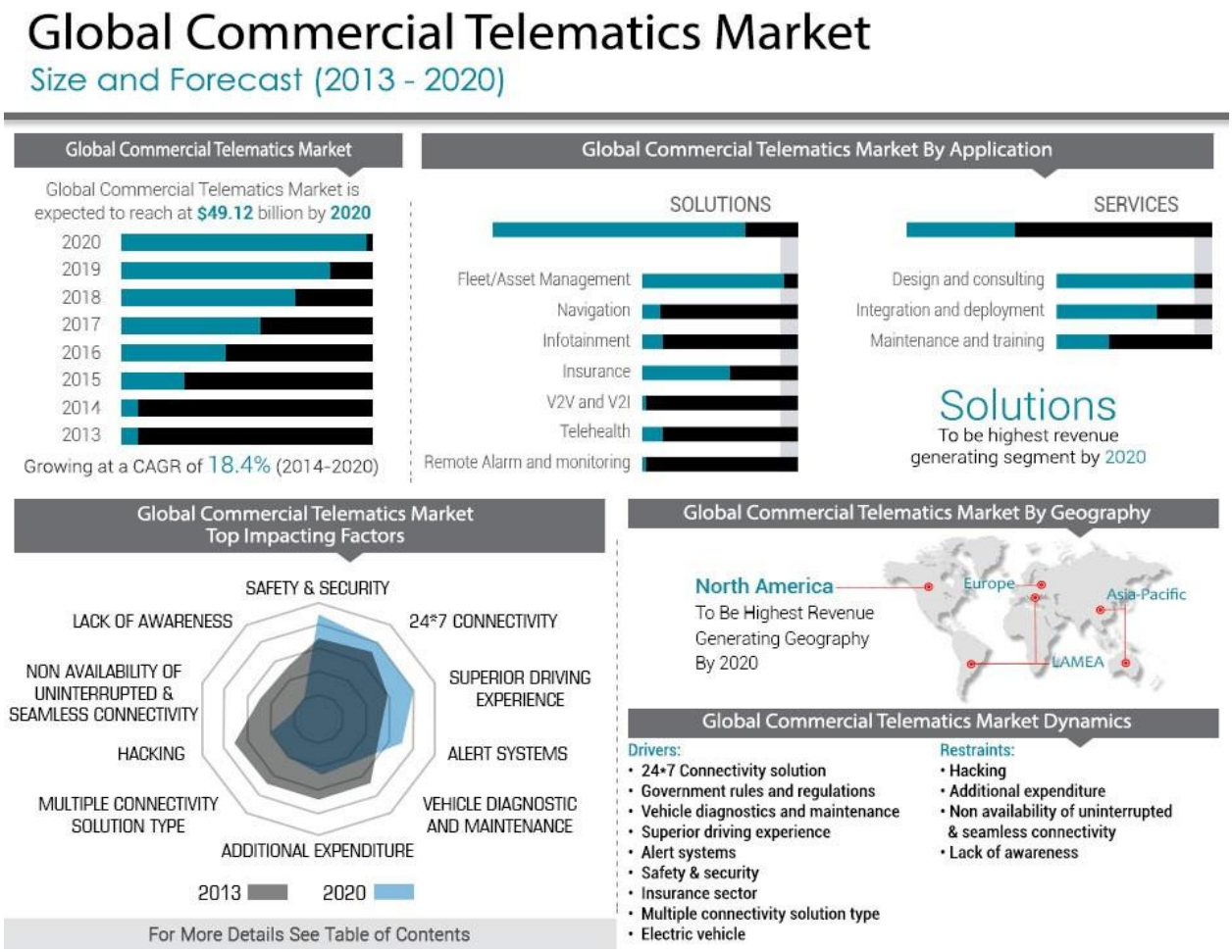


Рисунок 6 – Рынок транспортной телематики
Источник: [240]

В августе 2016 года аналитики Berg Insight сообщили, что количество установленных систем мониторинга автомобилей в Европе в четвертом квартале 2015 года составило 5,3 млн единиц, а к 2020 году – увеличится до 10,6 млн единиц [224].

В Северной Америке количество автомобилей, подключенных к системам управления автопарками, в четвертом квартале 2015 года достигло 5,8 млн единиц. Среднегодовой темп прироста рынка ожидается на уровне 17%. К 2020 году объем рынка составит 12,7 млн единиц [240].

В январе 2016 года аналитики Business Insider опубликовали исследование [255], в котором выделили 25 самых высокотехнологических трендов. Так, в 2015 году примерно 35%-40% новых автомобилей, поставляемых в США, были подключены к интернету. Это на 23% превосходит показатели на начало 2015 года. Две трети новых автомобилей,

поставляемых в США в 2016 году, будут подключены к интернету. 37% недавних покупателей авто в Китае, США, Германии готовы приобрести машину другого производителя, если последний предложит мобильный интернет на борту, медиа-сервисы и различные приложения. Еще год назад опросы показывали, что только 20% готовы поменять автомобиль на более технологичный.

Исследовательская компания ABI Research сделала прогноз [220], согласно которому в 73 млн автомобилях в 2020 году будут использоваться сервисы коммерческой телематики. Аналитики Business Insider считают, что среднегодовые темпы роста объемов рынка (CAGR) подключенных автомобилей в период с 2015 по 2020 гг. составят 45% ежегодно, что в 10 раз выше CAGR обычных автомобилей.

Компания Maximiye Market Research PVT. LTD оценила глобальный рынок коммерческой телематики в 2017 году в $ 1,5 млрд и, как считает, что он достигнет $ 8,6 млрд к 2026 году, при среднем значении 24,39% в течение прогнозируемого периода. При этом потенциал телематики поможет коммерческим автопаркам сократить расходы и работать более эффективно. Компании внедряют телематические решения для повышения эффективности эксплуатации коммерческих автопарков [163].

Согласно анализу компании глобальный автомобильный рынок встроенной телематики в настоящее время стремительно растёт [163], и если в 2014 году его размер составлял $ 6 458,4 млн, то в 2018 он превысил $10 453,1 млн. (таблица 8). Причём если в 2014 году 32% рынка приходилось на Северную Америку, 34% - на Европу, и лишь 35% - на остальные страны мира, то в 2018 году большая часть рынка приходилась на страны Азии [163, p. 15].

Таблица 2. – Глобальный рынок встроенной телематики, 2014 - 2018 годы

	2014	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**
Размер рынка, млн. $	6 458,4	7 013,9	7 751,0	8 731,4	10 453,1

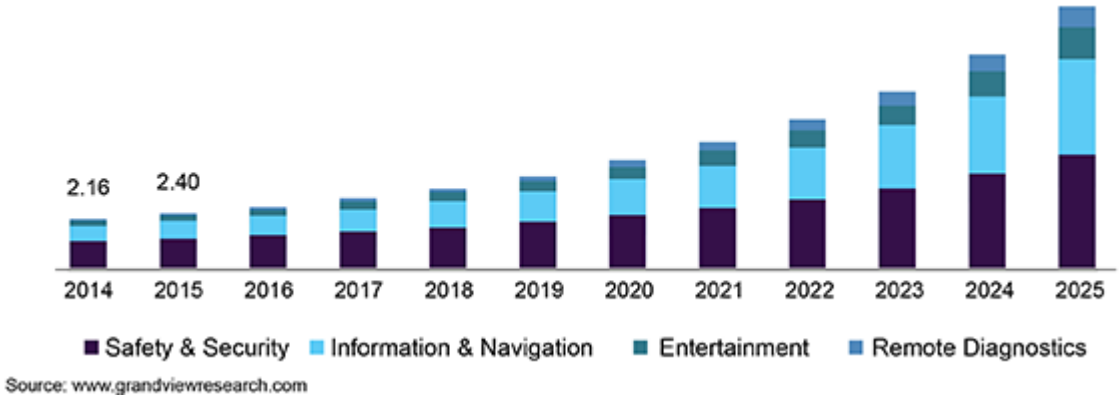


Рисунок 7 – Европейский рынок встроенной автомобильной телематики, 2014 - 2025 годы, млрд долларов США

Источник: [146]

Объем мирового рынка автомобильной встроенной телематики в 2017 году составил $ 8,73 млрд. Ожидается, что он будет расширяться в среднем на 20,9% в течение прогнозируемого периода.

Эксперты считают, что растущая интеграция беспроводной связи с автомобилем, потребность в управлении автопарком и широкое внедрение передовых систем помощи водителю будут способствовать росту рынка. Предполагается, что установка этих систем в пассажирских и грузовых автомобилях позволит снизить количество дорожно-транспортных происшествий и обеспечит более высокий уровень безопасности пассажиров.

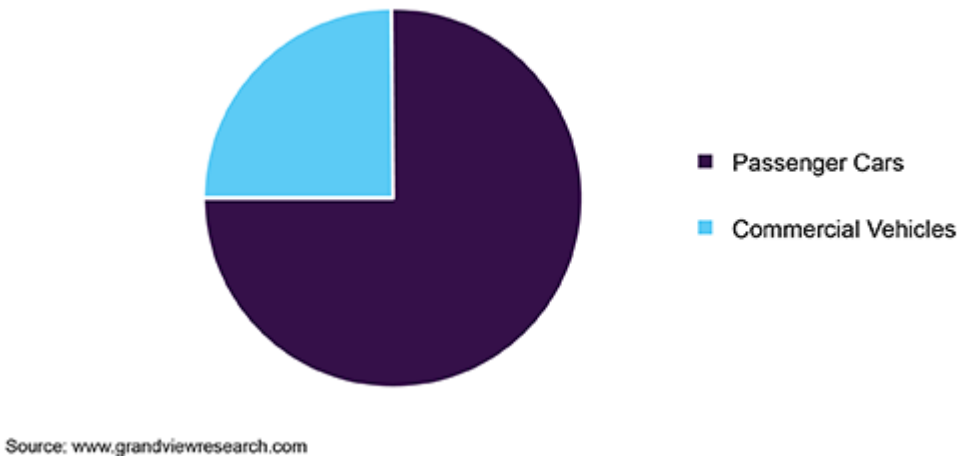


Рисунок 8 - Автомобильная встроенная телематика в Северной Америке в 2017 году: доли пассажирских и грузовых автомобилей

Источник: [163]

Ожидается, что жесткая государственная политика, касающаяся установки систем безопасности транспортных средств, будет играть заметную

роль в стимулировании роста рынка. Растущее внимание, уделяемое научно-исследовательским инициативам и повышению рейтинга безопасности, также способствует расширению рынка.

Рост продаж легковых автомобилей, спортивных внедорожников и элитных автомобилей класса люкс, как ожидается, станет существенным драйвером роста рынка автомобильной встроенной телематики. Производители автомобилей интегрируют эти системы с целью повышения безопасности и сохранности транспортных средств. Например, Toyota запустила Toyota Safety Connect и Toyota Fleet Management, которые предлагают множество полезных функций и услуг, включая экстренную помощь, локатор украденных автомобилей, автоматическое уведомление о столкновении, помощь на дороге и мониторинг поведения водителя.

Ожидается, что необходимость обеспечения безопасности и эксплуатационной эффективности побудит компании внедрять встроенные телематические технологии. Кроме того, эти технологии помогают пользователям собирать полную информацию о транспортных средствах, связанную с компонентами транспортных средств, физической близостью к другим транспортным средствам и придорожными устройствами. Агрегированная информация может быть использована для улучшения поиска неисправностей в случае сбоя или неисправности компонентов, тем самым повышая эффективность логистики.

В настоящее время ведущие компании инвестируют в исследования и разработки (R&D) для проектирования, разработки и тестирования систем. Они формируют партнерские отношения для укрепления своей компетенции и обмена ресурсами и опытом. Кроме того, подобное сотрудничество укрепляет операционный потенциал компании.

Можно ожидать, что растущее внимание к услугам страхования транспортных средств с оплатой по мере движения (PAYD) приведет к внедрению аппаратного обеспечения в течение прогнозируемого периода. Улучшенные функциональные возможности, такие как диагностика

неисправностей, полевая поддержка и отслеживание GPS, будут способствовать дальнейшему внедрению в течение прогнозируемого периода.

Спрос на сегмент услуг, вероятно, будет расти в ближайшие годы в связи с ростом содержания услуг. Спрос на навигационные услуги возрастет, поскольку эти устройства предлагают обновления трафика в режиме реального времени и такую важную информацию, жизненно важную для улучшения опыта вождения.

Возросшая частота дорожно-транспортных происшествий подчеркивает острую необходимость эффективного внедрения решений по обеспечению безопасности и охраны в отношении безопасности автомобилей и пассажиров. Интеллектуальные системы блокировки и системы слежения за угнанными транспортными средствами являются одними из наиболее широко используемых решений безопасности, которые используют встроенные телематические системы. В конечном счете ожидается, что это требование будет стимулировать рынок автомобильных встроенных телематических систем в течение прогнозируемого периода.

Удаленная диагностика транспортного средства помогает пользователю обнаружить и устранить неисправности транспортного средства и тем самым работать над предотвращением или сокращением времени простоя транспортного средства. Процесс диагностики включает в себя определение одной или нескольких проблем с помощью выборочного набора инструментов и выполнение минимальных тестов. Кроме того, ожидается, что внедрение облачных диагностических решений будет способствовать использованию дистанционных диагностических решений в автомобильных встроенных системах телематики.

Ожидается, что растущее проникновение международных автомобильных брендов, например BMW и Ford, в развивающиеся регионы будет способствовать внедрению автомобильных встроенных телематических систем в автомобилях для развлекательных и навигационных приложений. Кроме того, ожидается, что подключение мобильных устройств к этим

системам будет стимулировать спрос на легковые автомобили. Кроме того, ожидается, что спрос на автомобили среднего размера будет стимулировать рост рынка в течение прогнозируемого периода.

В предстоящие годы сегмент грузовых транспортных средств будет существенно расширяться за счет развития транспортной инфраструктуры, главным образом в развивающихся странах. Это будет способствовать внедрению встроенных телематических систем для навигационных и коммуникационных приложений. Кроме того, автомобильная встроенная телематика также используется для мониторинга поведения водителя в различных грузовых транспортных средствах, таких как грузовики, фургоны и другие.

В последние годы инвесторы активно финансируют проекты, связанные с телематическими транспортными и информационными технологиями. Так, к III кварталу 2019 года в отрасль транспортных технологий было инвестирповано $ 181 млрд. На графике ниже приведены 17 категорий транспортных технологий, которые лидируют в отрасли по общему объему привлечённого финансирования [175]. Из графика видно, что телематические технологии занимают 6 место с объёмом 2,5 млрд. долларов.

По количеству слияной и поглощений, а также IPO среди фирм, реалицующих проекты в сфере транспортных технологий, лидируют компании в сфере телематических транспортных и информационных технологий [178]. Как показывает анализ, категория телематики лидирует с 58 выходами на IPO.

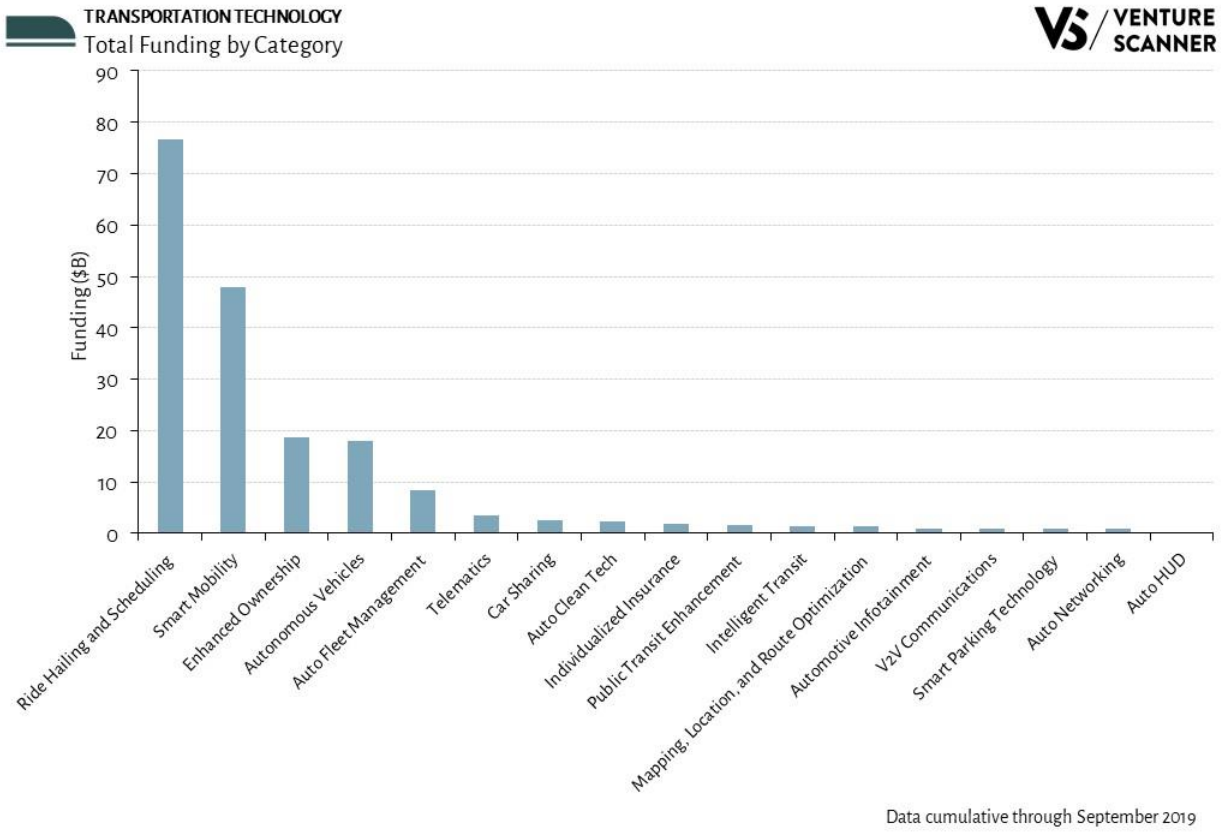


Рисунок 9 - Общие инвестиции в проекты на базе транспортных технологий (на конец III квартала 2019 года)

Источник: [175]

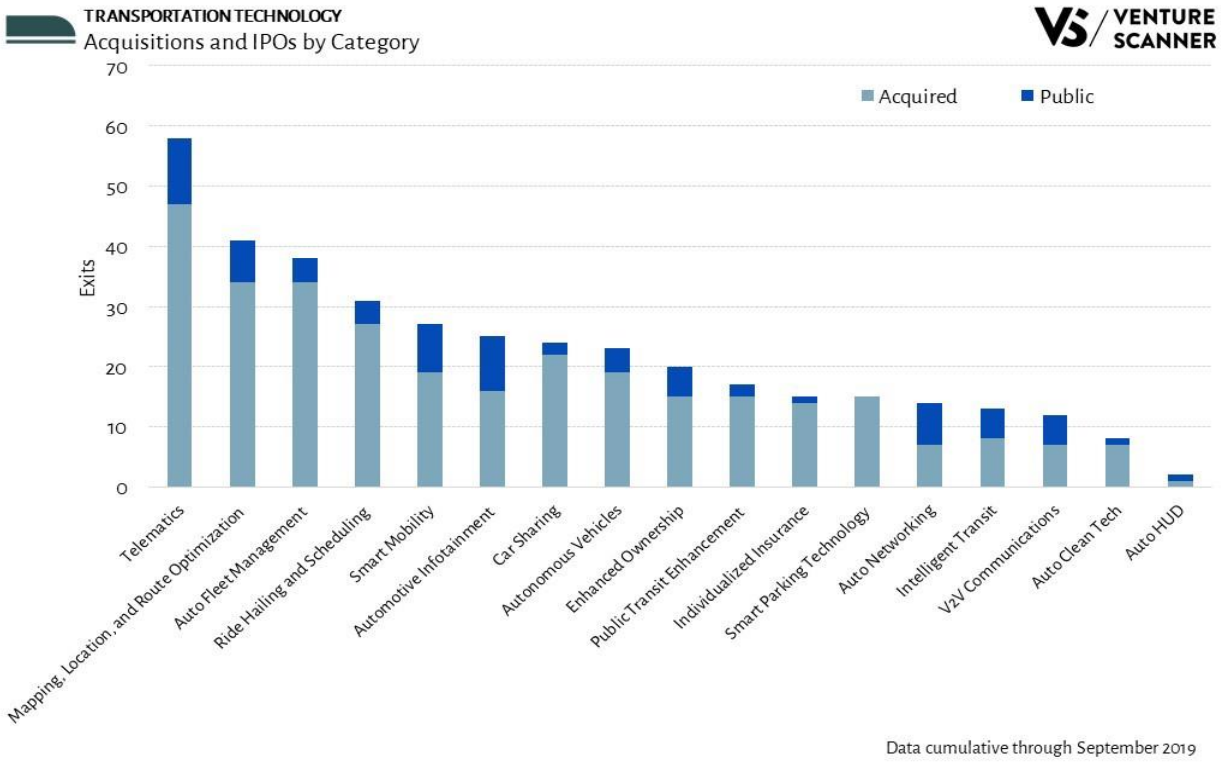


Рисунок 10 - Слияния, поглощения и IPO на рынке телематических транспортных и информационных технологий [178]

Прогнозы регионального развития. Северная Америка и Европа являются хорошо зарекомендовавшими себя и доминирующими региональными рынками, которые демонстрируют повсеместное применение автомобильных встроенных телематических систем. Правительства будут вынуждать устанавливать передовые системы безопасности посредством принятия соответствующих нормативных правовых актов. Например, Европейская программа действий в области безопасности дорожного движения (ERSAP) содержит правила, предусматривающие использование технологии eCall для оказания помощи водителям новых транспортных средств. Прогнозируется, что на Северную Америку и Европу будет приходиться значительная доля рынка в силу их строгих стандартов и правил безопасности дорожного движения, ориентированных главным образом на безопасность пассажиров.

Эксперты также считают, что в Азиатско-Тихоокеанском регионе будет наблюдаться заметный рост благодаря увеличению располагаемых доходов в таких развивающихся странах, как Китай и Индия, что, в свою очередь, приведет к росту продаж автомобилей. Рост продаж транспортных средств и располагаемых доходов создает дополнительный спрос на передовые автомобильные решения, такие как системы слежения за угнанными транспортными средствами и диагностики транспортных средств, которые весьма полезны в области навигации и телематики. Ожидается, что технологические достижения, такие как усовершенствованные графические пользовательские интерфейсы, возможности распознавания голоса и интуитивные сенсорные экраны, также будут выступать в качестве драйверов роста для этого рынка в течение прогнозируемого периода.

Среди ведущих игроков рынка автомобильной телематики можно назвать Ford Motor Company, Continental AG, General Motors Company, TomTom Telematics BV, Hyundai Motor Company, Toyota Motor Corporation, MiX Telematics International Ltd., INFINITI Motor Company Ltd., BMW Group и Verizon Connect. Эти компании активно инвестируют в научные исследования

и разработки, предлагая и разрабатывая дифференцированные и экономически эффективные решения, касающиеся безопасности транспортных средств.

Отдельные компании вырываются в лидеры посредством создания безупречной производственной инфраструктуры. Например, Continental AG и Toyota Motor установили значительное присутствие на рынке благодаря своим огромным возможностям в области НИОКР и производственным мощностям. Эти компании уделяют особое внимание инновациям в производстве и эффективному распределению продукции через сильных сетевых партнеров в различных странах, таких как США, Германия, Индия и Бразилия.

Мировой рынок систем мониторинга и управления автопарком

По данным ведущих консалтинговых компаний, сегмент систем управления автопарком экспоненциально растет. На мировым рынке наблюдается несколько тенденций, среди которых – консолидация игроков и мобилизация решений [228].

Аналитики Reportlinker оценили объём мирового рынка систем управления автопарком в $85,4 млрд к 2024 году. Среднегодовые темпы прироста рынка (CAGR) аналитики оценили в 19,4% [242]. К 2025 году объем рынка достигнут лишь $16,86, следует из отчета Grand View Research. Показатель CAGR в период с 2018 по 2024 гг составит 20,8% [243].

Управление автопарком охватывает целый ряд систем и инструментов, применение каждого из которых направлено на повышение производительности и удовлетворяет потребности клиентов и экономистов компании, оказывающей транспортные услуги. Многие из этих инструментов базируются на технологиях Интернета вещей, объединяющих данные, относящиеся к конкретным транспортным средствам, к центральной платформе для отслеживания и анализа.

Преимущества развертывания решений по управлению автопарком становятся понятными для логистических компаний и для любого бизнеса с высокомобильной рабочей силой. Это и использование сервиса GPS-

слежения, чтобы точно определить местонахождение сотрудника компании и в любой момент оптимизировать его маршрут, дистанционная диагностика, автоматическое администрирование и повышение безопасности водителя.

Дополнительные возможности открываются компаниям, имеющим большие автопарки. На основе множества исходных (исторических) данных появляются шаблоны для управления. В результате образуется двойная выгода: операторы парков могут повысить операционную эффективность при одновременном сокращении расходов.

В исследовании компании Grand View Research говорится о connectivity. Для систем управления автопарком, предлагающих преимущества в режиме реального времени, наличие беспроводной связи и вспомогательной инфраструктуры очевидны. Вот почему технология управлением автопарком была принята в Европе и Северной Америке раньше, чем во многих других странах [243].

Ожидается, что страны с быстро развивающимися рынками электронной торговли, такие как Индия и Китай увидят резкий рост развёртывания систем управления автопарками.

Использование транспортной телематики обеспечивает связь бортовых устройств с удаленными серверами компании, позволяет планировать маршруты, отслеживать местоположение и определять скорость движения.

Автопарки и страховщики используют собранную информацию для оценки аккуратности вождения, технического состояния узлов транспортных средств, производительности рейсов.

Ключевыми игроками рынка являются Verizon Communications, AT&T, Ford Motor Company, BMW, Robert Bosch, Valeo, Harman International Industries, Vodafone Group, Telefonica и Continental.

Рынок спутникового мониторинга возник благодаря развитию GPS–технологий и их внедрению в повседневную жизнь. Сегодня судить о

степени развития рынка в той или иной стране можно на основе такого показателя, как уровень проникновения спутниковых систем, т. е. по соотношению транспорта, оборудованного системами, к общему количеству транспорта. США одними из первых начали внедрять данные системы и сегодня являются мировым лидером по количеству установленных систем с уровнем проникновения в 11,5%. В Европе этот уровень колеблется от 1,4 до 17% в зависимости от страны, но средний уровень по всем странам Европы составляет порядка 5,4% [215].

Мировой рынок систем спутникового мониторинга транспорта представляют две разные группы компаний. Первая группа – это большие международные холдинги, для которых спутниковый мониторинг не является основным видом бизнеса и приносит порядка 10–20% от общей выручки. К таким компаниям можно отнести компании QUALCOMM, Garmin, TomTom, Trimble и т. д. Как правило, эти компании представлены на международных фондовых биржах, а их выручка исчисляется миллиардами долларов.

Вторую категорию представляют международные и региональные компании, которые специализируются на предоставлении услуг в сфере разработки, установки и обслуживания MRM–систем в целом. Акции таких компаний редко торгуются на биржах, а выручка не превышает 100 миллионов долларов. Крупнейшими компаниями данной группы являются Masternaut, Transics, Trafficmaster, MiX Telematics и Digicore. В число мелких компаний также входят узкоспециализированные компании, которые занимаются установкой мониторинговых систем для решения какой–то одной конкретной цели. Выручка таких компаний, как правило, исчисляется несколькими миллионами долларов, а рентабельность находится на уровне 10–15%.

Аналитики Berg Insight отмечают, что в Европе к 2022 году будет установлено 15,6 млн систем мониторинга коммерческого транспорта.

Среднегодовые темпы прироста рынка до 2022 года ожидаются на уровне 15,2% [208].

Лидером европейского рынка является TomTom, прирастивший абонентскую базу как органично, так и за счет приобретений. На конец 2017 года активная клиентская база компании достигала 708 тыс. единиц. Второе место остается за Masternaut с базой, оцениваемой в 250 тыс. единиц. Verizon Connect, третий по величине игрок, охватывает 235 тыс. единиц транспорта. ABAX, Microlise, Gurtam, Viasat, Bornemann, Teletrac Navman, Trimble, Transics и OCEAN (Orange) имеют более чем по 100 тыс. активных устройств [208].

Производители крупнотоннажных грузовых автомобилей настоящее время значительно расширили свои абонентские базы в Европе благодаря стандартным линейным решениям по управлению автопарком. Dynafleet от Volvo, FleetBoard от Daimler и Scania Fleet Management являются наиболее успешными с активными абонентскими базами в 117 тыс. единиц, 108 тыс. единиц и 219 тыс. единиц соответственно по состоянию на четвертый квартал 2017 года.

Тенденция консолидации на этом рынке продолжилась в 2018 году. За конец 2017 года - 2018 год среди поставщиков систем управления флотом в Европе произошло 13 крупных слияний и поглощений. ORBCOMM приобрела Blue Tree Systems в октябре 2017 года, пополнив свой портфель новыми решениями. В декабре ABAX приобрела датский Fleetfinder. Приобретение добавило приблизительно 7 тыс. подписчиков на абонентскую базу ABAX Group. Позднее в декабре Viasat Group приобрела контрольный пакет акций (51%) Locster, базирующейся во Франции [208].

Январь 2018 года начался с двух приобретений. Fleet Complete стал владельцем EcoFleet, а Verizon Connect продолжил свою европейскую экспансию, приобретя испанскую компанию Movildata. Coyote приобрел 70% акций Traqueur в феврале 2018 года. Позже в апреле Trackunit приобрел британского телематического провайдера Satrak. GSGroup приобрела

Care4all, базирующуюся в Дании, в июле 2018 года. Vehco была приобретена AddSecure в мае 2018 года, при этом Vehco сохранила структуру и финансовые возможности для дальнейшего расширения в сфере управления флотом. В августе 2018 года компания взяла на себя управление Groeneveld ICT Solutions. SAS Grup приобрела AROBS Transilvania Software в сентябре. Последние две сделки были совершены в сентябре и октябре, когда Viasat Group приобрела испанский Detector, а также 60% акций TrackIT Consulting (Португалия) [208].

В Berg Insight предполагают, что консолидация рынка все еще переполненной отрасли продолжится и в дальнейшем.

Advance Market Analytics называют мобилизацию одним из ведущих мировых трендов. В январе 2019 года ELOKON Group, поставщик систем безопасности и помощи для сектора интралогистики, запустила систему управления автопарком на базе смартфонов. В это же время Fleet Operator Recognition Scheme (FORS) запустила мобильное приложение для системы управления автопарком (FMS) для устройств на базе IOS и Android [228].

Установленная глобальная база OEM систем телематики для строительной техники, по данным Berg Insight, к 2022 году достигнет 4,9 млн единиц. В 2017 году база насчитывала 2 млн единиц. Среднегодовые темпы прироста рынка в период 2017-2022 гг. составят 19,2% [228].

На европейский рынок приходилось 0,5 млн активных установок OEM. OEM-решения – это стандарт для отрасли, поэтому сразу с завода автомобили выходят с установленными телематическими системами. Caterpillar и Komatsu лидируют не только по производству строительной техники, но и по установке OEM-телематики. На эти компании приходится 1 млн единиц техники с OEM-решениями. К другим крупным участникам рынка с 100 тыс. единицами техники, оснащенной OEM, аналитики относят: Hitachi Construction Machinery, JCB и Volvo. Объемы установок от 10 до 100 тыс. приходятся на Deere & Company, Hyundai Construction Equipment, Doosan Infracore, Liebherr и CNH Industrial [228].

Мировой рынок систем Indoor-навигации

По прогнозу компании MarketsandMarkets™, рынок систем indoor-навигации позиционирования вырастет с $7,1 млрд в 2017 году до $ 41,0 млрд к 2022 году при совокупном годовом темпе роста (CAGR) 42,0% в течение прогнозируемого периода. Растущее внедрение подключенных устройств и растущий спрос на технологию внутреннего размещения для повышения эффективности процессов бережливой автоматизации и робототехники стимулируют рост рынка по всему миру [168].

Рынок систем indoor-навигации сегментируется на основе таких компонентов, как технологии, программные средства и услуги. Сегмент услуг является самым быстрорастущим сегментом на рынке систем локального позиционирования. Услуги на рынке играют жизненно важную роль в эффективном и результативном функционировании сетевой инфраструктуры.

Программное обеспечение для определения местоположения в помещении позволяет легко и эффективно реализовать модель электронного обнаружения эталонной модели (EDRM), которая включает идентификацию, сохранение, сбор, обработку, обзор, производство и представление соответствующих данных во время судебных разбирательств, что приводит к сокращению времени, затрат и ручного вмешательства. Основные преимущества, предлагаемые программным обеспечением для систем indoor-навигации, включают идентификацию спама, терминов и сокращений; удаление дубликатов; идентификацию тесно связанных элементов; и определение документов, которые не нуждаются в проверке.

Активно развивается и сегмент хранения данных Indoor-навигации в «облаке». Ожидается, что внедрение облачных решений на рынке систем локального позиционирования будет расти, главным образом благодаря таким преимуществам, как простота обслуживания данных, экономичность,

масштабируемость и эффективное управление. Облачная технология широко применяется предприятиями, благодаря таким преимуществам, таким как увеличение объема хранения, масштабируемость, гибкость, безопасность, переносимость и соответствие требованиям. В частности, малые и средние предприятия внедряют облачный тип развертывания в основном из-за его экономической эффективности и высоких результатов.

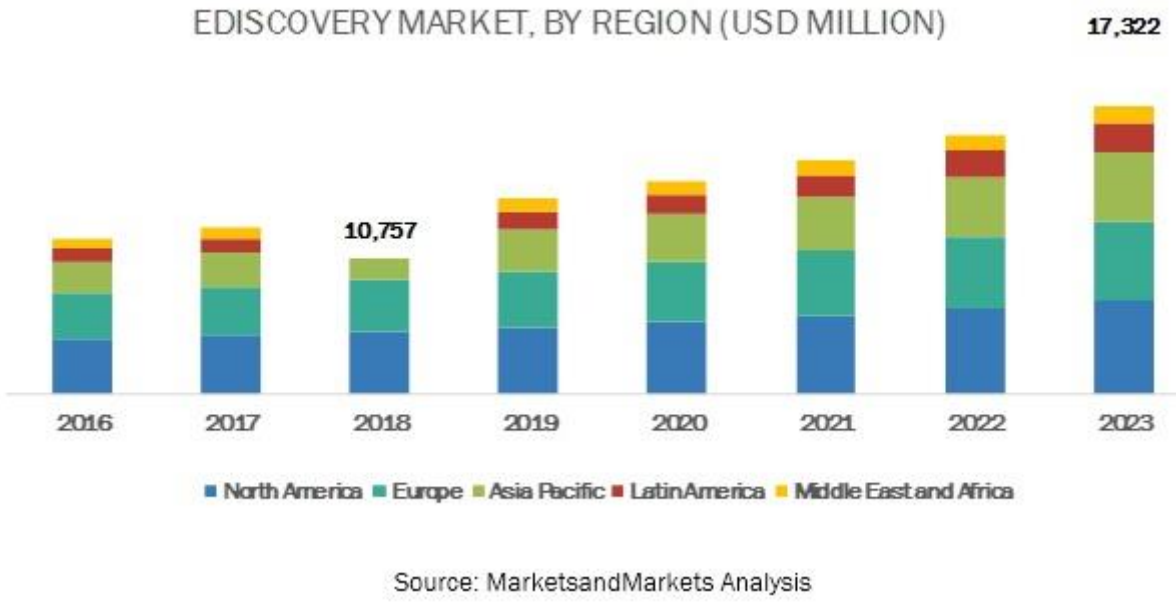


Рисунок 11 - Рынок систем indoor-навигации
Источник: [168]

По прогнозам, доля рынка Северной Америки останется самой большой в течение прогнозируемого периода. В регионах Азиатско-Тихоокеанского региона (АТР), как ожидается, будет наблюдаться самый высокий CAGR в течение прогнозируемого периода. Малые и средние предприятия быстрыми темпами будут внедрять цифровые технологии, что ведет к созданию огромных массивов данных. Более широкое внедрение приведет к росту спроса на эффективную обработку цифровых данных для более быстрого получения соответствующих данных в ходе судебных разбирательств. Кроме того, ожидается, что внедрение облачных решений различными поставщиками в APAC увеличит спрос на решения для систем локального позиционирования.

Однако более высокая стоимость платформ и услуг для размещения внутри помещений и отсутствие технических знаний у

персонала, как ожидается, создадут проблемы для роста рынка систем indoor-навигации. Кроме того, эти факторы могут также сдерживать рост рынка [168].

Основными поставщиками на рынке систем indoor-навигации являются Apple (США), Broadcom (США), Cisco Systems (США), Ericsson (Швеция), GeoMoby (Австралия), Google (США), Micello (США), Microsoft (США), Qualcomm (США), Senion (Швеция), STMicroelectronics (Швейцария) и Zebra Technologies (США). Эти игроки применяют различные стратегии, такие как запуск новых продуктов, приобретения и партнерства, для удовлетворения потребностей на рынке.

Пионерами систем indoor-навигации **в ритейле** считаются американские сети Macy's и Target. Первые «пилоты» появились у них еще в 2014 году, а на конец 2018 года на территории Америки в магазинах Macy's функционирует более четырех тысяч биконов (специальных маячков, которые обмениваются Bluetooth-сигналами со смартфонами пользователей и помогают определять местоположение клиента с точностью до 1–5 метров). Главные эффекты внедрения — повышение клиентского трафика и продаж за счет появления нового рекламного канала. Например, Macy's отправлял потенциальным покупателям, находящимся неподалеку от их торговой точки, уведомления об акциях и скидках через приложение Shopkick, независимого агрегатора скидок [185].

Другой вариант использования – автоподсказки для потребителей. Этот подход реализован, например, путём создания партнерство брендов одежды Barnes&Noble, Guess, Levis и Vince Camuto с модным журналом Elle и мобильным приложением ShopAdvisor. В 2015 году Elle придумал для своих рекламодателей необычный маркетинговый инструмент: модные подсказки пользователям на основе данных об их местоположении. Если клиент заинтересовался однажды сумкой от Vince Camuto, Elle напомнит ему, когда выбранная модель появится в магазине по соседству. Конверсия такой рекламы составила 8,5% всего за пять недель использования

инновации, что, по утверждению ShopAdvisor, на 10 000% выше результатов стандартной рекламной кампании в мобайле [193].

Ещё один подход – создание виртуального авто-шоурума. Компания JD Power's подсчитала, что 61% покупателей новых автомобилей проверяет информацию о стоимости машины в интернете. А 42% пользователей предпочитает изучать характеристики понравившейся им модели в Сети, нежели консультироваться с хорошо обученным менеджером по продажам. Побороть кризис доверия автомобильные дилеры решились за счет прогрессивных технологий. Приложение T-Systems работает как виртуальный шоурум: когда клиент подходит к машине, ему становятся доступны все характеристики данной модели, дополнительные видео- и фотоматериалы, а также полная спецификация. В основе работы — навигационные технологии: каждая машина, доступная в выставочном зале, оснащается своим биконом, что позволяет сервису точно подбирать характеристики разных машин по ходу движения посетителя [185].

Развитие торговли и создание гипермаркетов с огромными территориями вызвало потребность в эффективных навигационных системах внутри крупных торгово-развлекательных центров. Во-первых, подобное приложение решает проблему ориентирования пользователя в многоэтажном пространстве, во-вторых, служит дополнительным каналом рекламы для брендов, а в-третьих, собирает аналитику для владельцев ТЦ о самых проходимых и, следовательно, дорогих точках аренды. Основная сложность навигационных сервисов в ТЦ — набор аудитории. Пользователи неохотно соглашаются скачивать себе приложения под каждый конкретный торговый центр. Узость аудитории делает приложение не очень востребованным рекламным каналом и требует от владельцев центра постоянных инвестиций в маркетинг. Для привлечения аудитории ТЦ по всему миру придумывают разные инструменты: кто-то дает 10%-ную скидку на кофе, кто-то обеспечивает пользователям приложения скоростной Wi-Fi. А французская компания Carrefour нарастила аудиторию приложения

на 600% за пару недель благодаря внедрению туда навигационного функционала и оснащению собственных торговых залов биконами. Среднее время пользования приложением увеличилось на 400%. [193]

Рынок систем indoor-навигации является одним из наиболее перспективных высокотехнологических направлений и уже исчисляется миллиардами долларов - по оценкам Google, рынок indoor-навигации в скором времени обгонит рынок GPS. Это обусловлено тем, что технология навигации GPS/ГЛОНАСС работает только под открытым небом, где нет препятствий для прохождения сигнала спутника. При этом, по данным Source Strategy Analytics, 80% подключений к интернету с мобильных устройств совершается внутри помещений. Indoor-навигация станет новым шагом на рынке sales-акций внутри помещений ($10 млрд. к 2018 г. по данным Opus Research) и георекламы ($13 млрд. в год к 2018 г. по данным ABI Research) [199]

По данным ABI Research в 2017 г. число зданий, оснащенных системой внутренней навигации, составило около 1 млн. Общий объем загрузок приложений, реализующих технологии indoor-навигации, из различных источников на 2018 год составляло (в миллионах загрузок) [165, P. 27]:

- Google Play – 2,4.
- Apple App Store – 2.0.
- Tencent MyApp ~ 2.0.
- Windows Phone Store – 0,669.
- Amazon Appstore – 0,6.

Мировой рынок дополненной и виртуальной реальности

Фактически рынок виртуальной реальности начал развиваться в 2012 году, когда стартап Oculus начал работать над коммерциализацией разработанного шлема виртуальной реальности.

6 января 2015 года, начались предпродажи первого серийного потребительского шлема виртуальной реальности Oculus Rift CV1.

В настоящее время основными направлениями развития отрасли, в зависимости от контента и сферы применения, являются:

- игры;
- кино;
- спортивные трансляции и шоу;
- социальные сети;
- образование;
- медицина;
- торговля и недвижимость;
- промышленность и ВПК.

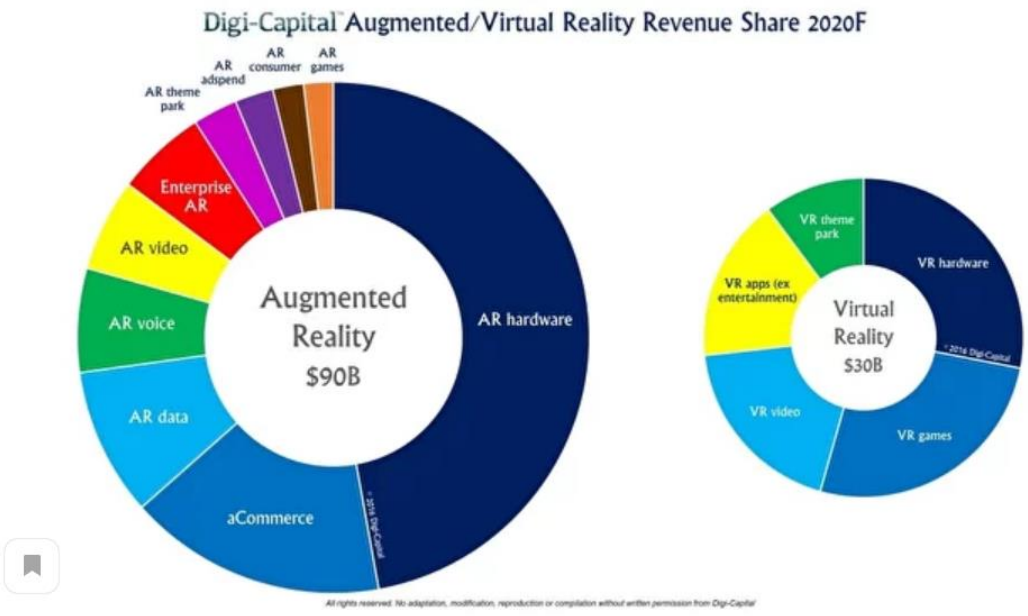


Рисунок 12 - Прогноз объема мирового VR / AR рынка к началу 2020

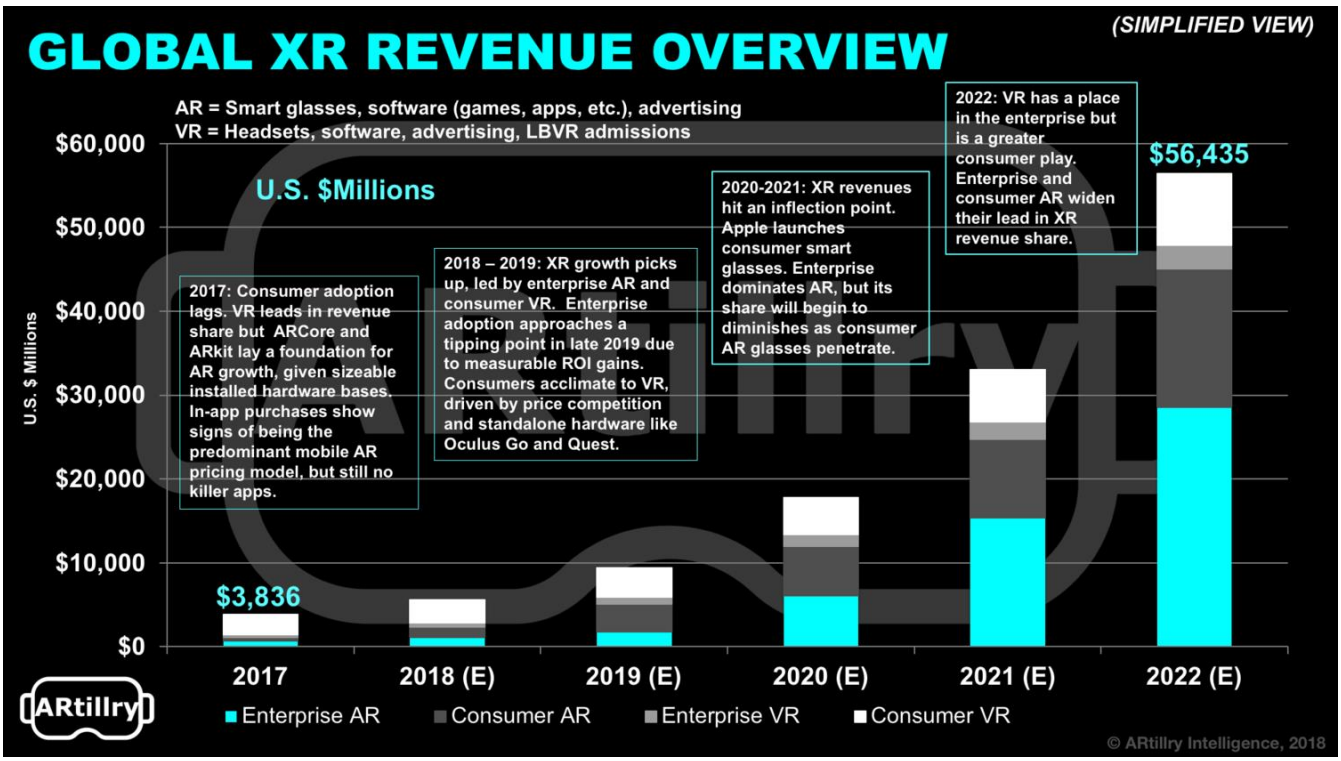


Рисунок 13 – Прогнозная оценка рынка до 2022 года

Основными отраслями применения технологий VR/AR в 2019 г. были:

игры в виртуальной реальности (расходы на них составят 4 млрд. долл.),

фильмы и видео (2 млрд. долл.),

игры в дополненной реальности (616 млн. долл.).

Среди коммерческих приложений технологий VR/AR в топ-3 в 2020 году войдут:

обучение – 1,8 млрд. долл.

оформление сетевых магазинов – 558 млн. долл.

обслуживание промышленного оборудования – 413 млн. долл.

Индустрия компьютерных игр первой начала использовать виртуальную реальность, поэтому сейчас этот сегмент рынка VR наиболее развит и наполнен деньгами.

Согласно исследованию Goldman Sachs, к 2025 году объем рынка VR-видеоигр может достигнуть $11,6 миллиардов. Число геймеров должно вырасти к 2025 году до 216 миллионов.

Ведущие мировые студии уже включились в разработку игр специально для устройств виртуальной реальности. Среди них Insomniac Games, Ubisoft, CCP, Gunfire games, 4A Games, Carbon Games, Climax, Harmonix, High Voltage Software, Ready at Dawn, Otherworld Interactive, Square Enix, Thotwise и другие.

Главными конкурентами Oculus Rift в игровой сфере являются PlayStation VR от Sony и Vive от HTC и Valve. Компании соревнуются между собой не только по техническим характеристикам продуктов и «глубине погружения», но и в удобстве и простоте использования и цене.

По стоимости устройств три главных игрока распределились следующим образом: самые дорогие шлемы в комплекте – HTC Vive, самые демократичные – PlayStation VR, а Oculus Rift занимает «средний ценовой сегмент».

Киноиндустрия в формате виртуальной реальности быстро становится отдельной нишей рынка и даже отдельным видом искусства. Согласно исследованию Goldman Sachs, размер рынка кино и сериалов в формате VR в

2017 году достигаел $44 миллиардов. Как показывает практика, инвестициями в эту здесь пока занимаются только крупные и устойчивые игроки. Так, самая большая известная на сегодня сделка по финансированию стартапа принадлежит фонду Andreessen Horowitz (в компанию Within). В финансировании VR-кинематографа была также замечена венчурная фирма Comcast Ventures.

Показатель объема рынка кино и сериалов в $44 миллиарда во многом основан на цифрах крупнейшего онлайн-вещателя VR-контента Netflix. В отличие от собственно кинематографа, создание и распространение телевизионного или мета-телевизионного контента в формате виртуальной реальности имеет отличные перспективы монетизации и быстро набирает популярность.

В категории VR-технологий для спортивных и культурных мероприятий на американском рынке львиную долю забирают компании Next VR и Jaunt. Они же много делают для популяризации VR-трансляций событий в прямом эфире или записи.

Если говорить о потенциале рынка, то в США сегодня у крупнейшего кабельного спортивного телеканала ESPN есть 92 миллиона абонентов. И почти все эти люди являются потенциальной аудиторией новых платных VR-сервисов трансляции. Кроме того, 160 миллионов телезрителей ежегодно смотрят финал Суперкубка по американскому футболу. Определенная часть этой гигантской аудитории также готова платить за качественное виртуальное вещание этого события.

О неизбежной интеграции технологий виртуальной реальности в социальные сети стало окончательно понятно после исторической сделки по покупке компании Oculus VR Марком Цукербергом за $2 миллиарда. В 2015 году. Несмотря на последующие проблемы, в результате этой сделки развитие VR-технологий в соцсетях получило новый импульс.

Помимо всем известных проектов, есть и ряд других интересных начинаний в сфере «VR+соцсети». Они могут сочетать в себе элементы

видеоигр, как в мире Second Life, или видеохостинга, как, например, проект Vrideo.

Схемы монетизации в этой отрасли во многом схожи с коммерческим освоением социальных сетей и связанного с ними контента и во многом зависят от них.

Общий уровень мировых продаж ПО для начального и среднего образования можно спрогнозировать на уровне $700 миллионов к 2025 году. Рынок медицинских устройств VR — примерно $5,1 миллиардов.

Разработкой образовательных VR-технологий для школы и университета в сфере точных наук и инжиниринга занимается, например, стартап zspace.

Использование VR-программ в образовании, вопреки общему мнению, сводится не только к инженерным и точным наукам и 3D-моделированию. Есть ряд стартапов и проектов, ориентированных на гуманитарные и исторические науки. Так, проект Woofbert предлагает пользователям заглянуть в музеи мира и познакомиться с высоким искусством в виртуальной реальности.

Один из очевидных путей применения VR-технологий в торговле и недвижимости – это организация виртуальных туров по квартирам и домам, а также 3D-проектирование новых зданий и интерьеров. Ввиду доступности инструментов, на развитых рынках риелторы и ритейлеры с радостью восприняли и внедрили новую технологию.

Типичным воплощением VR в сфере торговли недвижимостью можно назвать тайванский стартап **iStaging**. Его основной продукт — приложение для смартфонов, позволяющее снимать видео в формате VR и загружать его в шлемы. В результате получаются реалистичные презентации квартир, которые покупатель может посмотреть хоть на другом конце света.

В промышленности виртуальная реальность сейчас широко представлена инструментами для проектирования, обучения и переподготовки специалистов, решениями для инженеров и архитекторов.

Крупнейший в мире производитель ПО для промышленного проектирования и строительства Autodesk начал сотрудничать с Oculus VR в создании профессиональных инструментов в формате виртуальной реальности.

Ряд стартапов, таких как SDK Lab, IrisVR, Inreal Technologies, создает решения для специалистов нефтегазовой отрасли, архитекторов и дизайнеров.

Объемы мировых рынков технологий VR для военно-промышленного комплекса определить достаточно трудно. Основные данные засекречены и объем этого рынка, объективно, невозможно посчитать, несмотря на заверения Goldman Sachs о примерной сумме американских инвестиций в 9 миллиардов долларов. При этом, в этом объеме порядка 40% составляют авиационные симуляторы — габаритные макеты кокпитов самолетов с полнофункциональной электрикой и механикой, которую практически невозможно воспроизвести в виртуальной реальности. Из конкретных разработчиков известно, например, о компании Intelligent Decisions, которая производит комплекс Dismounted Soldier Training System (DSTS) для американской армии.

Рынок дополненной реальности пока находится в начальной стадии формирования. Эксперты дают разные оценки темпов его развития, но даже самые осторожные прогнозы говорят о росте с двузначным CAGR.

Рисунок 14 – Структура мирового рынка дополненной реальности

Источник: [201]

При этом в 2018 г. совокупный объем рынка дополненной реальности в мире составлял 11 млрд долл., к 2023 г. предполагается, что он увеличится минимум до 65 млрд долл., причем если в настоящее время наибольшая доля в структуре потребления приходится на потребительские товары, то драйвером роста в будущем может стать сегмент промышленности и услуг.

Аналитики отмечают, что началу бурного развития рассматриваемого рынка способствуют сложившиеся к настоящему времени условия: широкое развитие средств мобильной связи, усовершенствование технологии производства смартфонов и прежде всего их вычислительной мощности и емкости аккумуляторов, а также появление на рынке достаточного количества пользователей, стимулирующего разработчиков на выпуск нового оборудования и компьютерных приложений.

Основные отрасли потребления AR-систем. Технологии дополненной реальности могут внедряться в самые разные виды деятельности:

- ритейл. Покупатели смогут получать всю необходимую информацию о товарах, просто наводя на них смартфон, в том числе и для кастомизации и заказа дополнительных опций. Например, данные о составе, способе применения, сроках хранения и т. д. в супермаркетах или о доступных цветах, размерах и аксессуарах в бутиках и магазинах одежды;
- эксплуатация и ремонт сложного оборудования. При помощи очков дополненной реальности обслуживающий персонал может получать любую необходимую информацию об устройстве, свойствах и потенциально проблемных местах аппаратуры;
- логистика. Крупные ритейлеры уже применяют технологию AR для оптимизации процесса перевозок и определения нужных товаров на складах;
- образование. Использование планшетных компьютеров с ПО дополненной реальности поможет проще объяснять и усваивать учебный материал, снабдив его элементами дополнительной визуализации;

- безопасность. Функции распознавания, обнаружения и отслеживания предметов и людей облегчат специальным службам выполнение задач по предотвращению чрезвычайных ситуаций;
- обучение в медицине. AR-технологии уже используются для управления медицинским оборудованием и тренировок медперсонала. Например, система Novarad's Open Sight AR System, разработанная на основе решения HoloLens от Microsoft, позволяет накладывать картинку из томографа на реального пациента при проведении операций на позвоночнике;
- развлечения. В первую очередь дополненная реальность находит свое применение в индустрии компьютерных игр.

5.3 . Состояние и перспективы развития мирового рынка навигационных услуг

Мировой рынок шеринговых платформ

Офлайн- и онлайн-шеринговые площадки позволяют людям обмениваться навыками и опытом, различными товарами и услугами, привлекать финансирование. По оценкам PricewaterhouseCoopers, до 2025 года глобальный рынок шеринговых услуг будет расти в среднем на 30% ежегодно и достигнет $335 млрд. За последние 10 лет шеринговые компании достигли значительного успеха, пройдя путь от стартапов до многомиллиардных компаний. В 2019 году одни из крупнейших представителей сектора, Uber и Lyft, вышли на IPO, предоставив возможность каждому инвестировать в быстрорастущую шеринговую экономику [221].

Экономические отношения, основанные на совместном использовании, зародились после экономического кризиса 2008 года и быстро проникли во многие сферы экономики. Создателями шеринговой экономики стало поколение миллениалов, которое активно применяет цифровые технологии и использует социальные сети, а также предпочитает более экономно, рационально и эффективно распределять материальные ресурсы. Успешная платформа для шеринга основывается прежде всего на доверии: между создателями сервиса и потребителями товаров и услуг при взаимодействии по принципу b2c (business-to-client) или между организатором платформы, потребителями и поставщиками при взаимодействии по принципу c2c (client-to-client). 45% всех существующих в настоящее время шеринговых сервисов были созданы в США, которые являются одной из самых либеральных экономик в мире. Как следствие, именно в США наибольшая доля населения активно пользуется данными сервисами [221].

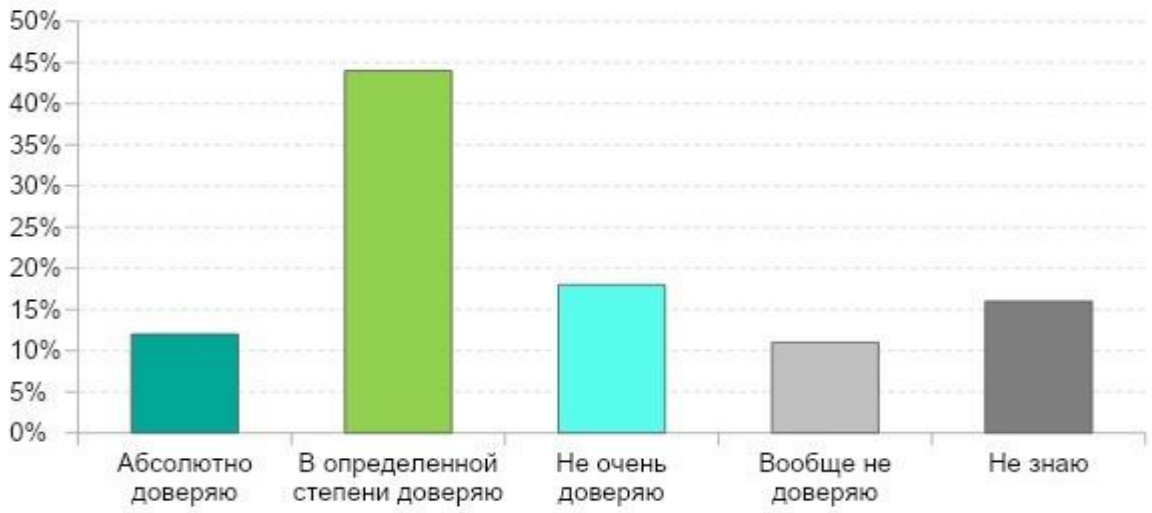


Рисунок 15 - Степень доверия шеринговым сервисам в США, 2019 год
Источник: [221]

Среди факторов, которые помогли шеринговым сервисам войти в нашу жизнь, можно назвать следующие [221]:

1. Рост популярности цифровых платформ и устройств сделал возможным совершение транзакций в режиме онлайн, а платежи стали более точными и быстрыми. Это способствовало сокращению транзакционных издержек. Кроме того, благодаря развитию алгоритмов начало работать динамическое ценообразование.

2. Преобладание среднего класса со средним уровнем дохода и увеличение доли населения старшего и пенсионного возраста. Шеринговые сервисы позволяют людям получать доступ к товарам и услугам, которые они не могут себе позволить приобрести в обычной ситуации.

3. Стремление использовать материальные ресурсы более эффективно и рационально. Согласно исследованиям Еврокомиссии, около 74% автомобилей на дорогах мира используются только одним водителем, в то время как владельцы могли бы получать дополнительный доход даже в то время, когда не пользуются им сами, что позволило бы им окупить издержки обслуживания транспортного средства.

4. Изменение отношения к праву собственности. Если раньше обладание вещами и имуществом было признаком статуса, то миллениалы так не считают. По данным опроса, в США 43% населения склонны

полагать, что владение чем-либо является проблемой, поскольку выбор требует времени, а стоимость актива зачастую бывает высокой и не оправдывает покупки, если нет в ней постоянной необходимости. За фактическое использование товара или актива платить намного удобнее и выгоднее, чем нести издержки на протяжении всего срока владения. Кроме того, модель совместного использования позволяет менять вещи и выбирать других людей, оказывающих те или иные услуги, если предыдущий опыт использования сервиса им не понравился.

5. Низкие барьеры для входа в отрасль, поскольку создание шеринговой платформы не требует высоких первоначальных инвестиций или активов.

В транспорте и логистике основными услугами являются каршеринг, карпулинг, приложения для навигации.

Крупнейшими компаниями в данной сфере являются Uber, Lyft, Turo, Zipments, Post Mates, MyWay, Shippies.

Наиболее распространены шеринговые сервисы в США и Китае. По некоторым оценкам, к 2021 году число пользователей подобных сервисов в Соединенных Штатах вырастет до 86 млн чел., а ежегодный рост рынка составит в среднем 17%. Объем китайского рынка шеринговых услуг за последние 5 лет с 2014 года по 2018 год увеличился в 6 раз, т.е. в среднем ежегодный рост составил 55%. Китайское правительство рассчитывает, что в течение нескольких лет экономика совместного использования будет составлять 10% ВВП страны [221].

Рисунок 16 - Топ-5 стран по объёму рынка каршеринга, $ млрд

В 2019 году шеринговые компании впервые вышли на IPO, обозначив тем самым переход от фазы стартапов к зрелому бизнесу. 29 марта первичное размещение провела компания Lyft, ее капитализация по итогам первого дня торгов составила $26 млрд. IPO сервиса Uber, которое состоялось 10 мая, вошло в десятку крупнейших размещений в США за всю историю: компания была оценена в $82 млрд. В 2020 году на рынке также складывается достаточно благоприятная конъюнктура для проведения первичных размещений

Мировой рынок навигационных карт

Навигационная карта — карта, используемая навигационной системой для показа текущего местоположения транспортного средства, определённого с помощью приёмника спутниковой навигации, нахождения адресов/значимых мест (POI — points of interest), построения маршрута и выдачи водителю (либо штурману) информации для совершения маневров в реальном времени. Подобная навипредставляет собой векторную топографическую карту с дополнительными атрибутами элементов карты и объектами, необходимыми для эффективной работы навигационной системы. Элементы дорог в навигационной карте имеют такие атрибуты, как: названия улиц; номера домов; информацию об одностороннем движении, запрещённых поворотах; информацию об ограничениях проезда для определённых видов

транспорта; информацию о классе дороги; ограничение скорости на данном участке дороги и т.д. Навигационная карта также имеет большое количество так называемых «значимых мест» (Points of Interest, POI): аэропорты, вокзалы, паромные переправы; рестораны, отели, супермаркеты; стоянки, заправки с адресами, телефонами и другими атрибутами этих объектов.

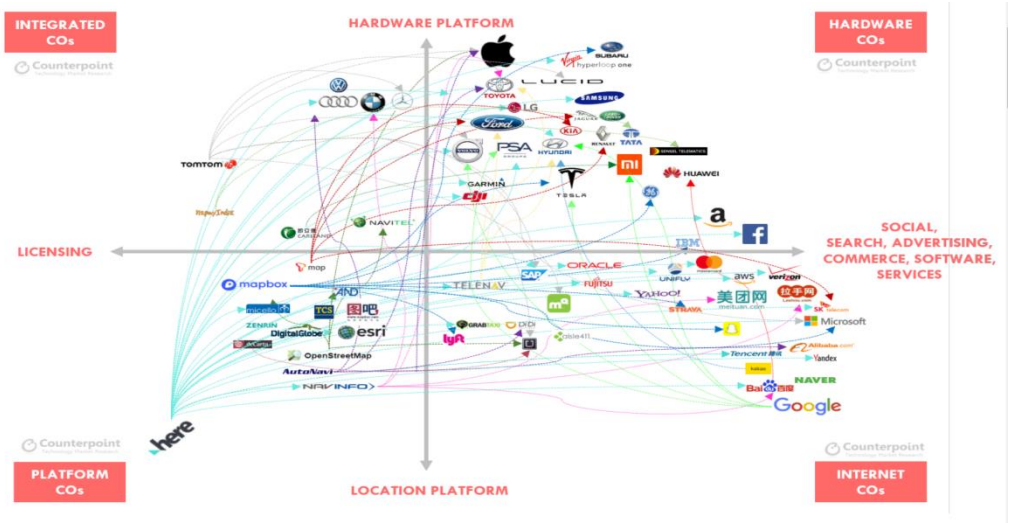


Рисунок 17 - Системы навигационных платформ
Источник: [166]

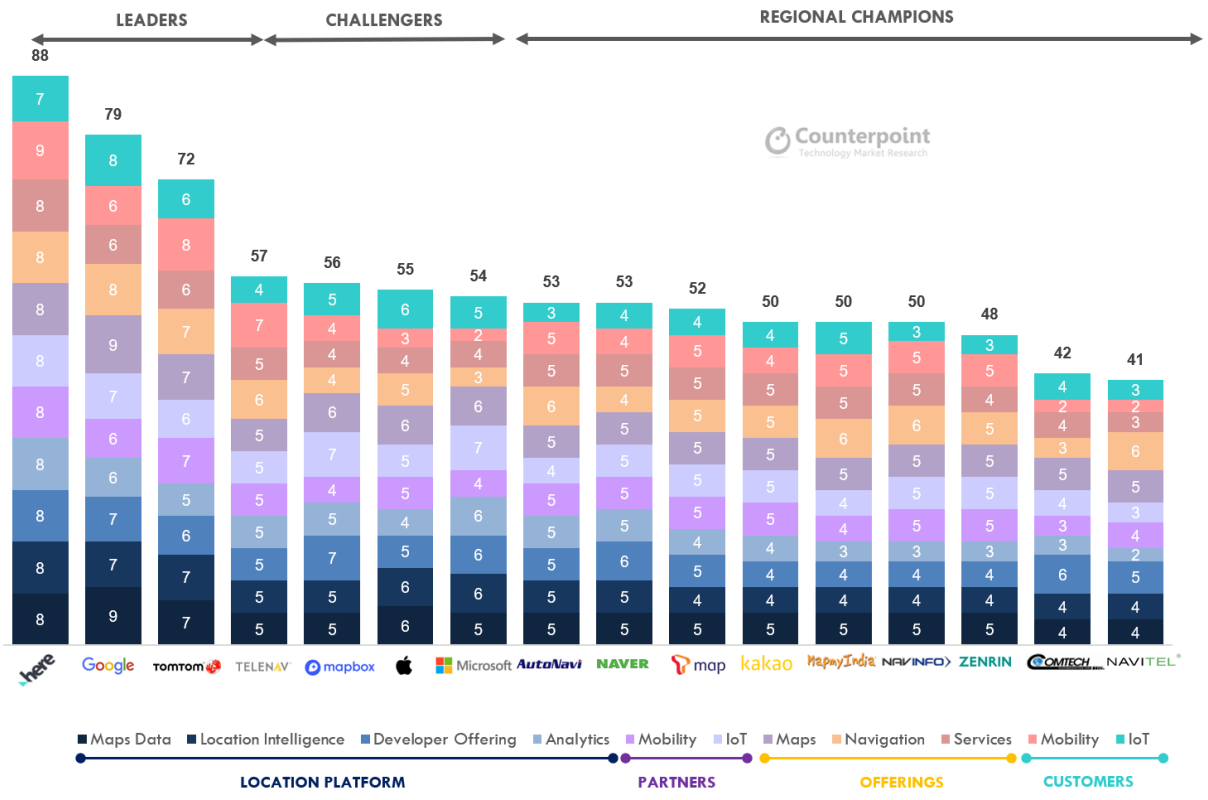


Рисунок 18 - Индекс и рейтинг навигационных платформ
Источник: [166]

Мирвой рынок ГИС-снрвисов

Геоинформационные системы (также ГИС — географическая информационная система) — системы, предназначенные для сбора, хранения, анализа и графической визуализации пространственных данных и связанной с ними информации о представленных в ГИС объектах. Другими словами, это инструменты, позволяющие пользователям искать, анализировать и редактировать цифровые карты, а также дополнительную информацию об объектах, например высоту здания, адрес, количество жильцов.

ГИС включают в себя возможности СУБД, редакторов растровой и векторной графики и аналитических средств и применяются в картографии, геологии, метеорологии, землеустройстве, экологии, муниципальном управлении, транспорте, экономике, обороне.

По территориальному охвату различают глобальные ГИС (global GIS), субконтинентальные ГИС, национальные ГИС, зачастую имеющие статус государственных, региональные ГИС (regional GIS), субрегиональные ГИС и локальные, или местные ГИС (local GIS).

ГИС различаются предметной областью информационного моделирования, к примеру, городские ГИС, или муниципальные ГИС, МГИС (urban GIS), природоохранные ГИС (environmental GIS); среди них особое наименование, как особо широко распространённые, получили земельные информационные системы. Проблемная ориентация ГИС определяется решаемыми в ней задачами (научными и прикладными), среди них инвентаризация ресурсов (в том числе кадастр), анализ, оценка, мониторинг, управление и планирование, поддержка принятия решений. Интегрированные ГИС, ИГИС (integrated GIS, IGIS) совмещают функциональные возможности ГИС и систем цифровой обработки изображений (данных дистанционного зондирования) в единой интегрированной среде.

Полимасштабные, или масштабно-независимые ГИС (multiscale GIS) основаны на множественных, или полимасштабных представлениях пространственных объектов (multiple representation, multiscale representation), обеспечивая графическое или картографическое воспроизведение данных на

любом из избранных уровней масштабного ряда на основе единственного набора данных с наибольшим пространственным разрешением. Пространственно-временные ГИС (spatio-temporal GIS) оперируют пространственно-временными данными. Реализация геоинформационных проектов (GIS project), создание ГИС в широком смысле слова, включает этапы: предпроектных исследований (feasibility study), в том числе изучение требований пользователя (user requirements) и функциональных возможностей используемых программных средств ГИС, технико-экономическое обоснование, оценку соотношения «затраты/прибыль» (costs/benefits); системное проектирование ГИС (GIS designing), включая стадию пилот-проекта (pilot-project), разработку ГИС (GIS development); её тестирование на небольшом территориальном фрагменте, или тестовом участке (test area), прототипирование, или создание опытного образца, или прототипа (prototype); внедрение ГИС (GIS implementation); эксплуатацию и использование.

Областями применения ГИС являются

- правление земельными ресурсами, земельные кадастры. Для решения проблем, имеющих пространственную привязку и начали создавать ГИС. Типичные задачи — составление кадастров, классификационных карт, определение площадей участков и границ между ними и т. д.
- Инвентаризация, учет, планирование размещения объектов распределенной производственной инфраструктуры и управление ими. Например, нефтегазодобывающие компании или компании, управляющие энергетической сетью, системой бензоколонок, магазинов и т. п.
- Проектирование, инженерные изыскания, планировка в строительстве, архитектуре. Такие ГИС позволяют решать полный комплекс задач по развитию территории, оптимизации инфраструктуры строящегося района, требующегося количества техники, сил и средств.
- Тематическое картографирование.
- Управление наземным, воздушным и водным транспортом. ГИС позволяет решать задачи управления движущимися объектами при условии

выполнения заданной системы отношений между ними и неподвижными объектами. В любой момент можно узнать, где находится транспортное средство, рассчитать загрузку, оптимальную траекторию движения, время прибытия и т. п.

- Управление природными ресурсами, природоохранная деятельность и экология. ГИС помогает определить текущее состояние и запасы наблюдаемых ресурсов, моделирует процессы в природной среде, осуществляет экологический мониторинг местности.
- Геология, минерально-сырьевые ресурсы, горнодобывающая промышленность. ГИС осуществляет расчеты запасов полезных ископаемых по результатам проб (разведочное бурение, пробные шурфы) при известной модели процесса образования месторождения.
- Чрезвычайные ситуации. С помощью ГИС производится прогнозирование чрезвычайных ситуаций (пожаров, наводнений, землетрясений, селей, ураганов), расчет степени потенциальной опасности и принятие решений об оказании помощи, расчет требуемого количества сил и средств для ликвидации чрезвычайных ситуаций, расчет оптимальных маршрутов движения к месту бедствия, оценка нанесенного ущерба.
- Военное дело. Решение широкого круга специфических задач, связанных с расчетом зон видимости, оптимальных маршрутов движения по пересеченной местности с учетом противодействия и т. п.
- Сельское хозяйство. Прогнозирование урожайности и увеличения производства сельскохозяйственной продукции, оптимизация ее транспортировки и сбыта.

Согласно данным агентства P&S Market Research, мировой рынок ГИС (геоинформационных систем) вырастет с $7,6 млрд в 2014 году до $14,6 млрд в 2020 году, при этом показатель CAGR будет составлять около 11,4%. Кроме того, аналитики отмечают, что значительная доля мирового рынка ГИС приходится на госсектор: уже по итогам 2014 года она составила 28,3%. Основными факторами, которые будут способствовать росту рынка до 2020

года, являются урбанизация и развитие рынка коммерческих ГИС в развивающихся странах. В частности, определенный спрос формируется за счет развития так называемых «умных городов» в Китае, Индии и странах Юго-Восточной Азии. По данным аналитиков мировой рынок ГИС вырастет практически в 2 раза - с $7,2 млрд в 2015 году до $14,2 млрд к 2020 году. Совокупные темпы годового роста составят 14,5%. Российский рынок по темпам роста не намного отстает от мирового — по оценкам специалистов в среднем ежегодно он растет на 10–15%. [24].

По оценкам аналитического агентства MarketsandMarkets, мировой объем геолокационный рынка составлял $35,31 млрд в 2017 году и, по прогнозам, достигнет $86,32 млрд к 2023 году со среднегодовым приростом в 16,3% [162].

ГИС-платформы (решения / программное обеспечение) чрезвычайно популярны в США.

ВЫВОДЫ:

По прогнозам Allied Market Research [153], среднегодовые темпы прироста объемов рынка коммерческой телематики в период с 2014 по 2020 гг. ожидаются на уровне 18,4%. К концу 2020 года его объём достигнет $49,1 млрд. Сегмент aftermarket (установка телематического оборудования после приобретения автомобиля) продолжит оставаться самым большим генератором дохода, принося более чем 50% совокупной прибыли до конца 2020 года.

Согласно отчетам о рынке управления автомобильным трафиком, нас ждет рост этого сегмента с 26,7 млрд долларов США в 2018 г. до 50,7 млрд долларов США в 2023 г., при этом CAGR (показатель совокупного среднегодового темпа роста) составит 13,7% в течение всего прогнозируемого периода [262].

Основными драйверами роста рынка управления транспортным трафиком, согласно исследованиям Marketsandmarkets, являются стремительный рост населения и гиперурбанизация в развивающихся странах, а также инициативы государства, касающиеся управления автомобильными потоками, в рамках концепции «Умный город» [262].

Аналитики Reportlinker оценили объём мирового рынка систем управления автопарком в $85,4 млрд к 2024 году. Среднегодовые темпы прироста рынка (CAGR) аналитики оценили в 19,4% [242]. К 2025 году объем рынка достигнут лишь $16,86, следует из отчета Grand View Research. Показатель CAGR в период с 2018 по 2024 гг составит 20,8% [243]. Ключевыми игроками рынка являются Verizon Communications, AT&T, Ford Motor Company, BMW, Robert Bosch, Valeo, Harman International Industries, Vodafone Group, Telefonica и Continental.

По прогнозу компании MarketsandMarkets™, рынок систем Indoor-навигации твырастет с $7,1 млрд в 2017 году до $ 41,0 млрд к 2022 году при совокупном годовом темпе роста (CAGR) 42,0% в течение прогнозируемого

периода. Растущее внедрение подключенных устройств и растущий спрос на технологию внутреннего размещения для повышения эффективности процессов бережливой автоматизации и робототехники стимулируют рост рынка по всему миру [168]. Основными поставщиками на рынке систем локального позиционирования являются Apple (США), Broadcom (США), Cisco Systems (США), Ericsson (Швеция), GeoMoby (Австралия), Google (США), Micello (США), Microsoft (США), Qualcomm (США), Senion (Швеция), STMicroelectronics (Швейцария) и Zebra Technologies (США). Эти игроки применяют различные стратегии, такие как запуск новых продуктов, приобретения и партнерства, для удовлетворения потребностей на рынке.

Согласно исследованию Goldman Sachs, к 2025 году объем рынка VR-видеоигр может достигнуть $11,6 миллиардов. Число геймеров должно вырасти к 2025 году до 216 миллионов.

По данным IDC, рынок AR/VR-устройств к 2022 году увеличится в 7 раз. Количество поставляемых AR/VR-устройств в мировом масштабе увеличится с 8,9 млн (это количество устройств на середину 2018 года) до 65,9 млн к 2022 году.

Ведущие мировые студии уже включились в разработку игр специально для устройств виртуальной реальности. Среди них Insomniac Games, Ubisoft, CCP, Gunfire games, 4A Games, Carbon Games, Climax, Harmonix, High Voltage Software, Ready at Dawn, Otherworld Interactive, Square Enix, Thotwise и другие.

По итогам 2018 г. совокупный объем рынка дополненной реальности в мире составлял 11 млрд долл., к 2023 г. предполагается, что он увеличится минимум до 65 млрд долл., причем если в настоящее время наибольшая доля в структуре потребления приходится на потребительские товары, то драйвером роста в будущем может стать сегмент промышленности и услуг.

По оценкам Morgan Stanley к 2030 г. использование каршеринга, включая сервисы типа Uber превысит 25%. При этом за этот период

суммарная продолжительность поездок вырастет в три раза на рынке Китая, на треть вырастет в США и практически не изменится в Европе. Мировой объем рынка к 2025 г. составит $7 млрд

По оценкам PricewaterhouseCoopers, до 2025 года глобальный рынок шеринговых услуг будет расти в среднем на 30% ежегодно и достигнет $335 млрд. За последние 10 лет шеринговые компании достигли значительного успеха, пройдя путь от стартапов до многомиллиардных компаний. В 2019 году одни из крупнейших представителей сектора, Uber и Lyft, вышли на IPO, предоставив возможность каждому инвестировать в быстрорастущую шеринговую экономику [221]. Крупнейшими компаниями в данной сфере являются Uber, Lyft, Turo, Zipments, Post Mates, MyWay, Shippies.

Согласно аналитическому исследованию компании Transparency Market Research рынок цифровых карт достигнет значения $ 30,614 миллиардов к 2026 году от $ 8,043 млн в 2017 году, годовой рост в среднем составит CAGR 16,2%. Навигационные карты (Outdoor Applications) в общем объеме цифровых электронных карт занимают не менее 70% (экспертная оценка)

Согласно отчета P&S Market Research глобальный рынок ГИС, как ожидается, достигнет 17,5 млрд долл. к 2023 г., что соответствует ежегодному приросту (CAGR) 10.2% в период 2018–2023гг. (объем рынка ГИС составлял $9,83 млрд долл. В 2017году).

Согласно данным агентства P&S Market Research, мировой рынок ГИС (геоинформационных систем) вырастет с $7,6 млрд в 2014 году до $14,6 млрд в 2020 году, при этом показатель CAGR будет составлять около 11,4%. Кроме того, аналитики отмечают, что значительная доля мирового рынка ГИС приходится на госсектор: уже по итогам 2014 года она составила 28,3%. Основными факторами, которые будут способствовать росту рынка до 2020 года, являются урбанизация и развитие рынка коммерческих ГИС в развивающихся странах. В частности, определенный спрос формируется за счет развития так называемых «умных городов» в Китае, Индии и странах

Юго-Восточной Азии. По данным аналитиков мировой рынок ГИС вырастет практически в 2 раза - с $7,2 млрд в 2015 году до $14,2 млрд к 2020 году. Совокупные темпы годового роста составят 14,5%. Российский рынок по темпам роста ненамного отстает от мирового — по оценкам специалистов в среднем ежегодно он растет на 10–15%. [24].

ГЛАВА 6. Состояние и перспективы развития российского рынка OEM-модулей

6.1 Общая характеристика российского рынка OEM-модулей

Как отмечалось в предыдущем разделе, рынок НАП в различных странах мира имеет свою специфику. В наибольшей степени в настоящее время этот рынок развит США, странах ЕС и Японии. К быстрорастущим рынкам аналитики относят и страны АТР, в первую очередь, Китай и Индию.

Что касается России, на нее, согласно оценкам российских и зарубежных экспертов, приходится около 1% от общего объема мирового рынка навигационной аппаратуры и услуг, а вместе со странами СНГ эта цифра составляет 1,5-2%.

Переходя к динамике развития российского навигационного рынка, необходимо подчеркнуть, что на него оказывает существенное влияние общая ситуация в российской экономике, развитие которой в настоящее время сдерживают налагаемые на Российскую Федерацию санкционные ограничения. Тем не менее, политика РФ учитывает изменения во внешнеполитической и внешнеэкономической среде, а также изменения в мировой конъюнктуре цен на сырьевые товары. Принятые антикризисные меры позволили смягчить негативные последствия санкций и создать климат для формирования стратегических перспектив развития страны.

Что касается развития российского навигационного рынка, то по данным ГК «Роскосмос» в 2017 г. объем российского рынка навигационной аппаратуры и услуг на основе спутниковой навигации составил около 15 млрд. руб., продемонстрировав наиболее значительный рост за последние несколько лет. Для сравнения, по данным того же источника в 2015 г. объем российского навигационного рынка составлял 2,4 млрд. руб.[94].

С целью более детального исследования актуальных тенденций и перспектив развития российского рынка аппаратуры высокоточного

позиционирования и уточнения его структуры и тенденций, в рамках настоящего исследования обратимся к базе ФТС РФ [57, 94]:

1. В 2017 г. стоимостной объем поставок НАП ГНСС на рынок России составил 152,2 млн. долл., что на 68% выше результатов 2016 г. Количественная динамика российского импорта НАП ГНСС соответствует стоимостной динамике. После достигнутого посткризисного «пика» поставок НАП ГНСС 2012 г., когда было ввезено 2,6 млн. комплектов НАП, в 2013-2015 гг. произошло снижение показателей поставок. С 2015 г. наметилась положительная динамика роста количественных показателей поставок НАП ГНСС. В 2017 г. общее количество ввезенной НАП ГНСС было на 55% больше, чем в 2016 г., и на 93% больше, чем в 2015 г. Таким образом, общая сумма импорта НАП составила 1,5 млн. ед. в 2017 г.
2. По стоимостным объемам поставок НАП на российский рынок в 2017 г. лидировали следующие компании-производители: FIRST DIGITAL (Сингапур, 24,4 млн. долл.), LG ELECTRONICS (Республика Корея, 15,6 млн. долл.), CONTINENTAL (Германия, 15,4 млн. долл.). Суммарная доля поставок трех компаний за 2017 г. составила 36%. По количеству поставленных на российский рынок навигационных устройств следует выделить компании: CONTINENTAL (Германия, 12%), FIRST DIGITAL (Сингапур, 11%), LG ELECTRONICS (Корея, 8%).
3. Среди крупнейших дистрибьюторов НАП ГНСС в РФ можно выделить такие компании, как: FIRST DIGITAL (Сингапур, 24,4 млн. долл.), CONTINENTAL TRADING (Германия, 13,8 млн. долл.) и VOLKSWAGEN (Германия, 12,5 млн. долл.). Суммарно за 2017 г. на долю ведущих дистрибьюторов пришлось 33% от общего количества поставок НАП ГНСС в России.
4. В 2016 г. был отмечен резкий рост поставок OEM-модулей как в стоимостном (в 5,84 раза), так и количественном выражении (более

чем в 33,8 раза). В 2017 г. снова был зафиксирован значительный рост поставок OEM-модулей в стоимостном выражении (в 4,8 раза). При этом в количественном выражении темпы роста составили всего 4% к 2016 г. В совокупности в 2017 г. в РФ было поставлено 256,7 тыс. OEM-модулей на общую сумму 9,4 млн. долл. В состав поставок преимущественно входили модули для встраиваемой НАП автомобильного применения. При этом средняя стоимость одного ввезенного OEM-модуля в 2017 г. составила 37 долл.

5. Экспорт OEM-модулей осуществляли 29 зарубежных компаний. В тройку основных компаний-производителей OEM-модулей, поставляющих продукцию в РФ вошли: FUTUREROAD TECH (Сингапур, 74%), FIRST DIGITAL (Сингапур, 13%) и NVS TECHNOLOGIES (Швейцария, 4%).[1]

Если рассмотреть динамику и структуру экспорта НАП и OEM-модулей, то можно выделить следующие тенденции [57, 94]:

1. Суммарный объем российского экспорта НАП ГНСС в стоимостном выражении в 2017 г. составил 17,4 млн. долл. Тем не менее, рассматривая период 2010-2017 гг., можно сделать вывод, что столь высокий показатель экспорта, как в 2017 г., был не всегда. Наиболее низкий показатель экспорта НАП пришелся на 2010 г. Значительные провисания показателей экспорта были отмечены в 2014 и 2015 гг. по причине резкого снижения курса рубля к доллару США.
2. По данным проанализированных экспортных контрактов, в число ведущих отечественных производителей НАП ГНСС по итогам мониторинга 2017 г. в разрезе стоимости поставленного оборудования вошли ПАО «ЭЛЕКТРОПРИБОР» (3,1 млн. долл.), ОАО «РАМЕНСКИЙ ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД»

[1] NVS TECHNOLOGIES входит в состав российской компании «НАВИС».

(0,7 млн. долл.) и ООО «ФОРТ-ТЕЛЕКОМ» (0,6 млн. долл.). По количеству поставленного оборудования в 2017 г. ведущую позицию заняло НПО «ГАЛИЛЕОСКАЙ», на долю которого пришлось 45% от общего количества поставок НАП ГНСС.

3. Ведущие позиции среди отечественных поставщиков НАП ГНСС в 2017 г. по сумме поставок занимали ПАО «КОРПОРАЦИЯ «ИРКУТ» (3,8 млн. долл.), ПАО «АЭРОФЛОТ-РОССИЙСКИЕ АВИАЛИНИИ» (3,0 млн. долл.) и АО «РОСОБОРОНЭКСПОРТ» (2,6 млн. долл.). При этом по количеству поставленного оборудования лидировало ООО «НПО «ГАЛИЛЕОСКАЙ» (36%).
4. После существенного спада 2014 г. объемы экспортных поставок OEM-модулей являются незначительными и пока не восстановились. В 2017 г. было осуществлено 14 поставок OEM-модулей за рубеж. 7 компаний поставили OEM-модули в количестве 488 шт. на общую сумму 25,8 тыс. долл. На первом месте по поставкам OEM-модулей оказалось компания ООО «ИРЗ-СВЯЗЬ» (53%).

Как следует из представленной выше информации, рыночная ситуация складывается в пользу зарубежных производителей НАП и OEM-модулей.

6.2 Географическая структура российского рынка OEM-модулей

Анализ таможенных деклараций показал, что в 2010-2017 гг. в Россию осуществлялись поставки НАП ГНСС из следующих стран: Австралия, Бразилия, Великобритания, Венгрия, Германия, Дания, Израиль, Исландия, Индия, Индонезия, Италия, Канада, КНР, Корея, Норвегия, Сингапур, США, Тайвань, Украина, Финляндия, Франция, Швеция, Швейцария, ЮАР, Япония и др. [57, 94].

Структура поставок НАП ГНСС на российский рынок по итогам 2017 г. представлена на Рис. 33.

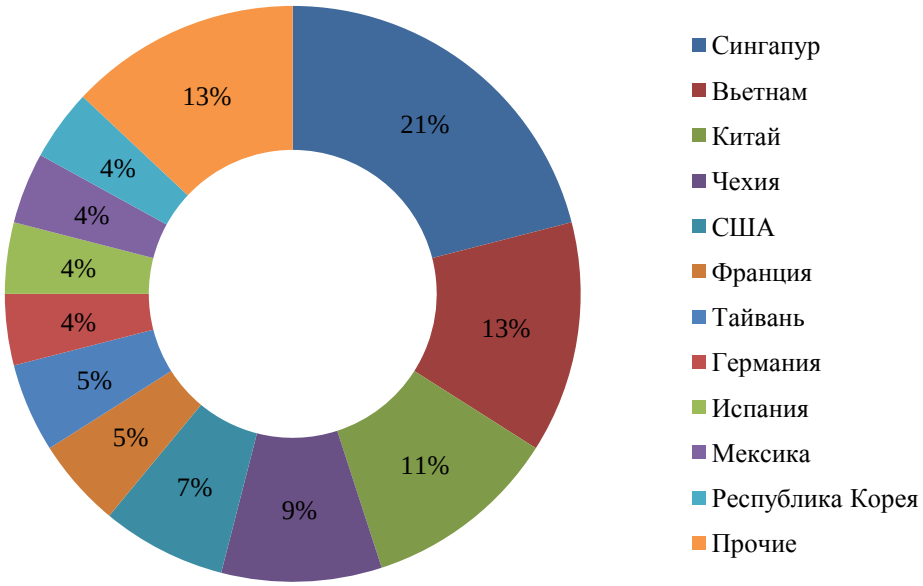


Рис. 33 – Структура экспорта НАП ГНСС
в региональном разрезе в 2017 г. (%)

Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным:

1. Анализ состояния и тенденций развития мирового и российского рынков высокочастотной навигации и НАП ГНСС / АО «НТЦ «Интернавигация», 2018. – 358 с. [57].
2. Официальный сайт Федеральной таможенной службы РФ / Режим доступа: http://customs.ru (дата обращения: 24.12.2019) [95].

В 2017 г. по стоимостным показателям поставок НАП ГНСС в РФ лидировали такие страны, как Сингапур (31,4 млн. долл.), Вьетнам (19,6 млн. долл.), Китай (16,3 млн. долл.) и Чехия (13,8 млн. долл.).

Анализ таможенных деклараций показал, что в 2010-2017 гг. из России осуществлялись поставки аппаратуры глобального позиционирования в следующие страны: Армения, Алжир, Бангладеш, Вьетнам, Германия, Грузия, Великобритания, Венгрия, Израиль, Индия, Иран, Казахстан, Канада, Кипр, Китай, Конго, КНДР, Республика Корея, Кот-д'Ивуар, Куба, Либерия, Ливия, Литва, Мавритания, Малайзия, Мальта, Монголия, Молдова, Нидерланды, Нигерия, Новая Гвинея, Норвегия, ОАЭ, США, Судан, Таджикистан, Туркмения, Узбекистан, Уганда, Украина, Финляндия, Франция, Чехия, Швейцария, ЮАР и Япония [57, 94].

Структура поставок аппаратуры глобального позиционирования из России в стоимостном разрезе по странам-получателям за 2017 г. представлена на Рис. 34.

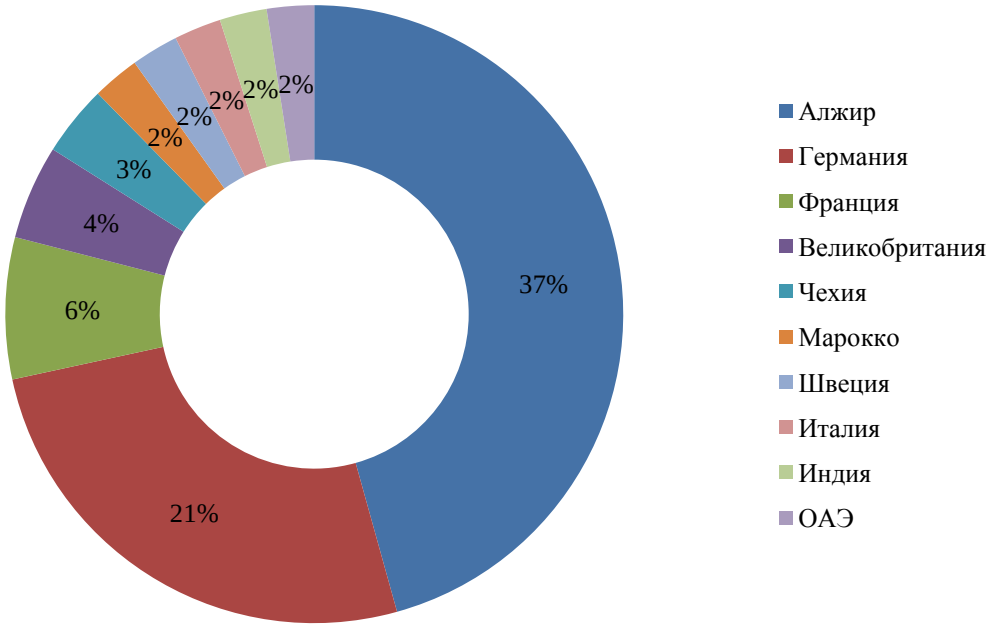


Рис. 34 – Структура импорта НАП ГНСС
в региональном разрезе в 2017 г. (%)

Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным:

1. Анализ состояния и тенденций развития мирового и российского рынков высокочастотной навигации и НАП ГНСС / АО «НТЦ «Интернавигация», 2018. – 358 с. [57].
2. Официальный сайт Федеральной таможенной службы РФ / Режим доступа: http://customs.ru (дата обращения: 24.12.2019) [95].

Как видно из Рис. 34, крупнейшим импортером НАП ГНСС, поставленной из России в 2017 г., стал Алжир, доля которого в стоимостном объеме экспорта составила 37%.

Наибольшую внешнеторговую активность в 2017 г. проявляли импортеры из Алжира: Министерство обороны данной страны осуществило закупки НАП на общую сумму 6,4 млн. долл. Далее следовало ре-экспортное оборудование, поставленное в Германию (3,6 млн. долл.) и Францию (1,0 млн. долл.).

6.3 Отраслевая структура российского рынка OEM-модулей

Как было отмечено ранее, мировой рынок OEM-модулей развивается на стыке ряда высокотехнологичных отраслей, одной из которых является микроэлектроника. По данным международной аналитической компании Frost & Sullivan, доля России в структуре мирового рынка микроэлектроники является незначительной и составляет менее 1%. В 2017 г. объем российского рынка составил 361 млрд. долл. и увеличился до 369 млрд. долл. в 2018 г. [96]. Структура спроса на изделия микроэлектроники в России представлена на Рис. 35.

Рис. 35 – Структура спроса на микроэлектронику в России в 2017 г. (%)
Источник: Махов П. Frost & Sullivan: «Состояние и перспективы мирового и российского рынка микроэлектроники» / РБК, 2018. – 5 с. [96].

Основным заказчиком микроэлектроники в России является государство, в то время как в большинстве развитых стран спрос на продукцию заводов формируется в частном секторе. Для сравнения, государственные заказы составляют порядка 13,9% в структуре потребления микроэлектроники в мире.

Очевидно, что на сложившуюся ситуацию на рынке микроэлектроники влияют также и внешние факторы, связанные с взаимным ограничением

поставок электронных компонентов, что также негативно сказывается на состоянии отечественной микроэлектроники. Санкции оказывают влияние не столько на сбыт, сколько на снабжение российского производства необходимыми материалами, комплектующими и технологическим оборудованием.

Необходимо отметить, что несмотря на введенные заградительные меры доля электронных компонентов зарубежного производства на российском рынке по-прежнему существенно выше, чем доля компонентов российского производства. Постараемся доказать данный факт на примере исследования отраслевой структуры НАП ГНСС, основанной на данных об импорте и экспорте в ФТС РФ.

Группировка импортной НАП ГНСС по видам и объемам поставок в 2010-2017 гг. представлена на Рис. 36.

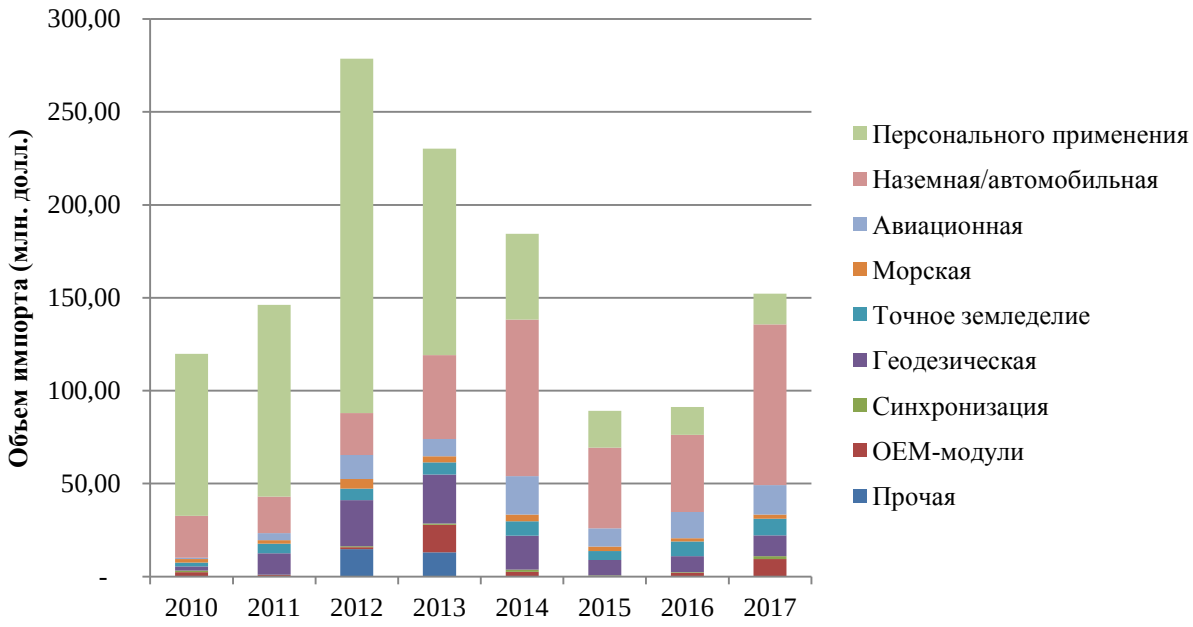


Рис. 36 – Группировка импортируемой НАП ГНСС
по назначению и объемам поставок в РФ в 2010-2017 гг. (млн. долл.)

Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным:

1. Анализ состояния и тенденций развития мирового и российского рынков высокочастотной навигации и НАП ГНСС / АО «НТЦ «Интернавигация», 2018. – 358 с. [57].
2. Официальный сайт Федеральной таможенной службы РФ / Режим доступа: http://customs.ru (дата обращения: 24.12.2019) [95].

Анализ данных, приведенных на Рис. 36, показывает, что в 2017 г. произошло увеличение стоимостных показателей импорта поставляемой НАП

всех типов. Также следует обратить внимание, что объем поставок оборудования для точного земледелия с 2010 г. вырос более чем в 4 раза, - до 9 млн. долл. Данная ситуация коррелируется как с мировыми тенденциями, так и с общим ростом производства в сельском хозяйстве РФ. Кроме того, за рассматриваемый период существенно (в 3,8 раза) выросли поставки встроенной НАП автомобильного применения.

Структура импортных поставок НАП ГНСС на территорию РФ в 2017 г. в количественном выражении приведена на Рис. 37.

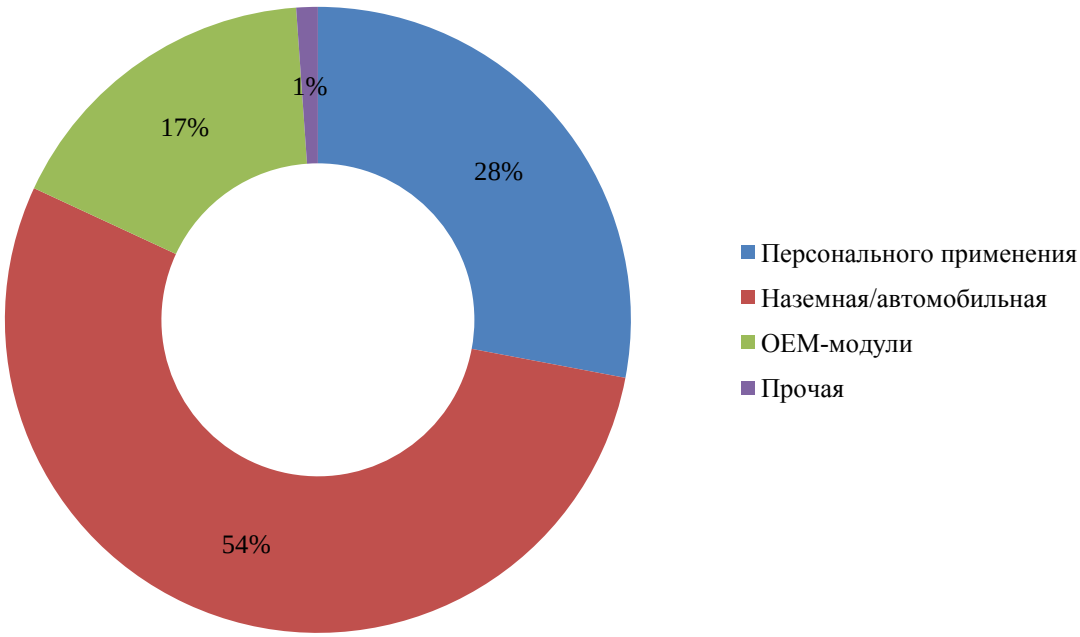


Рис. 37 – Структура импорта НАП ГНСС в количественном выражении по типам аппаратуры в 2017 г. (%)

Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным:

1. Анализ состояния и тенденций развития мирового и российского рынков высокочастотной навигации и НАП ГНСС / АО «НТЦ «Интернавигация», 2018. – 358 с. [57].
2. Официальный сайт Федеральной таможенной службы РФ / Режим доступа: http://customs.ru (дата обращения: 24.12.2019) [95].

Примечание: Прочая НАП ГНСС: авиационная, морская, точное земледелие, геодезическая, синхронизация.

Как видно из Рис. 37, в 2017 г. наибольшая доля импортируемой НАП ГНСС относилась к автомобильным навигаторам и профессиональной НАП наземного применения (54%). Их число оценивалось в 786 тыс. ед. Доля НАП персонального применения составила около 28% в общем объеме

ввезенной НАП (410 тыс. ед.). Объем поставок OEM-модулей был равен 256 тыс. ед. или 17% импортируемой навигационной аппаратуры.

Стоимостная структура импорта НАП ГНСС в 2017 г. представлена на Рис. 38.

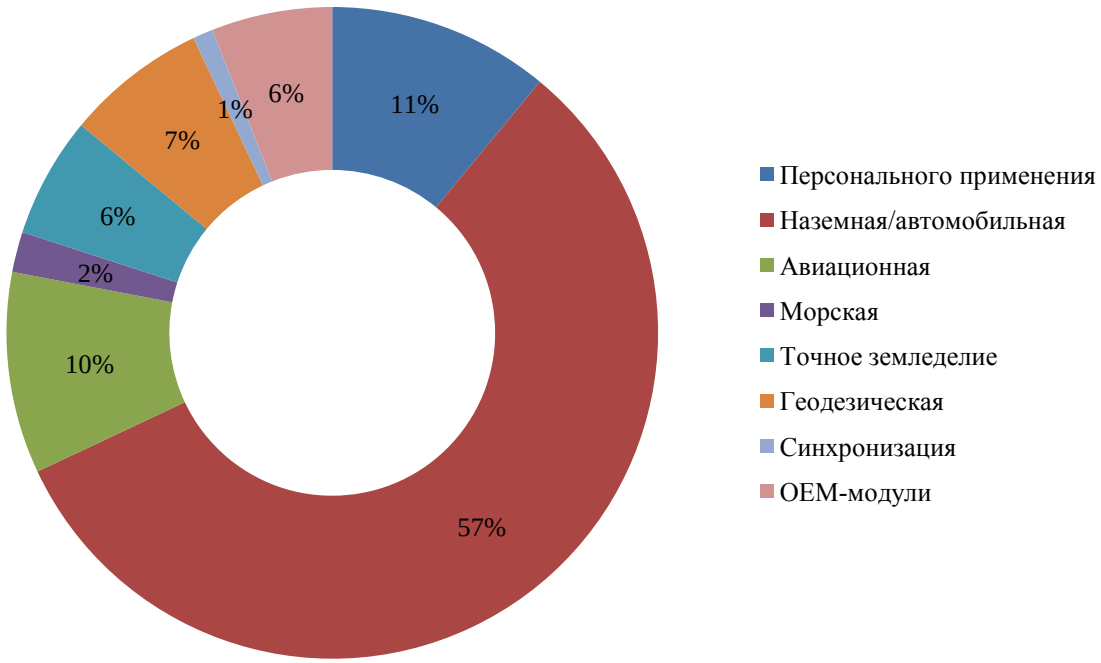


Рис. 38 – Структура импорта НАП ГНСС в стоимостном выражении по типам аппаратуры в 2017 г. (%)

Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным:

1. Анализ состояния и тенденций развития мирового и российского рынков высокочастотной навигации и НАП ГНСС / АО «НТЦ «Интернавигация», 2018. – 358 с. [57].
2. Официальный сайт Федеральной таможенной службы РФ / Режим доступа: http://customs.ru (дата обращения: 24.12.2019) [95].

Как видно из Рис. 38, в стоимостном выражении 57% от общего объема импортных поставок 2017 г. пришлось на НАП автомобильного применения, 11% – на НАП персонального применения (PND). Замыкает тройку наиболее дорогостоящего оборудования НАП авиационного применения, стоимость которой составила 10%.

Группировка экспортируемой НАП ГНСС по видам и объемам поставок в 2010-2017 гг. представлена на Рис. 39.

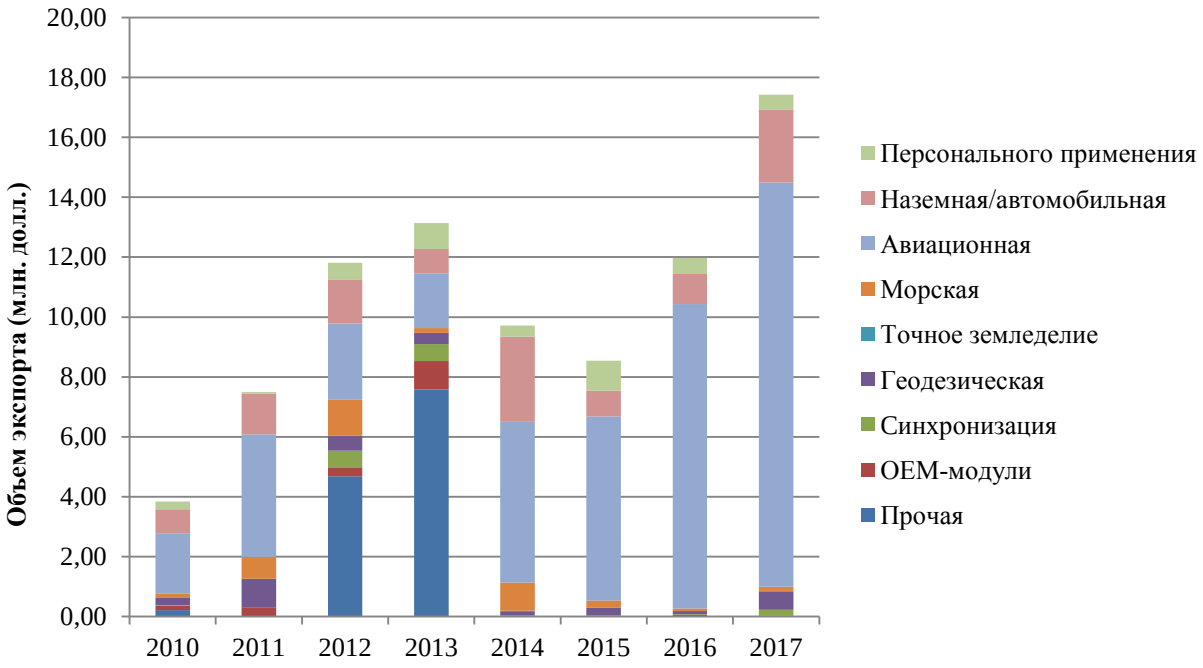


Рис. 39 – Группировка экспортируемой НАП ГНСС
по назначению и объемам поставок в РФ в 2010-2017 гг. (млн. долл.)

Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным:

1. Анализ состояния и тенденций развития мирового и российского рынков высокочастотной навигации и НАП ГНСС / АО «НТЦ «Интернавигация», 2018. – 358 с. [57].
2. Официальный сайт Федеральной таможенной службы РФ / Режим доступа: http://customs.ru (дата обращения: 24.12.2019) [95].

Исходя из представленных на Рис. 39 данных можно сделать вывод, что наиболее ощутимая динамика показателей приходилась на аппаратуру синхронизации. С 2010 по 2017 гг. показатель экспорта НАП данного назначения увеличился в 15 раз. Наибольший показатель экспорта соответствовал НАП авиационного применения в 2017 г. (13,5 млн. долл.).

Стоимостная структура российского экспорта НАП ГНСС в 2017 г. представлена на Рис. 40.

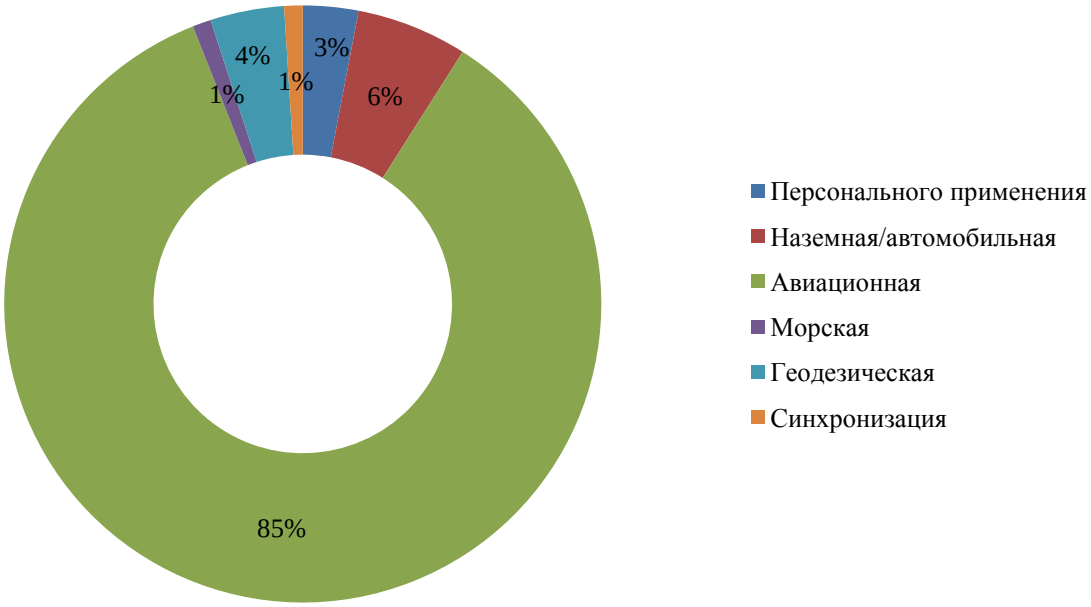


Рис. 40– Структура экспорта НАП ГНСС в стоимостном выражении по типам аппаратуры в 2017 г. (%)

Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным:

1. Анализ состояния и тенденций развития мирового и российского рынков высокочастотной навигации и НАП ГНСС / АО «НТЦ «Интернавигация», 2018. – 358 с. [57].
2. Официальный сайт Федеральной таможенной службы РФ / Режим доступа: http://customs.ru (дата обращения: 24.12.2019) [95].

Примечание:. OEM-модули - 0,2%.

Как было упомянуто при анализе Рис. 39, существенную долю в стоимости экспортируемой НАП составляет аппаратура авиационного применения. В 2017 г. доля НАП авиационного применения составляла 85%. Доля аппаратуры геодезического применения в 2017 г. увеличилась до 4%. Экспортные поставки OEM-модулей не носят стабильного характера. В 2017 г. стоимостная доля OEM снизилась до 0,2%.

Количественная структура российского экспорта НАП ГНСС в 2017 г. представлена на Рис. 41.

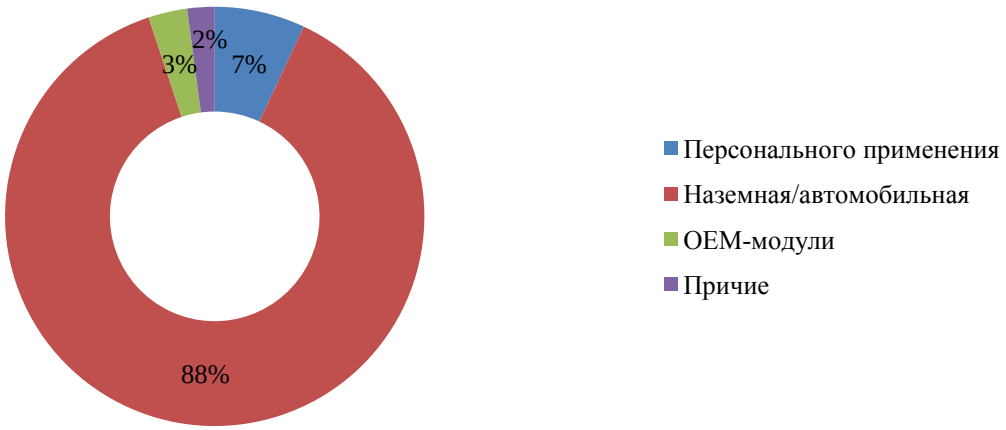


Рис. 41 – Структура экспорта НАП ГНСС в количественном выражении по типам аппаратуры в 2017 г. (%)

Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным:

1. Анализ состояния и тенденций развития мирового и российского рынков высокочастотной навигации и НАП ГНСС / АО «НТЦ «Интернавигация», 2018. – 358 с. [57].
2. Официальный сайт Федеральной таможенной службы РФ / Режим доступа: http://customs.ru (дата обращения: 24.12.2019) [95].

Примечание: Прочая НАП ГНСС: авиационная, морская, точное земледелие, геодезическая, синхронизация.

Как видно из представленного Рис. 41, в количественном отношении наибольшую долю в структуре российского экспорта в 2017 г. занимала наземная/автомобильная аппаратура – 88% (17,0 тыс. ед.). Далее следует НАП персонального и общего применения – 6,84% (1,3 тыс. ед.). На поставки OEM-модулей из России приходится всего 3%.

По мнению экспертов, общей проблемой производства OEM-модулей, как и всей продукции радиоэлектроники в России, является слабость собственной электронной компонентной базы (ЭКБ).

Несмотря на ужесточение ограничений на поставки в Россию высокотехнологичных компонентов, введенное Правительством РФ в 2016-2017 гг., существенно не повлияло на увеличение доли российских компонентов на рынке. Эксперты объясняют этот факт тем, что прямая замена импортных компонентов в большинстве случаев в настоящее время невозможна, так как в России не производятся аналоги. А разработка аппаратуры на российских компонентах может привести к заметным изменениям только в отдаленной перспективе.

6.4 Ведущие российские компании-производители OEM-модулей

Как отмечалось в подразделе 4.2, состояние и динамика производства НАП ГНСС и OEM-модулей в РФ во многом определяется состоянием отечественной радиоэлектронной промышленности, ее ключевой подотрасли – микроэлектроники и, в частности, динамикой производства ЭКБ НАП.

Что касается «навигационного» аспекта производства электронных компонентов у нас в стране, ведущие российские производители микроэлектроники уже не первый год объявляют о готовности начать серийный выпуск современных чипов для НАП ГНСС на своих заводах.

Динамика объема выручки российских разработчиков и производителей микроэлектроники в 2012-2017 гг. и долгосрочный прогноз на период до 2030 г. представлены на Рис. 42.

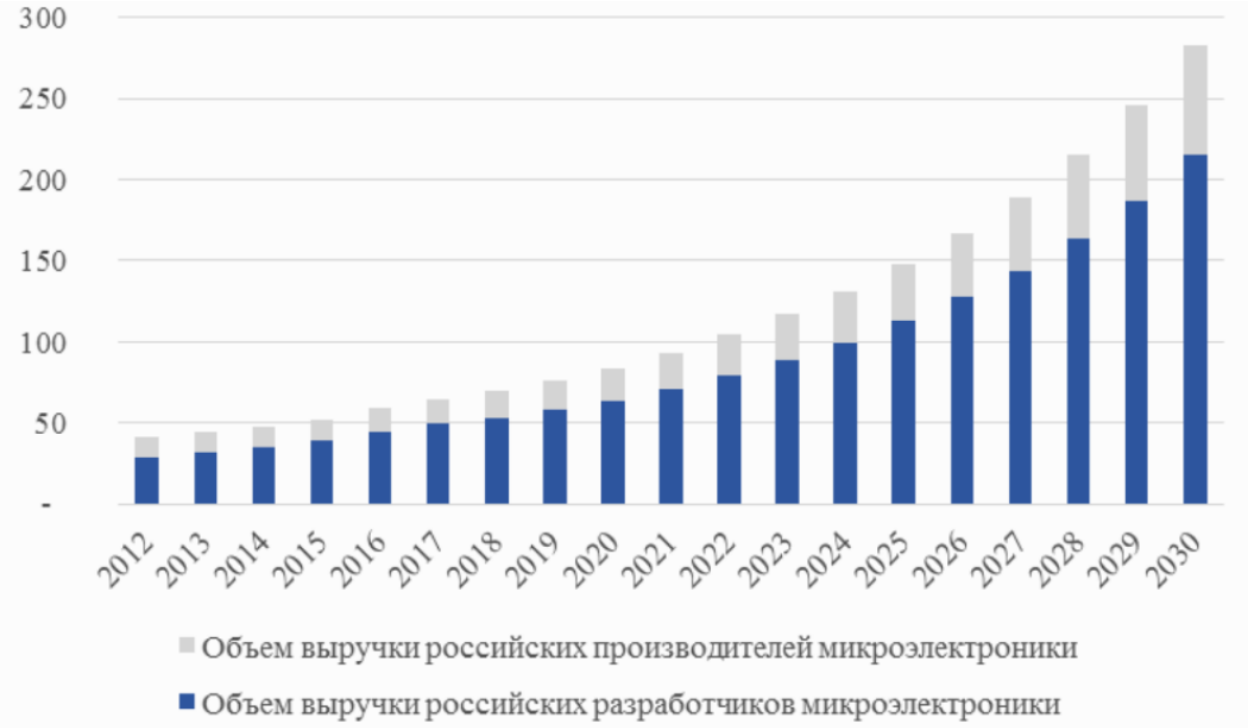


Рис. 42 – Динамика выручки российских разработчиков и производителей микроэлектронной продукции в 2012-2030 гг. (млрд. руб.)

Источник: 1. Анализ состояния и тенденций развития мирового и российского рынков высокочастотной навигации и НАП ГНСС / АО «НТЦ «Интернавигация», 2018. – 358 с. [57].
2. Официальный сайт ЦНИИ «Электроника» / Режим доступа: http://www.instel.ru (дата обращения: 25.12.2019) [97].

В стратегии развития электронной и радиоэлектронной промышленности РФ на период до 2030 г. отмечается, что к 2030 г. доля

гражданской электронной продукции, произведенной российскими промышленными и научными организациями электронной промышленности, должна увеличится на 21% [98].

Что касается задач, стоящих перед российскими предприятиями, выпускающими OEM-модули, то в настоящее время их усилия направлены на увеличение доли гражданской продукции в российской микроэлектронике. Согласно отчетам производителей, в рамках ФЦП «ГЛОНАСС» разработаны перспективные образцы СБИС, радиоприемных устройств, цифровых корреляторов, цифровых корреляторов-процессоров и другие электронные компоненты, необходимые для создания НАП ГНСС.

В настоящее время навигационные чипсеты и модули высокой точности выпускают такие российские компании, как АО «Научно-исследовательский институт микроэлектронной аппаратуры «Прогресс» (АО «НИИМА «Прогресс»), ООО Дизайн-центр «ГеоСтар Навигация» (ООО ДЦ «ГеоСтар Навигация»), АО «Российский институт радионавигации и времени» (АО «РИРВ»), АО «Ижевский радиозавод» (АО «ИРЗ»), АО «НАВИС-Групп». Далее рассмотрим деятельность каждого из предприятий более подробно.

АО «НИИМА «Прогресс»

АО «НИИМА «Прогресс» более 30 лет существует на российском рынке OEM-модулей. За эти годы институт разработал первый в России субмикронный кристалл, создал собственные базовые матричные кристаллы, стал межотраслевым центром проектирования СБИС «Система на кристалле». Сегодня предприятие занимается рядом направлений по разработке радиоэлектронных компонентов и аппаратуры, а также предлагает широкий спектр готовых отечественных изделий, в том числе для перспективных сегментов массового рынка электроники.

Ключевые направления деятельности института связаны со следующими областями исследований и разработок [99]:

- Навигационные приемные антенны, микросхемы для ГНСС ГЛОНАСС/GPS/GALILEO, а также электронно-компонентная база и аппаратура для локальных систем навигации.
- Электронные компоненты и аппаратура для систем спутниковой (INTELSAT, EUTELSAT, INMARSAT, ORBCOMM) и сотовой связи (CDMA-one, W-CDMA, WLAN: 802.11, 802.16).
- Интегральные схемы с техническими нормами до 40 нм, СБИС «Система на кристалле» (СнК) и «Система в корпусе» (СвК), в том числе СБИС для спектральной обработки и специализированные СБИС (ASIC).
- СВЧ-микросхемы и сложнофункциональные блоки на базе кремний-германиевых технологий. Институт является фактическим лидером в этих областях со своими разработками микросхем SiGe БиКМОП до 6 ГГц. В частности, уникальная микросхема для передовой SDR-технологии радиосвязи (когнитивное радио) обеспечивает возможность перестройки в диапазонах от 100 МГц ДО 2,5 ГГц.
- Базовые кристаллы для создания полузаказных СБИС с высокопроизводительным процессорным ядром и роконфигурируемой архитектуры для высоконадежных систем, в том числе радиационно-стойких.

С 2001 г. АО НИИМА «Прогресс» присутствует на рынке НАП ГНСС и OEM-модулей. В партнерстве с ООО ДЦ «ГЕОСТАР НАВИГАЦИЯ», начавшемся в 2008 г., был создан новый тип приемников (SMD), основанный на разработанных в «НИИМА «Прогресс» микросхемах класса СнК и СвК.

Современные разработки новых микросхем СнК и СвК, проводимых в ОКР «Дюйм» и «Сложность-13», позволяют создать качественно новый класс приемных SMD модулей различного назначения.

На текущий момент в сегменте навигационных модулей можно выделить следующую перспективную продукцию АО НИИМА «Прогресс» [99, 100]:

1. Навигационный приемник ГАЛС-П-АСБТ предназначен для измерений текущих координат и скорости объекта в реальном масштабе времени в автономном режиме, формирования секундной метки времени по сигналам ГНСС ГЛОНАСС и GPS и применяется в составе автоматизированных систем транспортного мониторинга.
2. Навигационный приемник ГАЛС-ПМ является развитием приемника ГАЛС-П. ГАЛС-ПМ представляет собой устройство, выполненное на основе приемо-вычислительного модуля ПРО-04. Конструктивно ГАЛС-ПМ выпускается в 4-х вариантах исполнения.
3. Навигационный модуль ГЛОНАСС/GPS/SBAS/Galileo – ПРО-04 предназначен для вычисления текущих координат и скорости объекта в реальном масштабе времени в автономном и дифференциальных режимах, формирования секундной метки времени и обмена с внешним оборудованием по последовательным портам UART. Модули ПРО-04 поставляются для скоростных электропоездов «Ласточка».

В 2016 г. АО НИИМА «Прогресс» начало разработку навигационно-связной аппаратуры по заказу Министерства Промышленности и Торговли РФ (Минпромторг РФ). Институтом была разработана универсальная навигационно-связная платформа, которая позволяет объединить разрозненную аппаратуру потребителей на базе автомобильного транспорта. Разработан отечественный терминал ЭРА-ГЛОНАСС с интегрированными отечественными навигационным приемником ПРО-04 и 3G модемом.

Для определения местоположения при отсутствии сигналов ГНСС был разработан приемо-передающий модуль локальной системы навигации (ЛСН), а также навигационный модуль точной навигации, объединяющий модули ГНСС и ЛСН, тем самым обеспечивая «бесшовную» навигацию при переходе

от открытого пространства к условиям плотной городской застройки и пропадания навигационного сигнала в целом.

В 2017 г. была решена задача беспилотного управления сельскохозяйственной техникой, для чего был разработан навигационно-связной блок, который при установке на технику взаимодействует с датчиками угла поворота колес, бортовым компьютером и насосом-дозатором.

В настоящее время ведется разработка навигационно-связного светотехнического блока для речных и морских буев с поддержкой АИС (GSM опционально), которая позволит осуществить безопасное судоходство на морях и реках. Разрабатывается «КОМПАС-СМАРТ» — навигационный компас, который позволит получать не только точное местоположение, но и курс, крен и дифферент, а также обеспечивать выдачу информации о наличии помехи и ряд других параметров по требованиям заказчика.

К современным разработкам АО НИИМА «Прогресс» в области создания навигационной и связной аппаратуры относятся [99, 100]:

1. Базовый комплект аппаратно-программных средств для высокоточных систем ГНСС предназначен для использования в тех областях народного хозяйства, где требуется повышенная точность — от десятков сантиметров до единиц миллиметров.

   В комплекте используются фазовые технологии дифференциальной коррекции. Реализована специальная программно-математическая обработка.

   Разработка выполнена на основе недорогого отечественного приемника ГеоС-3М и собственного встраиваемого программно-математического обеспечения высокоточной фазовой навигации реального времени (НТК).

   Представленная технология применима в различных областях народного хозяйства:

- в системах мониторинга деформаций потенциально опасных инженерных сооружений (высотных зданий, мостов, эстакад, башен, гидротехнических сооружений);
- в системах мониторинга геодинамических процессов (оползней, карстовых явлений);
- в геодезии и строительстве (высокоточная съемка пунктов, мониторинг земель);
- в задачах гидрографии (обеспечение промерных комплексов, съемка береговой линии, мониторинг уровня морской поверхности и параметров волнения);
- в системах обеспечения безопасности судовождения на море и реке (системы курсоуказания и динамической стабилизации судна, мониторинг крена, дифферента и параметров качек судна);
- на железнодорожном транспорте (съемка профиля путей, обеспечение ремонтных и выправочных работ, мониторинг движения составов);
- в системах «координатного земледелия» в сельском хозяйстве.

2. Модуль навигационный точной навигации предназначен для выдачи навигационных решений высокой точности с возможностью работы по сигналам ГНСС с поправками RTK и по сигналам ЛСН, что позволяет модулю гибко адаптироваться к различным условиям получения навигационной информации и обладать полноценной работоспособностью в сложных условиях приема навигационных сигналов: при наличии помех, при существенном ослаблении уровня сигналов и их множественном переотражении.
3. Модуль интерфейсный с процессором приложений предназначен для:
    - сбора информации с различных датчиков, установленных на транспортном средстве;
    - передачи информации и команд на внешние устройства;

- хранения полученной информации в режиме «черного ящика»;
- выдачи сохраненной информации по запросу;
- считывания идентификационной информации со смарт-карт.

4. Навигационно-связной терминал общего применения - терминал «ЭРА – ГЛОНАСС» предназначен для:
   - выдачи навигационных решений;
   - экстренного реагирования при аварии по системе «ЭРА-ГЛОНАСС»;
   - записи телеметрической информации от различных датчиков, установленных на транспортном средстве;
   - опционального подключения МЭМС-инерциальной системы (ИС) и выдача навигационных решений на основании данных, полученных от ИС для повышения эффективности решения задач пространственной ориентации при недостаточной видимости спутников ГНСС;
   - передачи телеметрических данных на телематическую платформу пользователя.
5. Модуль связи 2G/3G предназначен для подключения к сети Internet по протоколу TCP/IP в сетях сотовой связи 2G/3G. Встраиваемый модуль связи работает по стандартному интерфейсу UART с использованием простого протокола передачи данных без глубоких знаний управления работы 3G модуля и AT команд. Контроль работы и состояние 3G модуля, автоматическое восстановление связи после обрыва, подтверждение передачи данных по каналу связи.

По данным портала госзакупок АО «НИИМА «Прогресс» заключила 488 контрактов на общую сумму 10,9 млрд. руб. Из них [101]:

- в качестве поставщика: 42 контракта на общую сумму 8,3 млрд. руб.
- в качестве заказчика: 446 контрактов на общую сумму 2,6 млрд. руб.

Основными заказчиками продукции и услуг АО «НИИМА «Прогресс» приходились: Минпроторг России (91,7%), АО «МНИРТИ» (5,9%) и АО «ОРКК» (1,4%). Количество и сумма контрактов, заключенных с АО «НИИМА «Прогресс», выступающего в качестве поставщика продукции и услуг, приведены в Табл. 27.

Табл. 27 – Деятельность АО «НИИМА «Прогресс»
в качестве поставщика продукции и услуг

Заказчик	Контрактов	Сумма, млн. руб.	%
Минпромторг России	37	7614,7	91,7
АО "Мнирти"	1	490,7	5,9
АО "ОРКК"	1	116,2	1,4
АО "РТ-Финанс"	1	41,3	0,5
НПК "Технологический Центр"	1	40	0,5
АО "НПО "Радиоэлектроника" им. В.И. Шимко"	1	0,15	0,002

Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным:
Официальный сайт ИННdex / Режим доступа: https://inndex.ru (дата обращения: 25.12.2019) [101].

Основными поставщиками продукции и услуг для АО «НИИМА «Прогресс» приходились: ЗАО «Элвис Тел» (35,4%), АО «РИРВ» (23,7%) и АО «НТЦ «Интернавигация» (8,8%). Количество и сумма контрактов, заключенных с АО «НИИМА «Прогресс», выступающего в качестве заказчика продукции и услуг, приведены в Табл. 28.

Табл. 28 – Деятельность АО «НИИМА «Прогресс» в качестве заказчика

Заказчик	Контрактов	Сумма, млн. руб.	%
ЗАО "Элвис Тел"	2	581,4	35,4
АО "РИРВ"	2	390,0	23,7
АО "РИРВ"	2	134,0	8,2
ООО "Фарватер"	8	132,5	8,1
ООО КБ "Геостар Навигация"	3	99,8	6,1
ООО "Сибис"	2	69,0	4,2
ООО ДЦ "Геостар Навигация"	12	65,9	4,0
АО "СМС"	2	61,0	3,7
АО "ЭНПО Спэлс"	7	57,8	3,5
АО "Концерн "Автоматика"	4	51,0	3,1

Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным:
Официальный сайт ИННdex / Режим доступа: https://inndex.ru (дата обращения: 25.12.2019) [101].

Согласно ОКР «Создание перспективных навигационных модулей, в том числе интегрированных с другими датчиками информации, для различных областей применения», выполняемой в рамках Федеральной целевой программы «Поддержание, развитие и использование системы ГЛОНАСС на 2012-2020 годы», можно сделать вывод, что на ближайшую перспективу АО «НИИМА «Прогресс» будет занято разработкой следующих типов модулей [1, 102]:

- универсального навигационно-связного модуля общего применения, с возможностью интеграции с микроэлектромеханическими системами (МЭМС);
- навигационного модуля, обеспечивающего сантиметровую точность навигации с использованием режима RTK и сигналов локальных систем навигации;
- интерфейсного модуля с процессором приложений;
- приемо-передающего модуля опорной станции для обеспечения режима RTK;
- приемо-передающего модуля опорной станции для обеспечения работы локальных систем навигации;

- разработка навигационной платформы с магистрально-модульной открытой архитектурой для различных областей применения, в том числе НАП автомобильного, железнодорожного и речного транспорта.

ООО ДЦ «ГеоСтар Навигация»

Дизайн-центр «ГеоСтар Навигация» – это современная, динамично развивающаяся компания в области ГНСС продуктов и услуг, основанная в 2009 г. Целью компании является разработка и распространение ГНСС продуктов с ориентиром на инновационные технологические подходы.

Приоритетным направлением деятельности компании является разработка, производство и реализация навигационных модулей и комплектов под маркой «ГеоС». Важно, что все решения построены на чипсетах собственной архитектуры.

В 2015 г. было открыто новое направление деятельности компании – разработка ГНСС продуктов на заказ, которая включает в себя создание аппаратной части и ПО на всех уровнях: от СБИС до конечного устройства [103].

В настоящее время на рынке представлены следующие модули [104, 105]:

1. Навигационный модуль GeoS-5M предназначен для вычисления текущих координат и скорости объекта в реальном масштабе времени в автономном и дифференциальных режимах, формирования секундной метки времени и обмена с внешним оборудованием по последовательным портам RS232.

   GeoS-5M является базовой модификацией модуля, предназначенной для работы в условиях стандартной динамики движения (скорость до 515м/с, ускорение до 4g). GeoS-5M не обеспечивает выдачу измерений полной фазы несущей в составе «сырой» измерительной информации.
2. Навигационный модуль GeoS-5MR отличается особенностью в выдаче измерений полной фазы несущей в составе «сырой» измерительной

информации. Область применения данного типа модулей: аппаратура высокоточного позиционирования с использованием дифференциально-фазового режима.

По остальным параметрам, включая конструкцию, набор сигналов, электрические характеристики и информационные протоколы, модули GeoS-5MR идентичны модулям базовой модификации.

3. Навигационный модуль GeoS-5MH способен работать в условиях высокой динамики движения (скорость до 1500м/с, ускорение до 25g) путем задания соответствующего профиля динамики потребителя. По остальным параметрам, включая конструкцию, набор сигналов, электрические характеристики и информационные протоколы, модули GeoS-5MH идентичны модулям базовой модификации.
4. Навигационный модуль GeoS-5 RTK предназначен для вычисления текущих координат и скорости объекта в реальном масштабе времени в автономном и дифференциальных режимах, формирования секундной метки времени и обмена с внешним оборудованием по двум асинхронным последовательным портам.

   Модуль может работать как ровер или как базовая станция.

   В конфигурации базовой станции модуль формирует кодовые и фазовые дифференциальные коррекции. В конфигурации ровера при работе в дифференциальном режиме модуль осуществляет прием и обработку дифференциально-фазовых поправок в реальном времени, что обеспечивает получение координат с сантиметровой точностью (режим RTK).

Следует отметить, что навигационные модули серии GeoS-5 являются третьим поколением устройств, разработанных ООО ДЦ «ГеоСтар Навигация». До их появления в 2018 г., на рынке уже присутствовали модули GeoS-1 и GeoS-3. Использование модуля рассчитано на рынок мобильных

устройств, включающий внешние автомобильные навигаторы, коммуникаторы и смартфоны [106].

По данным портала госзакупок ООО ДЦ «ГеоСтар Навигация» заключила 14 контрактов на общую сумму 80,9 млн. руб. Все контракты были реализованы компанией в качестве поставщика продукции и услуг.

Основными заказчиками продукции и услуг компании приходились: АО «НИИМА «Прогресс» (81,5%) и АО «ОРКК» (18,5%) [101].

В настоящее время ООО ДЦ «ГеоСтар Навигация» взаимодействует с АО «НИИМА «Прогресс» по вводу в эксплуатацию навигационного модуля ПРО-04, Свидетельство об утверждении типа средств измерений на который было выдано Федеральным агентством по техническому регулированию и метрологии в 2019 г. [100].

АО «РИРВ»

АО «РИРВ» был образован с целью разработки и создания системы единого времени высокой точности, средств дальней радионавигации, квантовой электроники на основе атомно-молекулярных стандартов частоты, а также аппаратуры потребителей навигационных систем и систем единого времени.

По информации компании АО РИРВ выпускает линейку модулей [107]:

1. Модуль приемника корректирующей информации (ПКИ), предназначенный для приема корректирующей информации, передаваемой контрольно-корректирующими станциями дифференциальной подсистемы ГНСС ГЛОНАСС/GPS. Модуль применятся в составе судовой аппаратуры потребителей ГНСС ГЛОНАСС/GPS.
2. Модуль приемовычислительный 2К-363, предназначенный для определения текущих координат и составляющих вектора скорости объекта, формирования шкалы времени, синхронизированной с заданной шкалой времени и регистрации радионавигационных параметров. Предназначен для применения в составе морской или

наземной возимой и носимой, в том числе и геодезической, а также авиационной аппаратуры потребителей спутниковых радионавигационных систем.

3. Модули первого поколения ГНСС ГЛОНАСС/ GPS — 1К-161, К-161, Предназначены для определения текущих координат и составляющих вектора скорости объекта, формирования шкалы времени, синхронизированной с заданной шкалой времени и регистрации радионавигационных параметров. Предназначены для применения в составе морской или наземной возимой и носимой, в том числе и геодезической, а также авиационной аппаратуры потребителей спутниковых радионавигационных систем:
4. Модуль импульсно-фазовой длинноволновой радионавигационной системы, предназначенный для определения радионавигационных параметров и преобразования их в плановые географические координаты для морских объектов по сигналам импульсно-фазовых радионавигационных систем. Модуль обеспечивает вычисления и выдачу текущих значений радионавигационных параметров и географических координат объема (в системе координат WGS-84 или ПЗ-90). Предназначен для применения в составе судовой аппаратуры потребителей и авиационного транспорта ГНСС ГЛОНАСС/GPS.

По данным портала госзакупок АО «РИРВ» заключила 261 контракт на общую сумму 4,9 млрд. руб. Из них [101]:

- в качестве поставщика: 79 контрактов на сумму 4,0 млрд. руб.
- в качестве заказчика: 182 контракта на сумму 907,5 млн. руб.

Основными заказчиками продукции и услуг АО «РИРВ» приходились: Минпроторг России (27,3%), ГК «Роскосмос» (26,9%) и МО РФ (21,9%). Количество и сумма контрактов, заключенных с АО «РИРВ», выступающего в качестве поставщика продукции и услуг, приведены в Табл. 29.

Табл. 29 – Деятельность АО «РИРВ»

в качестве поставщика продукции и услуг

Заказчик	Контрактов	Сумма, млн. руб.	%
Минпромторг России	9	1086,0	27,3
Роскосмос	2	1070,0	26,9
Минобороны России	19	873,5	21,9
АО "НИИМА "Прогресс"	2	390,0	9,8
ФГУП "ВНИИФТРИ"	1	289,5	7,3
АО "РКЦ "Прогресс"	3	204,2	5,1
АО "Северный Пресс"	2	25,0	0,6
АО "НПК "СПП"	5	16,6	0,4
ФГУП Цниимаш	1	14,8	0,4
АО "Завод "Навигатор"	10	12,3	0,3

Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным:
Официальный сайт ИННdex / Режим доступа: https://inndex.ru (дата обращения: 25.12.2019) [101].

Основными поставщиками продукции и услуг для АО «РИРВ» приходились: ООО «СЗРЦ Концерна ВКО «Алмаз-Антей» (61,3%), ООО «Экспорт Линк» (15,8%) и ООО «Ювест» (6,2%). Количество и сумма контрактов, заключенных с АО «РИРВ», выступающего в качестве заказчика продукции и услуг, приведены в Табл. 30.

Табл. 30 – Деятельность АО «РИРВ»

в качестве заказчика продукции и услуг

Заказчик	Контрактов	Сумма, млн. руб.	%
ООО "СЗРЦ Концерна ВКО "Алмаз - Антей"	31	497,9	63,1
ООО "Экспорт Линк"	2	125,1	15,8
ООО "Ювест"	1	49,0	6,2
АО "ГОЗ"	5	30,6	3,9
ООО "Нтлаб-Системы"	2	17,6	2,2
АО "Согаз"	3	16,9	2,1
АО "Завод "Навигатор"	5	15,7	2,0
АО "Радиотехкомплект"	2	15,2	1,9
ООО "СЗТА"	1	12,0	1,5
ООО "Красные Ворота"	1	9,4	1,2

Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным:
Официальный сайт ИННdex / Режим доступа: https://inndex.ru (дата обращения: 25.12.2019) [101].

К перспективам дальнейшего развития АО «РИРВ» относятся [108]:

- уменьшение габаритных размеров аппаратуры, энергопотребления, цены;
- расширение рынка и стандартизация OEM-поставок;
- развитие решений для навигации в помещении (indoor);
- применение сигналов других систем (псевдоспутников, систем сотовой связи и координированных Wi-Fi-точек и пр.);
- обязательная поддержка передачи данных и определения местоположения в реальном времени;
- повышение вычислительной мощности встроенных микропроцессоров, переход к программируемым микрокомпьютерам;
- развитие алгоритмов работы с большими объемами данных (Big Data);
- встраивание НАП в мобильные устройства и многоцелевые чипы.

АО «ИРЗ»

АО «ИРЗ» — группа компаний, которые разрабатывают и производят аппаратуру в интересах ракетно-космической промышленности, железных дорог и нефтедобывающей отрасли. Ижевский радиозавод решает задачи в интересах своих партнеров и заказчиков в области безопасности, управления, связи, навигации, передачи информации. По информации компании Ижевский радиозавод выпускает линейку модулей [109]:

1. 24-х канальный навигационный приемник МНП-М9.1 для определения текущих координат, высоты, скорости, времени по сигналам навигационных систем ГЛОНАСС, GPS, GALILEO, QZSS, BDS, SBAS (WAAS, EGNOS, GAGAN), СДКМ диапазонов L1, L2, предназначенный для определения текущих координат, высоты, скорости, времени и ускорения по сигналам спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС, GPS, GALILEO, QZSS, BDS, SBAS

(WAAS, EGNOS, GAGAN), СДКМ диапазонов L1, L2. Прием сигналов в диапазоне L2 улучшает помехоустойчивость навигационного приемника. Габаритные размеры и назначение контактов МНП-М9.1 аналогичны МНП-М7, что облегчает переход на использование данного приемника без доработки потребителем конструкции печатной платы;

2. 4-х канальный навигационный приемник МНП-М7.2. Навигационный приемник МНП-М7.2 предназначен для определения текущих координат, высоты, скорости и времени по сигналам спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС, GPS, GALILEO, QZSS, SBAS (WAAS, EGNOS, GAGAN) диапазона L1. Характеристики МНП-М7.2 аналогичны МНП-М7, габаритные размеры и потребляемая мощность уменьшены. Навигационный приемник может применяться в высокоточных навигационных системах, в том числе в системах с высокой динамикой объектов, в системах управления движением железнодорожного, автомобильного, воздушного, морского, речного и других видов транспорта. Модуль приемника выполнен в виде печатной платы с односторонним расположением элементов и контактными площадками под поверхностный монтаж.
3. 24-х канальный навигационный приемник МНП-М7 предназначен для определения текущих координат, высоты, скорости и времени по сигналам спутниковых навигационных систем ГЛОНАСС, GPS и SBAS (WAAS, EGNOS). Навигационный приемник может применяться в высокоточных навигационных системах, в том числе в системах с высокой динамикой объектов, в системах управления движением железнодорожного, автомобильного, воздушного, морского, речного и других видов транспорта. Модуль приемника выполнен в виде печатной платы с односторонним расположением элементов и контактными площадками под поверхностный монтаж.

По данным портала госзакупок АО «ИРЗ» заключила 48 контрактов на общую сумму 85,7 млн. руб. Все контракты были реализованы компанией в качестве поставщика продукции и услуг [101].

Основными заказчиками продукции и услуг АО «ИРЗ» приходились: АО «Концерн «Созвездие» (54,6%), ООО «Ирз-Энерго» (41,7%) и Администрация Главы Удмуртской Республики (1,3%). Количество и сумма контрактов, заключенных с АО «ИРЗ», выступающего в качестве поставщика продукции и услуг, приведены в Табл. 31.

Табл. 31 – Деятельность АО «ИРЗ»
в качестве поставщика продукции и услуг

Заказчик	Контрактов	Сумма, млн. руб.	%
АО "Концерн "Созвездие"	1	46,5	54,6
ООО "Ирз-Энерго"	4	35,5	41,7
Администрация Главы Удмуртской Республики	9	1,1	1,3
Прокуратура Удмуртской Республики	1	0,5	0,6
Управление Росрезерва по Приволжскому Федеральному Округу	3	0,4	0,5
ТУ Минсоцразвития края по Чайковскому Городскому Округу	2	0,4	0,4
Минэкономики Удмуртской Республики	6	0,3	0,3
Администрация Города Глазова	4	0,1	0,2
Администрация Муниципального Образования "Красногорский район"	1	0,1	0,2
Администрация Муниципального Образования "Сарапульский район"	3	0,1	0,1

Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным:
Официальный сайт ИННdex / Режим доступа: https://inndex.ru (дата обращения: 25.12.2019) [101].

Основным постулатом прогрессивного развития АО «ИРЗ» являются современным технологии, благодаря которым предприятие успешно конкурирует на рынке и предлагает только самые совершенные конструкторские решения.

АО «НАВИС-Групп»

Группу компаний АО «НАВИС-Групп» составляют [110]:

- АО «КБ НАВИС» (г. Москва) – разработка, производство и реализация специальной техники, высокоточных систем позиционирования, временной синхронизации, морской и авиационной аппаратуры,

имитаторов сигналов и другой специализированной навигационной аппаратуры.

- ООО «НВС Навигационные Технологии» (г. Москва) – разработка, производство, реализация, продвижение и техническое сопровождение навигационных приемников для коммерческого рынка на территории России и стран СНГ.

АО «КБ НАВИС» на протяжении 10 лет занимается изготовлением НАП ГНСС и OEM-модулей, поддерживающих работу по сигналам СНС ГЛОНАСС/GPS и ГЛОНАСС/GPS/GALILEO для различных условий эксплуатации. Сегодня OEM-модули применяются при построении аппаратуры различного назначения, в том числе НАП автомобильного применения [111]:

1. НАП СН-5704 предназначен для определения местоположения транспортного средства, позволяет осуществлять мониторинг транспорта, контроль нахождения и перемещения. С помощью автомобильного трекера СН-5704 осуществляется определение координат местонахождения объекта по сигналам ГЛОНАСС/ GPS/GALILEO/SBAS, диагностика датчиков и дистанционная передача информации диспетчеру. Обмен сообщениями между терминалом и оператором осуществляется по каналам GPRS, SMS сети GSM. СН-5704 применяется в сфере грузовых и пассажирских перевозок, охранных системах, сельском хозяйстве, страховой телематики.
2. НАП СН-5707 позволяет осуществлять мониторинг транспорта, контроль его местоположения и перемещения по сигналам ГЛОНАСС /GPS/GALILEO/SBAS, контроль пробега и расхода топлива, дистанционное управление подключенными устройствами и системами ТС (сиреной, системой автозапуска двигателя, системой дистанционной блокировки двигателя, дверей и т.д.); накопление информации в энергонезависимую память при отсутствии канала связи (GSM) в

течение времени не менее 48 часов; экстренное оповещение о нападении на водителя (пассажиров) и о других нештатных ситуациях. Автомобильный трекер СН-5707 используется в перевозках грузов и пассажиров, диспетчерских системах управления автопарком, сельском хозяйстве, страховой телематике. Обмен сообщениями между СН-5707 и оператором системы осуществляется по каналам GPRS, CSD и SMS сети GSM.

По данным портала госзакупок АО «КБ НАВИС» заключила 106 контрактов на общую сумму 5,1 млрд. руб. Все контракты были реализованы компанией в качестве поставщика продукции и услуг [101].

Основными заказчиками продукции и услуг АО «КБ НАВИС» приходились: Минобороны России (72,6%), Минпромторг России (13,6%) и ФГУП «ВНИИФТРИ» (5,7%). Количество и сумма контрактов, заключенных с АО «КБ НАВИС», выступающего в качестве поставщика продукции и услуг, приведены в Табл. 32.

Табл. 32 – Деятельность АО «КБ НАВИС»
в качестве поставщика продукции

Заказчик	Контрактов	Сумма, млн. руб.	%
Минобороны России	20	3646,9	72,6
Минпромторг России	4	682,9	13,6
ФГУП "ВНИИФТРИ"	2	288,2	5,7
АО "НПК "СПП"	4	220,6	4,4
АО "ОРКК"	10	54,0	1,1
ПАО АНПП "Темп-Авиа"	6	31,8	0,6
Федеральная Таможенная Служба	4	29,5	0,6
ФГУП НИИР	2	23,8	0,5
АО "Глонасс"	1	22,6	0,4
ФКУ НПО "СТИС" МВД России	2	22,0	0,4

Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным:
Официальный сайт ИННdex / Режим доступа: https://inndex.ru (дата обращения: 25.12.2019) [101].

Основным направлением деятельности компании ООО «НВС Навигационные Технологии» является разработка НАП ГНСС и OEM-модулей. Рассмотрим некоторые примеры последних разработок [110]:

1. NV08C-RTK-M – полностью законченный двухчастотный мультисистемный высокоточный приемник ГНСС для обеспечения навигации с сантиметровой точностью используя фазовые измерения ГНСС ГЛОНАСС и GPS на частотах L1 и L2.
2. V08C-RTK – полностью законченный мультисистемный высокоточный навигационный приемник. Ключевой особенностью NV08C-RTK является обеспечение навигации с сантиметровой точностью используя фазовые измерения сигналов систем ГЛОНАСС, GPS, а так же в перспективе GALILEO и BDS.
3. NV08C-RTK-A – полностью законченный мультисистемный высокоточный навигационный приемник. Ключевой особенностью NV08C-RTK-A является обеспечение навигации с сантиметровой точностью в режиме RTK и определение углов ориентации объекта на основе обработки измерений фазы сигналов GPS и ГЛОНАСС, а так же в перспективе GALILEO и BDS.

   Все три навигационных приемника разработаны для применения в составе коммерчески эффективной навигационной аппаратуры, обеспечивающей высокую точность навигации, низкое энергопотребление, компактные габариты и высокую производительность.
4. NV08C-CSM– малогабаритный (20x26 мм) встраиваемый модуль для применения в составе навигационной аппаратуры различных видов транспорта, работающей по сигналам GPS/ ГЛОНАСС/GALILEO.

По данным портала госзакупок ООО «НВС Навигационные Технологии» заключила 20 контрактов на общую сумму 26,1 млн. руб. Все контракты были реализованы компанией в качестве поставщика продукции и услуг [101].

Основными заказчиками продукции и услуг ООО «НВС Навигационные Технологии» приходились: АО «ОРКК» (46,6%), АО «ВНИИ «Вега» (21,3%) и АО «НПК «СПП» (15,6%). Количество и сумма контрактов, заключенных с ООО «НВС Навигационные Технологии» выступающего в качестве поставщика продукции и услуг, приведены в Табл. 33.

Табл. 33 – Деятельность ООО «НВС Навигационные Технологии» в качестве поставщика продукции и услуг

Заказчик	Контрактов	Сумма, млн. руб.	%
АО "ОРКК"	1	11,8	46,6
АО "ВНИИ "Вега"	7	5,4	21,3
АО "НПК "СПП"	2	3,9	15,6
АО "НПО "Лэмз"	1	1,3	5,0
ФГУП"Госнииас"	2	0,8	3,0
ООО "Транснефть - Дальний Восток"	1	0,6	2,3
ПАО "Компания "Сухой"	1	0,5	2,1
АО "КЗТА"	1	0,5	2,0
ФБУ "Ростест-Москва"	1	0,3	1,1
МФТИ	1	0,3	1,0

Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным:
Официальный сайт ИННdex / Режим доступа: https://inndex.ru (дата обращения: 25.12.2019) [101].

В настоящее время АО «НАВИС-Групп» ведет производство специализированных СБИС, с использованием которых строятся перспективные ОЕМ-модули. Наличие данного производства снижает риск технологической зависимости от поставщиков и позволяет создавать принципиально новые базовые модули, использующие перспективные сигналы глобальных систем спутниковой навигации и обеспечивающие качественно новый уровень их помехозащищенности [110, 111].

Анализируя приведенную выше информацию можно сделать вывод, что большая часть предприятий загружены заказами государственных предприятий военной и аэрокосмической отраслей. Отсюда следует, что

расширение производства гражданской продукции движется достаточно медленно. Тем не менее, это не мешает компаниям формировать значительную выручку. Сравнение объемов продаж компаний за 2016-2018 гг. приведем на Рис. 43.

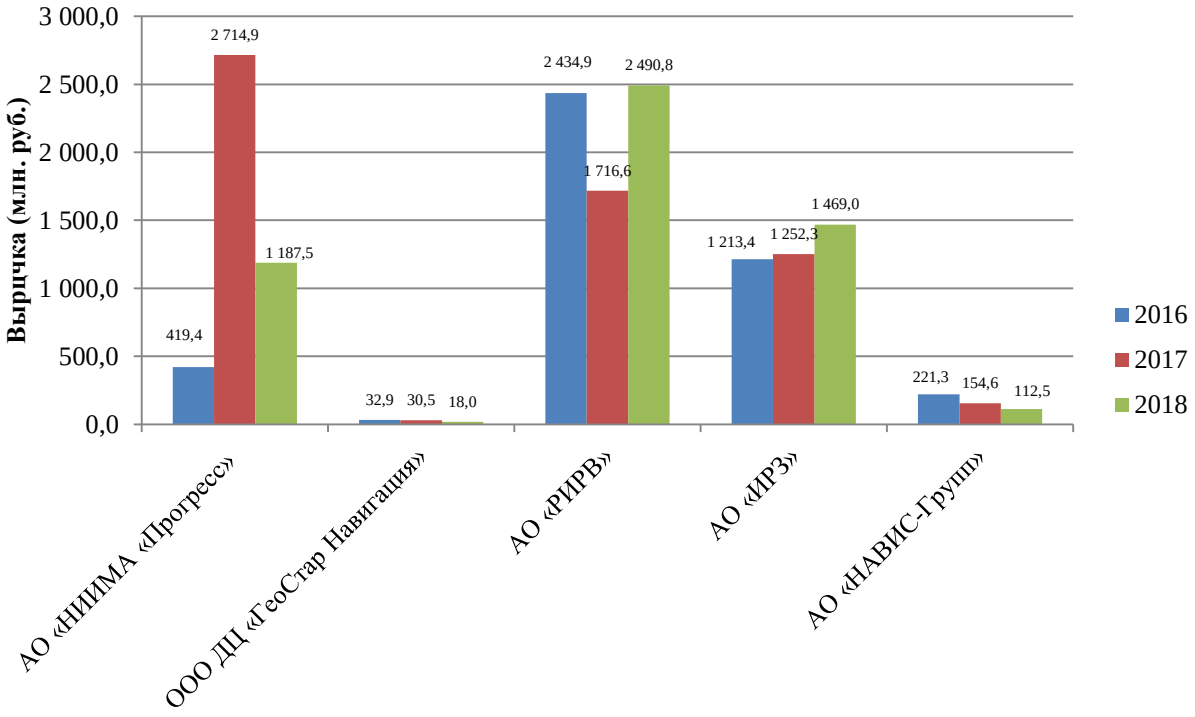


Рис. 43 – Выручка российских компаний-производителей ОЕМ-модулей в 2016-2018 гг.(млн. руб.)

Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным:
Официальный сайт ИННdex / Режим доступа: https://inndex.ru (дата обращения: 25.12.2019) [101].

Исходя из Рис. 43, наибольшую выручку за 2016-2018 гг. получил АО «НИИМА «Прогресс» в 2017 г. Тем не менее, в 2018 г. последовал спад показателей. На этом фоне объем продаж АО «РИРВ» оказался выше и составил 2,5 млрд. руб. На втором месте по объему выручки был АО «ИРЗ».

На основании проведенного анализа российских компаний на мировом рынке «Автонет» в сегменте «ОЕМ-модулей» можно сделать вывод, что их доля весьма незначительна и не превышает 1%. Тем не менее, они являются постоянными членами мероприятий «Автонет», посвященных ключевым вопросам развития микроэлектроники в России.

ВЫВОДЫ:

1. Доля России на мировом рынке навигационной аппаратуры и услуг незначительна и составляет не более 1%. По итогам мониторинга базы данных ФТС РФ, выявлено, что импорт OEM-модулей во много раз превышал экспорт. Из этого можно сделать вывод, что российский рынок полностью зависит от зарубежных поставок. Общей проблемой российского производства OEM-модулей является слабость электронно-компонентной базы. Россия пока не в силах отказаться от использования импортных компонентов, так как это повлечет за собой значительное снижение характеристик выпускаемых модулей.
2. Основным поставщиком OEM-модулей в Россию является Сингапур. На долю компаний-производителей, представляющих данную страну, в 2017 г. приходилось более 80% всей поставляемой продукции. Основным заказчиком продукции российского производства в 2017 г. было Министерство обороны Алжира. На первом месте по поставкам OEM-модулей из России оказалась компания ООО «ИРЗ-СВЯЗЬ», на долю которой пришлось более половины экспортируемых модулей.
3. В структуре импортных поставок НАП ГНСС на территорию РФ в 2017 г. преобладали встраиваемые автомобильные навигаторы (более 50%). Объем поставок OEM-модулей в количественном выражении занимал второе по значимости место в импорте страны (17%). Существенную долю экспортируемой НАП в стоимостном выражении составляет аппаратура авиационного применения. В 2017 г. доля НАП авиационного применения составляла 85%. Экспортные поставки OEM-модулей не носят стабильного характера. В количественном отношении наибольшую долю в структуре российского экспорта в 2017 г. занимала автомобильная аппаратура. На поставки OEM-модулей из России приходится всего 3%.
4. К ведущим российским компаниям-производителям OEM-модулей относятся: АО «НИИМА «Прогресс», ООО ДЦ «ГеоСтар Навигация», АО «РИРВ», АО «ИРЗ», АО «НАВИС-Групп». Анализ деятельности

компаний выявил, что большая часть заказов поступает от государственных заказчиков, из чего следует, что расширение производства гражданской продукции движется достаточно медленно. Также можно отметить, что проблемы отечественной индустрии состоят не в потере компетенций разработчиками OEM-модулей, а в том, что при отсутствии серийного производства важнейших микроэлектронных компонентов у нас в стране российская продукция на выходе получается ощутимо дороже зарубежных аналогов.

5. На основании проведенного анализа российских компаний на мировом рынке «Автонет» в сегменте «OEM-модулей» можно сделать вывод, что их доля весьма незначительна и не превышает 1%. Тем не менее, они являются постоянными членами мероприятий «Автонет», посвященных ключевым вопросам развития микроэлектроники в России.

ГЛАВА 7. Состояние и перспективы развития российского рынка навигационных продуктов и услуг

7.1 Состояние и перспективы развития российского рынка навигационных платформ и систем

Российский рынок телематических платформ

Рынок телематических транспортных и интеллектуальных систем в настоящее время в России развивается чрезвычайно быстро.

По данным исследования Berg Insight [255], количество активного оборудования систем управления в коммерческих автопарках России (СНГ) и Восточной Европы по итогам 2015 года составило 4,2 млн единиц.

Совокупный среднегодовой темп прироста объемов рынка (CAGR) до 2020 года составит 13,5%. Общее количество активного оборудования систем управления в коммерческих автопарках превысит 7,9 млн к 2020 году. Большая часть придется на российский рынок. [240]

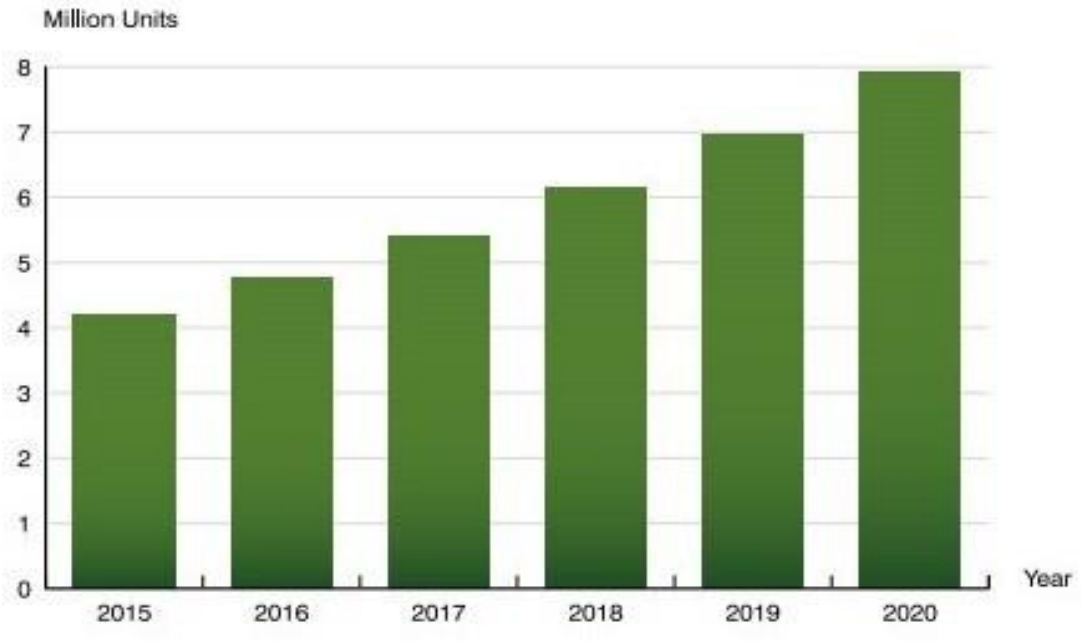


Рисунок 19. – Размер установленного активного оборудования систем управления в коммерческих автопарках (Россия/ СНГ & Восточная Европа 2015 - 2020 годы)

Согласно данным Omnicomm, объем новых подключений на рынке мониторинга транспорта России и стран СНГ в 2015 году составил 200 тыс.

единиц транспорта. Объем объектов на обслуживании на рынке мониторинга транспорта в этом регионе составил к концу 2015 году: 1,8 млн единиц транспорта [240].

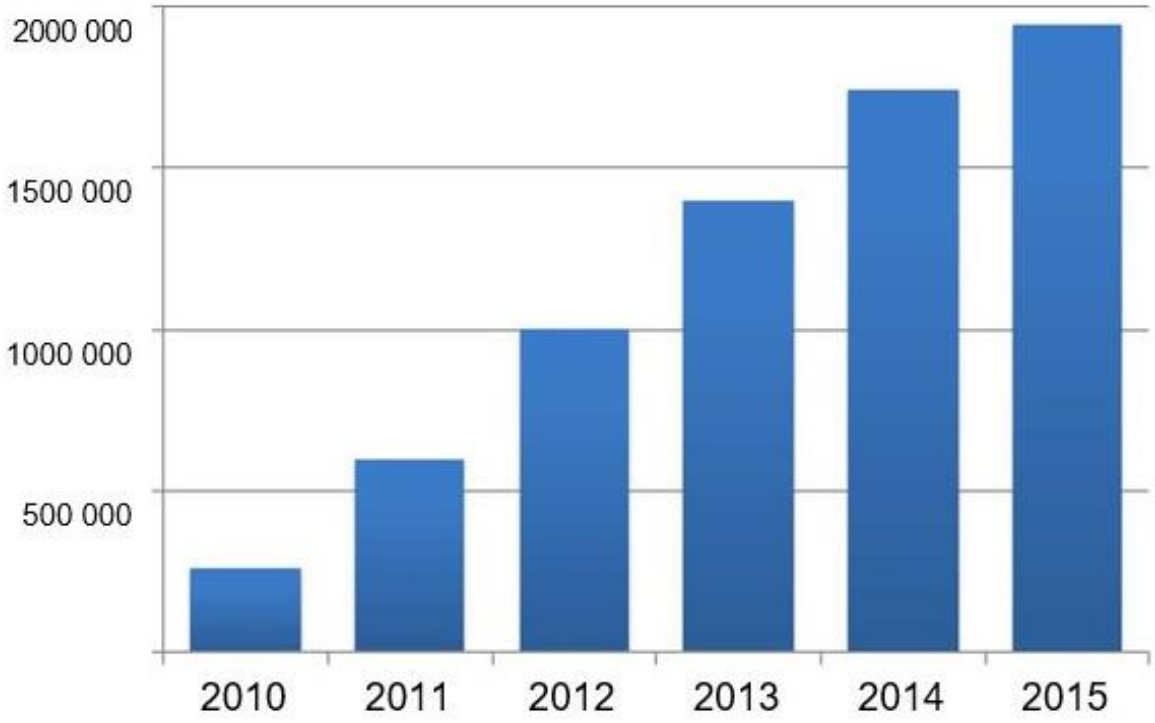


Рисунок 20. - Объём рынка мониторинга транспорта с нарастающим итогом (в единицах транспортных средств), 2010 - 2015, по данным компании Omnicomm

В конце 2018 года в SIM-картах (или в единицах устройств) рынок транспортной телематики России Алексей Смятских, генеральный директор навигационного холдинга СпейсТим, оценивал в 200-220 тыс. штук. Эта оценка касалась устройств спутникового мониторинга транспорта на основе ГЛОНАСС, которые обеспечивают на борту транспортного средства набор различных телематических сервисов для водителей, руководителей и владельцев автопарков. В эту цифру не были включены навигационно-связные устройства, устанавливаемые на грузовики массой свыше 12 тонн в рамках реализации проекта «Платон», а также оборудование системы экстренного реагирования при авариях «ЭРА-ГЛОНАСС», устанавливаемое автопроизводителями на этапе заводской сборки [240].

Основные игроки рынка – агрегаторы сервисов и контента, поставщики обеспечивающей инфраструктуры и сервисов, государственные регуляторы и автогиганты. Формируется экосистема потребителей и поставщиков услуг, систем и современных транспортных средств на основе интеллектуальных платформ, сетей и инфраструктуры. Растёт число компаний, использующих новые технологические решения, новые бизнес-модели, способы продвижения и продаж, новые системы управления: мультимедийные головные устройства, системы мониторинга транспорта, системы удалённой диагностики, навигационные системы, системы человеко-машинного интерфейса в транспортных средствах, системы помощи водителю, системы кибербезопасности в автомобиле и пр. Многие города и агломерации развитых стран переходят на системы точной навигации, технологии коммуникации транспортных средств V2X, системы сбора и анализа данных (big-data), системы активной помощи лицам, управляющим самоходными машинами при вождении и выполнении технологических операций, технологии виртуальной и дополненной реальности, системы с использованием искусственного интеллекта, облачные технологии, микроэлектроные элементы для навигационных систем. Растёт спрос на решения для систем мониторинга транспорта, indoor-навигации, телематические, мультисервисные и шеринговые платформы. На рынке появляются всё новые продукты и услуги: услуги онлайн-бронирования и организации маршрутов, услуги аренды транспортных средств на поминутной основе, персональные и общественные транспортные услуги по требованию, услуги по организации совместных поездок, мультимодальные транспортные услуги, транспортные услуги с использованием беспилотных транспортных средств, услуги беспилотной складской логистики, услуги агрегации и оптимизации логистических процессов и цепочек уровня 3PL и выше, услуги аренды складских помещений по требованию, услуги по организации попутной доставки, услуги мультимодальных логистических

центров. Для их обеспечения внедряются новые технологические решения: агрегационные платформы, системы оптимизации мультимодальных маршрутов, системы принятия решений на основе анализа данных, системы сбора и анализа данных (big-data), мобильные платформы, IT-решения для планирования и маршрутизации перевозок, управления складами и центрами распределения и электронного документооборота, системы беспилотной складской логистики. Всё больше компаний разрабатывают технологии для автомобилей, посредством которых машины будут общаться друг с другом и использовать данные в реальном времени, получаемые от объектов дорожной инфраструктуры.

Эксперты справедливо считают, что рынок ИТ на транспорте будет расти за счет транспортной телематики [238].

По итогам 2018 года суммарная выручка крупнейших поставщиков ИТ для транспортных компаний составила 29,6 млрд рублей. Это на 7,2% меньше, чем в 2017 г. Основная причина – сложная ситуация в таких крупных компаниях как Luxoft и «Техносерв». Эти компании в текущем году не принимают участие в рейтингах. Luxoft, ранее занимавший в нем 1 место, в начале 2019 г. был продан группой IBS американской компании DXC Technology за $2 млрд [195]. «Техносерв» еще не успел оправиться от возникших проблем [272].

Снижение суммарной выручки ИТ компаний в сфере телематики связано также с завершения целого ряда крупных госпроектов в транспортной отрасли, связанных с подготовкой к Кубку конфедераций 2017, Чемпионату мира 2018 и строительством моста в Крым.

На середину 2019 года лидером в сфере IT для транспортных компаний безусловно является компания Крок (₽3,4 млрд) [227] – компания активно работает на рынке информатизации транспортной отрасли и в конце 2018 г. объявила о начале сотрудничества с «Группой Т-1» в области цифровизации транспортных систем регионов. На втором месте «Рамакс групп» (₽3,2 млрд)

[266], которая реализована несколько крупных проектов для «Аэрофлота», авиакомпании «Россия» и Санкт-Петербургского метрополитена. На третьем месте акционерное общество ГЛОНАСС (₽2,5 млрд) [201]. ГЛОНАСС является оператором системы помощи на дорогах «ЭРА-ГЛОНАСС», а также активно развивает дополнительные сервисы. На четвертом месте – BIA-Technologies (₽2 млрд) [187], которая реализовала целый ряд проектов для компаний «Деловые Линии» и «Газпромнефть-Региональные продажи». Пятое место занимает «ЗащитаИнфоТранс» (₽1,99 млрд) [277], выполняющая целый ряд проектов по заказу Министерства транспорта РФ. Пять крупнейших компаний в сфере ИТ для транспорта приведен в таблице 10, основные компании – в таблице 11.

Таблица 3 - 5 крупнейших поставщиков ИТ для транспортных компаний на начало 2019 года (по данным CNews Analytics)

№ 2018	Компания	Город	Совокупная выручка от ИТ-проектов в транспортной отрасли в 2018 г., Ртыс.	Совокупная выручка от ИТ-проектов в транспортной отрасли в 2017 г., Ртыс.	Рост выручки 2018/2017
1	Крок	Москва	3 399 655	3 154 455	7,8%
2	Рамакс Груп	Москва	3 206 407	2 786 147	15,1%
3	ГЛОНАСС	Москва	2 464 267	н/д	н/д
4	BIA-Technologies	Санкт-Петербург	2 017 288	1 000 106	101,7%
5	ЗащитаИнфоТранс	Москва	1 987 606	1 735 870	14,5%

Вышеуказанные заказчики позволили BIA-Technologies увеличить выручку от проектов для транспортных компаний в 2018 г. более чем в 2 раза и стать лидером роста среди компаний первой десятки. На 73% больше в 2018 г. заработал в транспортном сегменте «Программный продукт» (общее 6 место в списке) – компания активно сотрудничает с Правительством Москвы, Центральной пригородной пассажирской компанией и Московским метрополитеном. А абсолютным лидером по темпам роста (почти на 240%) стал поставщик компьютерной техники Philax [197], клиентами которого

являются «Автодор», ОАО «РЖД» и другие крупные компании. За ним идут еще один поставщик техники - OFTGroup (120%) [196] – в числе его клиентов такие крупные компании, как аэропорты «Внуково», «Домодедово», «Шереметьево», а также РЖД, Мострансавто и Московский метрополитен, и «Компарекс» [245] (SoftwareONE) с показателем 111% – в 2018 г. компания реализована целый ряд крупных проектов, в частности выиграла конкурс на поставку пакета офисных приложений «МойОфис Стандартный» для «Аэрофлота».

Таблица 4 - Крупнейшие поставщики ИТ для транспортных компаний на начало 2019 года[5]

№ 2018	№ 2017	Компания	Город	Совокупная выручка от ИТ-проектов в транспортной отрасли в 2018 г., ₽тыс.	Совокупная выручка от ИТ-проектов в транспортной отрасли в 2017 г., ₽тыс.	Рост выручки 2018/2017	Ключевые проекты 2018-2019 гг.	Ключевые отраслевые решени
1	2	Крок	Москва	3 399 655	3 154 455	7,8%	н/д	н/д
2	3	Рамакс Груп	Москва	3 206 407	2 786 147	15,1%	Проекты для "Аэрофлот": витрина данных для налогового мониторинга, дистрибуция авиауслуг по стандартам IATA NDC, разработка и внедрение системы публикации и управления внешними сервисами на базе ПАК IBM API Connect, личный кабинет грузового агентапоставка ПАК AMOS для повышения летной годности, ТОиР воздушных судов. Внедрение интеграционной шины данных для метрополитена Санкт-Петербурга и АК «Россия».	Process Minin Платформа обращени клиентов, Система налогового мониторин Интеграционная шин данных; -Система управления внешним сервисами на базе ПА IBM API Connect; - Система поддержани лётной годности, ТОи воздушных судов на базе ПАК AMOS; Оптимизация управления линейны техобслуживанием воздушных судов на базе INFORM, Комплексные и облачные решения дл транспортных компани на базе SAP.
3	–	АО ГЛОНАСС	Москва	2 464 267	н/д	н/д	Мониторинг перевозки болельщиков во время ЧМ-2018, запуск сервиса "Помощь на дороге", интеграция	ГАИС "ЭРА-ГЛОНАСС"; сервис "Помощь на дороге"; система «ЭРА-ГЛОНАСС Транзит»;

[5] Составлено по: https://www.cnews.ru/reviews/it_v_transportnoj_otrasli_2019/review_table/93babf77eac2029604a3215050a5153bf207440b

№ 2018	№ 2017	Компания	Город	Совокупная выручка от ИТ-проектов в транспортной отрасли в 2018 г., ₽тыс.	Совокупная выручка от ИТ-проектов в транспортной отрасли в 2017 г., ₽тыс.	Рост выручки 2018/2017	Ключевые проекты 2018-2019 гг.	Ключевые отраслевые решени
							ГАИС "ЭРА-ГЛОНАСС" с eCall (Финляндия) и ЭВАК (Казахстан).	Облачная система мониторинга транспор и других подвижных объектов "АСМ ЭРА"
4	–	BIA-Technologies	Санкт-Петербург	2 017 288	1 000 106	101,7%	Проекты для «Деловые Линии», «Газпромнефть-Региональные продажи»	FLEET TMS Enterprise системы класса TMS, Системы управления грузоперевозками, навигатор для грузово автомобильного транспорта «Тракт»
5	5	ЗащитаИнфоТранс	Москва	1 987 606	1 735 870	14,5%	Развитие ЕГИС обеспечения транспортной безопасности, техподдержка систем информационного обеспечения безопасности населения на транспорте, техническая поддержка пользователей СИОБНТ для Минтранса РФ	Моделирован транспортных потоков формирование и ведение транспортно паспорта региона
6	11	Программный Продукт*	Москва	1 750 000	1 011 000	73,1%	Проекты для Правительства Москвы, ЦППК, Московского метрополитена	Билетные системы, мобильные приложения, административная практика, аналитическ системы и большие

№ 2018	№ 2017	Компания	Город	Совокупная выручка от ИТ-проектов в транспортной отрасли в 2018 г., ₽тыс.	Совокупная выручка от ИТ-проектов в транспортной отрасли в 2017 г., ₽тыс.	Рост выручки 2018/2017	Ключевые проекты 2018-2019 гг.	Ключевые отраслевые решени
								данные, системы мониторинга
7	6	Атол Драйв	Москва	1 608 138	1 195 072	34,6%	Поставки тахографов в автопарки компаний "Татнефтедор", "ТатАвтоматизация", "Магнит", "Русский холод", ЛиАЗ, АлтайГлонассМониторинг	Мобильное приложение "Атол Драйв"
8	–	Галактика	Москва	1 488 564	н/д	н/д	н/д	Галактика EA
9	13	Ай-Теко	Москва	1 037 092	921 250	12,6%	н/д	н/д
10	–	Omnicomm	Москва	995 410	863 857	15,2%	Проекты для компаний DB Schenker, ТК "Виктория", "Верный", "ЖелДорЭкспедиция"	Omnicomm Online, Omnicomm Ac Omnicomm LLS 4, Omnicomm Око, Omnicomm Port
11	7	Корус Консалтинг	Санкт-Петербург	869 000	1 193 000	-27,2%	н/д	н/д
12	12	iCore	Москва	842 704	937 408	-10,1%	н/д	н/д
13	19	Информационные технологии будущего*	Московская область	809 000	630 000	28,4%	проекты для департаментов и организаций Москвы, ЦОДД, ГКУ ОП	Автоматизаци парковочного пространства, сервисное обслуживание инфраструктуры,

№ 2018	№ 2017	Компания	Город	Совокупная выручка от ИТ-проектов в транспортной отрасли в 2018 г., ₽тыс.	Совокупная выручка от ИТ-проектов в транспортной отрасли в 2017 г., ₽тыс.	Рост выручки 2018/2017	Ключевые проекты 2018-2019 гг.	Ключевые отраслевые решени
								инженерные услуги, безопасность
14	15	Ланит	Москва	771 402	751 000	2,7%	н/д	н/д
15	–	CTI	Москва	754 122	н/д	н/д	н/д	н/д
16	–	Comparex (SoftwareONE)	Москва	678 466	321 580	111,0%	н/д	н/д
17	24	OFT Group	Москва	546 684	247 614	120,8%	н/д	н/д
18	–	Борлас	Москва	511 834	н/д	н/д	н/д	н/д
19	28	Philax	Москва	470 211	138 539	239,4%	н/д	н/д
20	21	ЦФТ (Центр Финансовых Технологий)	Москва	401 263	320 671	25,1%	н/д	н/д
21	20	АМТ-Груп	Москва	377 123	345 571	9,1%	н/д	н/д
22	–	Galileosky	Пермь	370 125	293 369	26,2%	проекты для "Мираторг", "Русагро", "Магнит", РЖД, МРСК, "Татнефть"	GPS/ГЛОНАС терминалы Galileosky технология Easy Logi
23	18	Компьюлинк	Москва	262 790	402 237	-34,7%	н/д	н/д
24	29	Диалог Наука	Москва	262 665	136 792	92,0%	н/д	н/д
25	–	Форт Диалог	Уфа	257 520	н/д	н/д	н/д	н/д
26	–	НПЦ Элвис	Москва	213 020	н/д	н/д	н/д	н/д

№ 2018	№ 2017	Компания	Город	Совокупная выручка от ИТ-проектов в транспортной отрасли в 2018 г., ₽тыс.	Совокупная выручка от ИТ-проектов в транспортной отрасли в 2017 г., ₽тыс.	Рост выручки 2018/2017	Ключевые проекты 2018-2019 гг.	Ключевые отраслевые решени
27	23	Текора	Москва	195 931	275 478	-28,9%	Модернизация и сопровождение АСУ КПИР РЖД, СПиУИ РЖД, ЕАСД РЖД, развитие, сопровождение и модификация системы "4И" в рамках программы Центра инновационного развития РЖД, краудсорсинговый проект "Про движение"	ЕАСД, ЕИСУИД, АСУ КПИР система "4И", краудсорсинговая платформа «Про движение»
28	31	Код безопасности	Москва	141 575	129 585	9,3%	н/д	Secret Net Studio, АПКШ Континен vGate
29	–	Импульс Телеком	Москва	136 711	н/д	н/д	н/д	н/д
30	35	X-Com	Москва	101 007	86 850	16,3%	н/д	Построение модернизация ИТ-инфраструктур, модернизация и масштабирование структурированных кабельных систем.
31	–	ЦРТ	Санкт-Петербург	93 584	н/д	н/д	н/д	н/д
32	–	Сател	Москва	88 556	н/д	н/д	н/д	н/д
33	34	Акцент*	Владивосток	88 420	75 600	17,0%	Проектирование, монтаж беспроводных сетей, Расширение	Cisco, HP, Fujitsu, Infotecs,

№ 2018	№ 2017	Компания	Город	Совокупная выручка от ИТ-проектов в транспортной отрасли в 2018 г., ₽тыс.	Совокупная выручка от ИТ-проектов в транспортной отрасли в 2017 г., ₽тыс.	Рост выручки 2018/2017	Ключевые проекты 2018-2019 гг.	Ключевые отраслевые решени
							беспроводной инфраструктуры, поставка серверного оборудования для "Торговый Порт Посьет", апгрейд серверной, поставка, внедрение телекоммуникационного оборудования для "ФЕСКО Интегрированный Транспорт", расширение отказоустойчивой распределенной вычислительной инфраструктуры "Газпромнефть Шиппинг", строительство инженерной системы логистического комплекса «РЖД Логистика» и т.д.	Hikvision, TrippLite, UserGate, Xerox, Huaw
34	37	Консист Бизнес Групп	Москва	82 479	62 100	32,8%	н/д	н/д
35	39	Компьютеры и сети	Новосибирск	75 173	56 008	34,2%	н/д	н/д
36	–	СимбирСофт	Ульяновск	62 131	н/д	н/д	н/д	н/д
37	–	Хай-Тек	Москва	60 995	н/д	н/д	н/д	н/д
38	–	Интерпроком	Москва	52 825	н/д	н/д	н/д	н/д

№ 2018	№ 2017	Компания	Город	Совокупная выручка от ИТ-проектов в транспортной отрасли в 2018 г., ₽тыс.	Совокупная выручка от ИТ-проектов в транспортной отрасли в 2017 г., ₽тыс.	Рост выручки 2018/2017	Ключевые проекты 2018-2019 гг.	Ключевые отраслевые решени
39	26	АСТ	Москва	48 619	185 000	-73,7%	н/д	н/д
40	40	Неофлекс	Москва	47 099	50 190	-6,2%	н/д	н/д

Российский рынок систем мониторинга и управления транспортом

По данным ведущих консалтинговых компаний драйвером роста российского рынка систем управления автопарком, скорее всего, станут госпроекты [228].

Аналитики iKS-Consulting сообщают, что 45% всех M2M SIM-карт применяется в транспортной отрасли. В России более 25 тыс. единиц грузовиков, оснащенных телематическими OEM-терминалами. На рынке лидируют Volvo Truck (Dynafleet) и Scania (Fleet Management System) [191].

Одним из драйверов роста российского рынка подключенных автомобилей становятся госпроекты. В системе «Платон» зарегистрировано более миллиона автомобилей. Эксперты полагают, что «Платон» может стать основой развития единой цифровой платформы транспортного комплекса (ЕЦПТК).

По итогам 2018 г. объем основных сегментов рынка мониторинга транспортом составил около 14,9 млрд руб. и вырос на 8,5% по сравнению с данными 2017 г. (13,7 млрд руб.). Структура рынка: 10,5 млрд руб. приходится на доходы от абонентской базы платформ для мониторинга транспорта, по 2,1 млрд руб. – на сегменты терминалов и датчиков уровня топлива [218].

Рисунок 21 - Рынок мониторинга транспорта в РФ
Источник: [185]

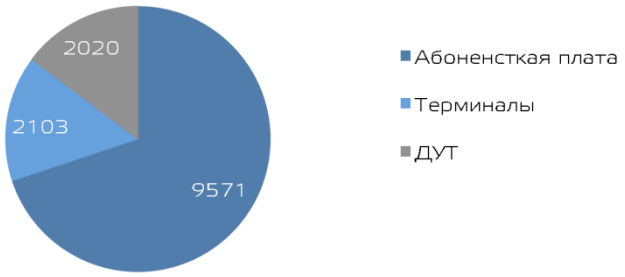


Рисунок 22 - Структура рынка мониторинга транспорта в РФ, млн. руб.

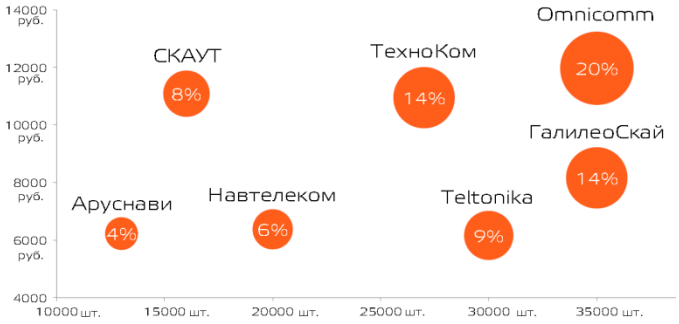


Рисунок 23 - Рынок терминалов мониторинга транспорта в РФ

Источник: [185]

Более 2 млн транспортных средств и стационарных объектов подключено к системам мониторинга транспорта, объем накопленной абонентской базы вырос на 6,6% по сравнению с 2017 г. (1,95 млн объектов) [218].

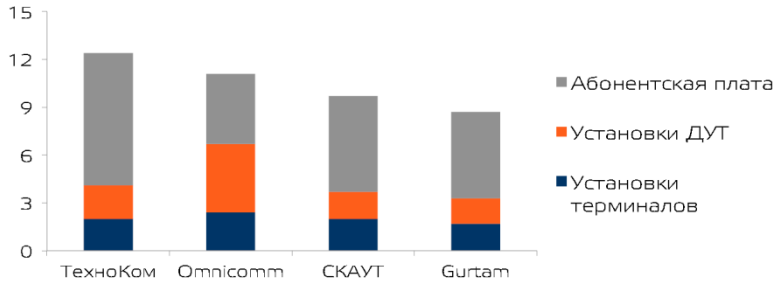


Рисунок 24 - Структура среднего дохода интегратора, млн. рублей

Источник: [185]

Прирост абонентской базы у основных разработчиков ПО для мониторинга транспорта составил: Omnicomm – 27%, Gurtam – 14%, «Техноком» – 7% [218].

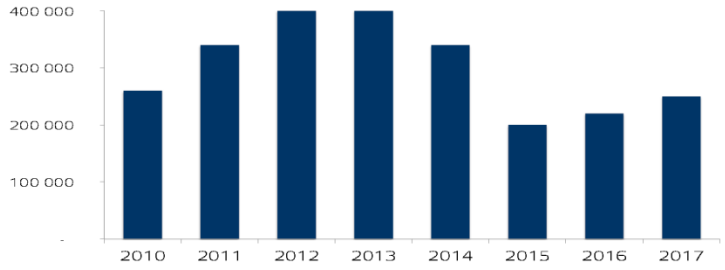


Рисунок 25 - Новые подключения к системам мониторинга транспорта в 2010 - 2017 годах

Источник: [185]

Средняя стоимость терминала для клиента составляла на начало 2019 года составляла 6 472 рубля (см. рисунок ниже)

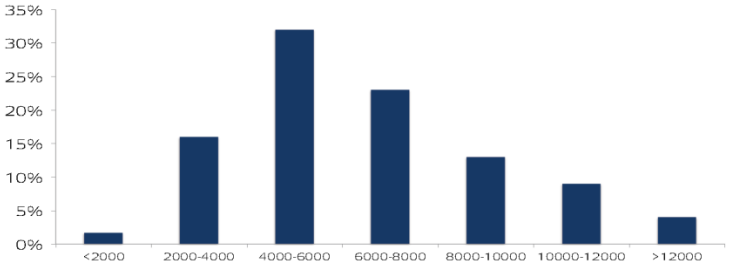


Рисунок 26 - Стоимость терминала для клиента мониторинга транспорта

Источник: [185]

Средняя стоимость установки терминала для клиента составила 1 941 рубль.

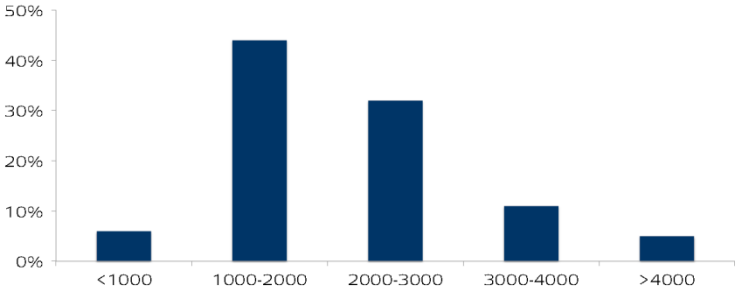


Рисунок 27 - Стоимость установки терминала для клиента мониторинга транспорта

Источник: [185]

Omnicomm	9 667
ТехноКом	9 142
СКАУТ	8 653
ГалилеоСкай	6 117
Навтелеком	4 648
Аруснави	4 601
Teltonika	4 098

Рисунок 28 - Стоимость терминала для клиента по производителям, руб.

Источник: [185]

Согласно данным «Автостат», на начало 2019 г. доля грузового и легкого коммерческого транспорта в структуре российского автопарка, который преимущественно использует телематику, составила 14,4% или около 8,3 млн транспортных средств. Эксперты аналитического центра Omnicomm отмечают, что в 2018 г. рынок мониторинга транспорта продемонстрировал стабильный рост – в пределах 8%. Объем новых подключений составил 250 тыс. терминалов и 190 тыс. датчиков уровня топлива [218].

По оценке Omnicomm, суммарная доля проникновения технологий мониторинга транспорта достигла 15-17%, но этот показатель существенно отличается по сегментам. Самый высокий показатель – до 50% – в дальнорейсовых перевозках, а в легком коммерческом транспорте доля составляет всего 5%. [218]

Доля доходов от абонентской базы ПО составляет более 70% рынка мониторинга транспорта. Лидерами по приросту абонентской базы стали российская платформа Omnicomm Online/Omnicomm (+27% по сравнению с 2017 г.), Wialon/Gurtam (+14%) и «Автограф/техноком» (+7%). В сегменте терминалов для мониторинга транспорта (15% рынка) лидерами являются Omnicomm (25%), «Навтелеком» (19%), который предлагает оборудование в бюджетном ценовом сегменте, и «Техноком» (17%). В сегменте датчиков топлива (также 15%) лидирующие позиции удерживают Omnicomm (37%), «Техноком» (16%) и «Эскорт» (16%) [218]. Средняя стоимость абонплаты для клиента составила 408 рублей (см. рисунок ниже)

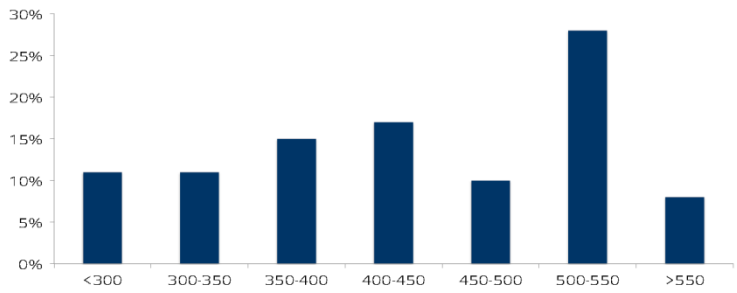


Рисунок 29 - Стоимость абонплаты для клиента, руб.

СКАУТ	511
Omnicomm	490
ТехноКом	420
Gurtam	411
Fort Telecom	394

Рисунок 30 - Стоимость абонплаты для клиента по разработчикам, руб.

Рынок транспортной телематики в сегменте контроля уровня топлива близок к насыщению – доля проникновения достигла 76% в 2018 г. При этом сохраняется высокий рыночный потенциал для дальнейшего оснащения транспортных средств терминалами, интегрированными с онлайн-платформами для мониторинга транспорта. По итогам исследования, корпоративные клиенты заинтересованы в поддержке функции безопасного вождения (25% респондентов), в технологиях контроля температурного режима при перевозке (например, IQFreeze) – 22%. Спрос на терминалы, которые поддерживают протокол передачи данных в рамках Постановление Правительства Российской Федерации от 13.02.2018 № 153 «Об утверждении Правил оснащения транспортных средств категорий M2, M3 и транспортных средств категории N, используемых для перевозки опасных грузов, аппаратурой спутниковой навигации ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS» [149], достигает 20%, интерес к видеотерминалам выразили 15% респондентов .

Важным драйвером рынка мониторинга транспорта является позиция государства, которое стремится взять под контроль грузопотоки, управление инфраструктурой, а также снизить смертность на дорогах. По оценке специалистов компании Omnicomm, рост числа подключений в первую очередь будет реализован на базе действующего коммерческого автопарка. С 1 июля 2019 г. вступил в действие тахографический контроль грузового и пассажирского транспорта, который может способствовать росту новых подключений на 40%. Пока большинство тахографов используются для сбора данных о режиме труда и отдыха водителя, но в перспективе могут быть подключены с помощью специальных устройств к онлайн-платформе для

мониторинга транспорта и передавать такие параметры, как: скорость движения, масса груза, температурный режим и прочие. Например, Omnicomm совместно с ведущим производителем тахографов разработал решение, которое позволит одновременно соответствовать требованиям Минтранса и получать данные для мониторинга транспорта в режиме реального времени.

В целом, без учета вклада регуляторов рынок транспортной телематики может вырасти до 10% за счет продаж коммерческого транспорта и существующих телематических сервисов, считают в Omnicomm [218].

Российский рынок indoor-навигации

В России собственные приложения есть, например, у питерского РИО «Словацкий дом», московских «Афимола», «Авиапарка». «Атриум» на Курской планировал запускать собственный сервис еще три года назад. Правда, пионерами они так и не стали: в самый последний момент в ТЦ полностью сменилась маркетинговая команда, и уже готовый продукт решено было заморозить.

В России рынок пока развивается на уровне пилотных проектов, и все-таки ряд успешных кейсов, кроме перечисленных ранее, уже существует. В 2014 году технология iBeacon появилась в книжном магазине «Республика» в Москве. В 2015 году маячки iBeacon были установлены в Мультимедиа Арт Музее Москвы (MAMM). Внедрением системы занималась компания-интегратор «Getsy». Также в 2016 году маячками оснащалась вся территория Петербургского Международного экономического форума (компания «iBecom»). Не остались в стороне и магазины – сети «Love Republic» и «Obuv.com», где разработкой приложения и установкой маячков занималась петербургская компания «Notissimus». В апреле этого года была развернута сеть с маячками в московском торговом центре «Афимолл Сити» (компания «Shopster»). И это далеко не полный перечень кейсов с использованием Bluetooth-маячков, реализованных российскими beacon-сервисами. Кроме

организаций, занимающихся интеграцией и разработкой приложений для технологии iBeacon, но при этом использующих маячки, купленные за границей («Notissimus», «Mobecan» «Neklo» и другие), в России уже существуют отечественные производители меток и другого сопутствующего оборудования (к примеру, «iBecom», «Indoors Navigation», «My-Beacon») [283]

Так же собственные приложения есть, например, у питерского РИО «Словацкий дом», московских «Афимола», «Авиапарка», КВЦ «Экспофорум», Восточный экономический форум, который проходил во Владивостоке на острове Русский в кампусе ДВФУ.

К Чемпионату мира ОАО «РЖД» обновила собственное приложение, оснастив системами indoor-навигации девять вокзалов столицы, а также транспортные узлы во всех городах-хозяевах мундиаля: Санкт-Петербурге, Самаре, Нижнем Новгороде, Екатеринбурге, Саранске, Сочи, Ростове-на-Дону, Волгограде, Казани и Калининграде. Системы indoor-навигации уже функционируют на 30 транспортных узлах по России. И это далеко не полный перечень проектов, реализованных российскими интеграторами, работающими на рынке indoor-навигации [192].

Российский рынок дополненной и виртуальной реальности

Объем российского рынка устройств, ПО и контента к концу 2016 г. оценивался в 1,2 млрд. руб. Объем рынка VR-решений для бизнеса – 348 млн. руб. Количество проданных VR-единиц в 2016 г. составило 560 тыс., а к середине 2020 г. показатель вырастет до 5,41 млн.

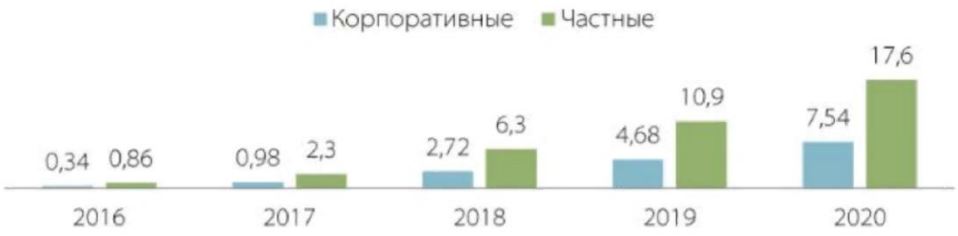


Рисунок 31 – Объём российского рынка VR в млрд. рублей по типу клиента, 2016 – 2020 годы

Объем российского рынка корпоративных клиентов к середине 2020 г. составит 7,5 млрд. долл. При этом рынок оборудования снизит темпы роста, передав пальму первенства услугам и ПО.

Рисунок 32 – Объём российского рынка VR в млрд. рублей, по типу категории продуктов, 2016 - 2020 годы

При анализе игроков рынка были изучены в основном сегменты «Обучение» и «Промышленность». Как видно из диаграммы самым насыщенным сектором VR/AR является «Образование» (ОУ). Также, популярными отраслями являются недвижимость, автомобильная и авиационная, искусство, во многом, потому что данные отрасли чаще всего работают на конечного потребителя B2C.

Если рассматривать рынок с позиции услуг, то большинство игроков концентрируются исключительно на VR, AR и 3D моделировании. При этом обучение персонала далеко не всегда является их основной продукцией. На первое место выходят маркетинг, продажи, реклама и сфера развлечений.

Исключение составляют две компании. Они предлагают электронное и дистанционное обучение, а также разработку технической документации.

Несмотря на высокий потенциал VR / AR, российские промышленные предприятия пока не готовы (и не видят смысла) внедрять эти технологии в производственные процессы. Виртуальная реальность не является жизненно важным элементом существования компании, оставаясь дорогой игрушкой в глазах большинства руководителей.

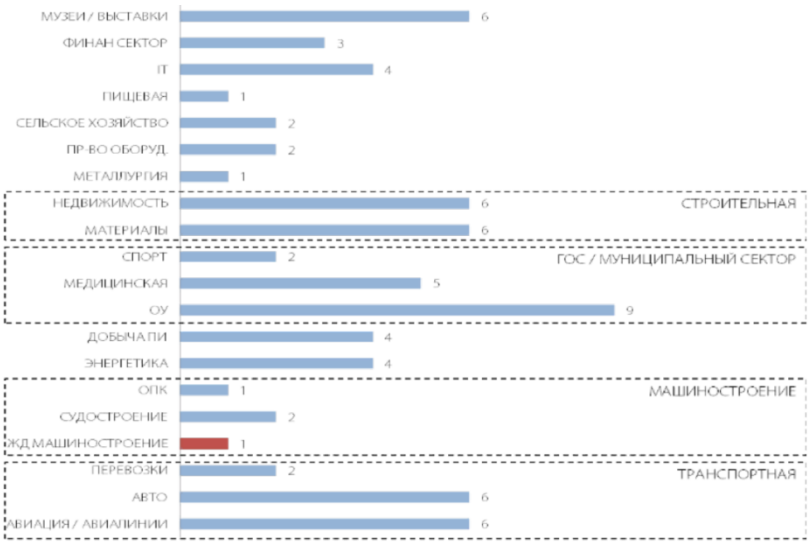


Рисунок 33 - Позиционирование компаний по отраслям

Эксперты утверждают, что российский рынок систем AR отстает от мирового на 1-2 года. Ряд сегментов, которые на Западе уже активно развиваются, в России представлены только пилотными проектами. Однако в целом рынок уверенно растет: с 2016 по 2018 год совокупный объем продаж в отрасли вырос почти в 5 раз, а количество компаний, так или иначе занимающихся этой деятельностью, увеличилось с 60 до 200. Большинство из них — это небольшие студии с численностью персонала от 3 до 20 человек. Крупные предприятия из смежных отраслей пока не проявляют к этому рынку большого интереса, хотя серьезные клиенты уже есть — ряд заказов уже разместили Сбербанк, Росатом, несколько крупных музеев, парк ВДНХ. Однако пока это больше PR-проекты, призванные привлечь интерес к самой технологии и компаниям, которые ее реализуют.

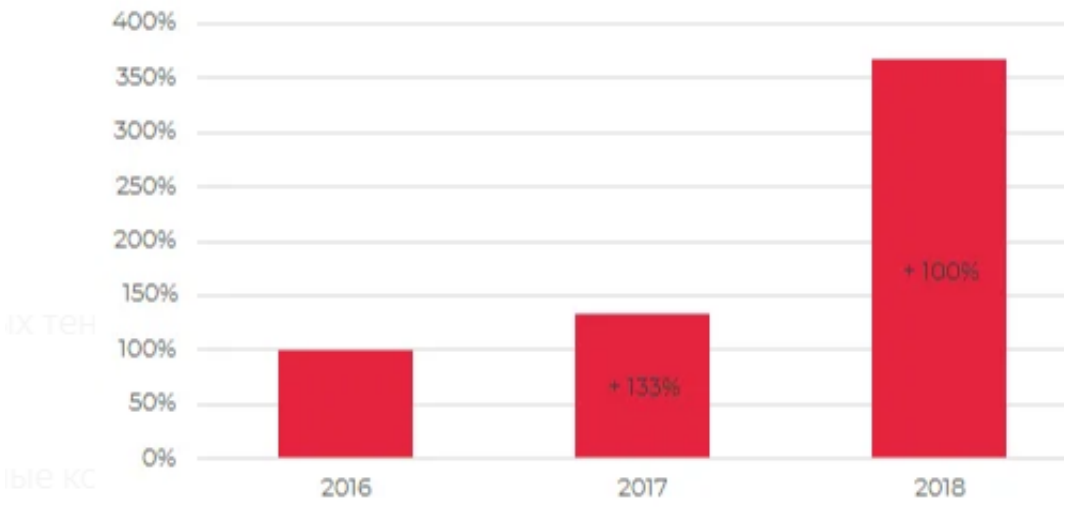


Рисунок 34 – Динамика рынка дополненной реальности в России в 2016-2018 гг.

Среди основных тенденций развития российского рынка можно выделить следующие:

- отечественные компании в основном занимаются разработкой специализированного ПО. В части аппаратных средств рынок пока целиком зависит от импорта. Тем не менее начинают появляться разработки и от российских производителей. Так, в 2018 году стартап Mixar представил первые российские очки дополненной реальности, которые имеют гибкую структуру, работают через смартфон и поэтому предположительно могут продаваться по вполне доступной цене;
- опросы показывают, что наибольший интерес с точки зрения инвестиций вызывают игры образование, медицина и строительство;
- большинство экспертов (80%) уверены, что разработчики сосредоточатся на разработке приложений для смартфонов;
- 60% опрошенных специалистов считают, что основным источником заработков для участников рынка будут продажи продуктов или платные подписки. 30% предполагают, что ПО будет распространяться по условно-бесплатной схеме;

- бизнес-решения дополненной реальности первыми применяют крупные международные компании, которые уже имеют опыт их использования на более развитых рынках. В ближайшие 1-1,5 года следует ожидать увеличения спроса со стороны отечественных предприятий;
- формат AR-очков постепенно отходит на второй план по причине высокой стоимости. В основном они востребованы в сегменте бизнес-решений и в индустрии развлечений;
- возможности современных смартфонов уже давно применяются в торговле и маркетинге, причем интеграция AR-систем происходит как в онлайн-, так и в офлайн-ритейле. В ближайшие годы такая интеграция может стать стандартом этой отрасли.

Текущая структура потребления систем дополненной реальности в 2018 году представлена на диаграмме. С учетом тенденций, существующих на мировом рынке, наиболее перспективными направлениями развития в основных отраслях-потребителях являются [201]:

- строительство и архитектура — визуализация проектов, построение трехмерных моделей будущих конструкций;
- энергетика — обслуживание и ремонт оборудования, контроль штатного режима функционирования установок;
- добывающие компании — моделирование условий залегания горных пород, геологоразведка, управление сложным оборудованием;
- автопром — контроль производства, логистики и качества сборки, внедрение систем навигации, основанных на AR-технологиях;
- образование — визуализация учебного процесса, чтение книг на виртуальном экране и т. д.;
- торговля — примерка одежды в онлайне, модели расстановки мебели, упрощение выбора товара с предоставлением всех необходимых характеристик;

- реклама — персонификация и таргетинг, новые инструменты визуализации, новые типы контента, интерактивный продакт-плейсмент.

Рисунок 35 – Структура потребления систем дополненной реальности в России в 2018 году

В целом, ситуация с аналитическим сопровождением рынка промышленных VR/AR-решений (особенно для России) далека от идеальной. В то время, когда определенный научно-популярный (со значительным перекосом в популярность и в потребительский сегмент рынка) хайп относительно VR/AR постоянно присутствует в СМИ, новости о промышленных решениях появляются нечасто – как правило, в форме пресс-релизов компаний, продвигающих свои наработки (часто – уровня

технологических стартапов, реже – в форме комплексных решений от крупных ИТ-компаний и системных интеграторов).

- Технологии VR/AR позволяют осуществлять реинжиниринг существующих процессов и преобразовывать цепочку создания ценности. Основные направления использования VR/AR в промышленности:
- Проектирование и сборка: цифровое моделирование конструкции и операций оборудования, тестирование и изменение цифровой модели до реализации «в металле»;
- Обучение в иммерсивной среде: погружение работника в виртуальную среду, позволяющую принимать решения в безопасной и /или цифровой обстановке;
- Проверки и обеспечение качества: быстрый, тщательный мониторинг и контроль с помощью средств визуализации и информирования;
- Ремонт и обслуживание, использование визуализации и информирования в режиме реального времени, с целью поддержки выполнения задач обслуживания или ремонта.
- По данным аналитического отчета компании CapGemini, наиболее популярными сферами внедрения VR/AR-решений являются ремонт и обслуживание промышленного оборудования; на втором месте идут проектирование/конструирование и сборка.
- К наиболее востребованным типам VR/AR-решений относятся:
- Комплексные симуляторы и тренажеры для обучения операторов и ремонтников сложного технологического оборудования;
- Тренажеры и симуляторы военного/специального назначения (авиатренажеры для пилотов, «виртуальное поле боя»);
- Приложения дистанционного присутствия (дистанционная экспертиза, телемедицина);
- Приложения архитектурной, конструкторской и научной визуализации;

- Геомоделирующие приложения, применяющиеся в добывающих отраслях (нефте- и газодобыча, шахтные разработки).

Эксперты TAdviser [261] скомпоновали перечень основных бизнес-сценариев использования технологий VR/AR из отчета CapGemini, дополнив их ссылками на российские компании, в которых уже используются в опытном или промышленном режимах. В таблице 13 приведены основные сценарии использования технологий VR/AR в промышленности. Обозначения достигаемых выгод:

+++ – Высокая степень реализации фактора выгоды / Наиболее важная выгода, достигаемая в сценарии;

++ – Существенная степень реализации фактора выгоды;

+ – Фактор выгоды реализуется на достаточном для практического применения уровне.

Таблица 5 – Бизнес-сценарии использования VR/AR-технологий

Сценарий использования	**Техн.**	**Экономия времени ↓**	**Снижение ошибок ↓**	**Сложность операций ↓**	**Повышение эфф-ти ↑**	**бе**
Цифровые инструкции по сборке/разборке и конфигурированию оборудования. Использование инструкций по сборке в процессе обучения.	AR	++	+++	++	+	
Виртуальные тренировки по сборке/ разборке, ремонту и обслуживанию оборудования	VR				++	
Виртуальные тренировки по работе в условиях повышенной опасности. Виртуальные тренировки по поведению в экстремальных ситуациях и ликвидации аварий	VR		+++			
Реализация режима "Удаленный эксперт" с целью помощи и руководства действиями операционного персонала	AR	++	+	+	++	

Сценарий использования	Техн.	Экономия времени ↓	Снижение ошибок ↓	Сложность операций ↓	Повышение эфф-ти ↑	бе
Наложение данных в реальном времени на реальные детали машин.	AR				++	
Сравнение физической и виртуальной версий оборудования.	AR	++	++		++	
Просмотр справочных видео и цифровых руководств Визуализация исторических записей техобслуживания и представление рекомендаций по выполняемым задачам	AR	+++	+++		++	
Визуализация инфраструктурного проекта с разных точек зрения Визуализация специфических компонентов и функций за физическими границами оборудования	AR			++	++	
Визуализация `цифрового двойника" с целью имитации реальной среды	VR/AR	+			++	
Предварительная концепция дизайна, полностью созданная средствами VR	VR	+			++	
Удаленное взаимодействие между различными локациями с целью просмотра одних и тех же проектных данных и разрешения конфликтных ситуаций	VR/AR	+++			++	
Электронные границы опасных зон	AR		++			
Виртуальный осмотр производственной площадки	VR	++			++	
Изменение ракурса при визуальном осмотре оборудования	VR				+	

Источник: [261]

В таблице 13 представлены примеры приложений, базирующихся на соответствующих сценариях из таблицы 14.

Таблица 6 – Примеры практической реализации сценариев использования VR/AR

Сценарий использования VR/AR	**Пример практической реализации сценария**
Предварительная концепция дизайна, полностью созданная средствами VR	Инженеры и конструкторы европейского автоконцерна используют VR для эффективного коллективного взаимодействия при изучении компоновки проектируемого автомобиля без физического прототипирования. Результат – существенное снижение стоимости проектирования и конструирования.
Визуализация цифровой версии оборудования в производственной среде с целью отображения конечного продукта	Европейский авиационный консорциум использует VR для интегрирования цифровых макетов в производственную среду, обеспечивая для сборщиков доступ к 3D-модели самолета в процессе производства. Результат – сокращение времени, необходимого для контроля сборочных работ, с трех недель до трех дней.
Визуализация `цифрового двойника" с целью имитации реальной среды	Исследователи крупного электротехнического и машиностроительного концерна используют виртуальные датчики (полнофункциональные компьютерные модели реальных датчиков) для изучения особенностей их функционирования при условии возможного размещения внутри двигателя. Технология AR обеспечивает для пользователей возможность наблюдения за точной моделью двигателя и его внутреннего устройства с одновременным наложением изображения демонстратора, объясняющего особенности работы моделируемого оборудования.
Виртуальные тренировки по сборке/	Персонал крупной европейской энергокомпании проводит тренировки с использованием VR-шлемов по выполнению процедур и операций для выработки

Сценарий использования VR/AR	**Пример практической реализации сценария**
разборке, ремонту и обслуживанию оборудования	навыков по обслуживанию, ремонту и замене оборудования, повышая эффективность и увеличивая безопасность. Результат – повышение производительности труда, снижение рисков для персонала.
Удаленное взаимодействие между различными локациями с целью просмотра одних и тех же проектных данных и разрешения конфликтных ситуаций	Конструкторы и проектировщики крупного автопроизводителя организуют виртуальные совещания по обсуждению проекта нового автомобиля, находясь в различных географических локациях на значительном удалении друг от друга. Результат – экономия на командировочных расходах, своевременный доступ к актуальной информации по проекту, ускорение разработки.
Цифровые инструкции по сборке и конфигурированию. Использование инструкций по сборке в процессе обучения	Американская авиастроительная корпорация экипировала сборочные бригады AR-очками, обеспечивающими возможность просмотра схем разводки электрических кабелей непосредственно на месте выполнения операций и без необходимости обращения к бумажной документации. Результат – сокращения времени монтажных работ на 25%, снижение ошибок при монтаже до нуля.
Виртуальный осмотр производственной площадки	В крупной энергетической компании технологии VR и реальные производственные данные используются для быстрой и безопасной инспекции работающего оборудования. Результат – снижения риска получения травм персоналом, помощь в выявлении места сбоя или аварии.
Реализация режима "Удаленный эксперт" с целью помощи и руководства	Технический персонал автомобильной компании использует AR-очки, проецирующие пошаговые инструкции и графические схемы в поле зрения

Сценарий использования VR/AR	Пример практической реализации сценария
действиями операционного персонала	работающего, одновременно позволяя удаленным экспертам наблюдать за выполняемыми операциями и обеспечивая необходимую помощь от них. Результат – сокращение времени решения проблем в сервисе до 40%.
Цифровое представление дизайна	Крупная автомобильная компания успешно завершила продолжавшийся около года проект разработки нового концепт-кара, обеспечив для дизайнеров и конструкторов возможность работы с цифровыми представлениями дизайна и компонентов автомобиля так, как будто это были фрагменты реального автомобиля. Результат – сокращение времени на анализ и обсуждение дизайна, сокращение времени разработки.
Просмотр справочных видео и цифровых руководств. Визуализация исторических записей техобслуживания и представление рекомендаций по выполняемым задачам	Работники одной из ведущих автомобильных компаний делают фотографии дефектов до и после исправления, используют справочные видеозаписи в процессе производства ремонта, добавляют собственные комментарии и видео в качестве инструкций для последующих исполнителей аналогичных операций.
Визуальное наложение цифровых данных о состоянии и режиме работы оборудования на соответствующие компоненты оборудования	В компании, обслуживающей сложное трубопроводное оборудование, AR-слой используется для отображения информации о протекающих процессах и инструкций по управлению клапанами и переключателями, а также для указания оптимальных настроек управляющих элементов оборудования. Результат – минимизация рисков и информированное принятие решений.

Источник: [261]

Поскольку каждый из сценариев характеризуется двумя основными параметрами – сложностью реализации и достигаемыми выгодами, –

наиболее интересным результатом анализа CapGemini является матрица ранжирования сценариев в пространстве координат «Сложность – Выгоды», которая может служить хорошим инструментом для принятия решений о развертывании решений разных типов в конкретных условиях организации.

Все возможные сценарии использования VR/AR были распределены по четырем квадрантам матрицы, в соответствии с их относительной сложностью для реализации и обеспечиваемыми бизнес-выгодами (см. рисунок 56). Квадранты определяли категории приоритетности реализации:

- «Обязательно к реализации» (Must do): сценарий обеспечивает двойное преимущество – высокую выгоду и относительно низкую сложность реализации;
- «Нужно реализовывать» (Need to do): сценарий обеспечивает большую выгоду, хотя и с высокой сложностью реализации;
- «Можно реализовывать» (Can do): низкая сложность и низкая обеспечиваемая выгода;
- «Реализация в зависимости от обстоятельств» (Do case-by-case): высокая сложность и низкая выгода.

AR-приложения в целом рассматриваются как более выгодные, хотя и более сложные для реализации, по сравнению с вариантами использования VR. В среднем, только 23% организаций реализуют сценарии использования с высокой выгодой и низкой сложностью («Обязательно к реализации»).

Этот вариант использования можно рассматривать как вариант начального уровня, который отлично подходит для ранних этапов проектирования, когда процесс еще не базируется на точных чертежах САПР, следовательно, он имеет меньшую сложность.

Меньше всего компаний (20%) внедряют сценарии, относящиеся к квадранту «Обязательно к реализации» – варианту использования, который является «низко висящими фруктами»; тогда как наибольшая доля

реализаций находится в категории «Нужно реализовывать», характеризующейся высокой выгодой, но и имеющей высокую сложность.

Как и любой проект внедрения ИТ-решения, проект на базе VR/AR-технологий имеет в своей структуре стоимости традиционные компоненты – оборудование, ПО и услуги по интеграции. Однако есть еще два компонента, специфичных именно для VR/AR-проектов – контент VR/AR и сценарии представления/использования контента.

В зависимости от типа внедряемого решения, и общая стоимость проекта, и соотношение стоимостей между отдельными компонентами может существенно различаться (см. таблицу 15).

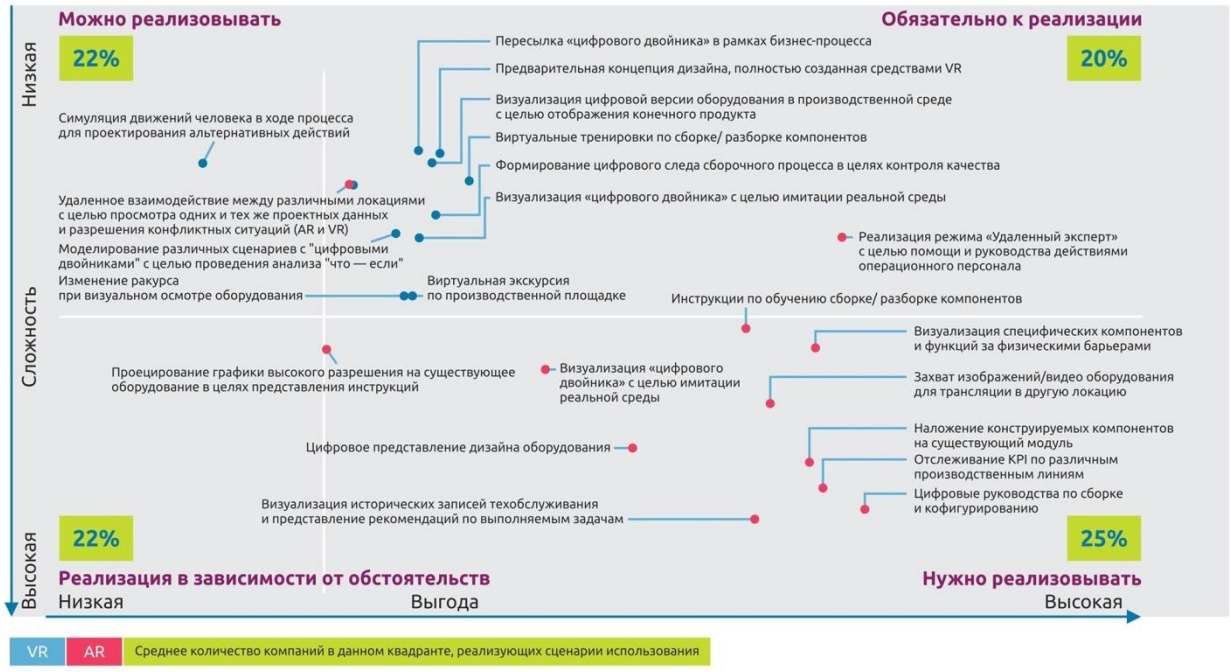


Рисунок 36 – Матрица сценариев использования VR/AR в координатах «Сложность – Выгоды

Источник: [261]

Таблица 7. – Соотношение категорий стоимости в различных типах VR/AR-проектов

Тип проекта	Оборудование	ПО	Интеграция	Контент
Тренинг персонала по работе со сложным оборудованием	50%	10%	5%	20%
Комплексный VR-тренажер для экстремальных	10%	5%	5% (R&D)	65%

тренировок (Центр подготовки космонавтов)					
Тренажер устранения ЧС	40%	10%	10% (R&D)	30%	
Система дистанционного обучения	2%	10%	28%	45%	
Виртуальные модели промышленных и инфраструктурных объектов	25%	5%	0%	55%	

Из таблицы видно, что во всех типах проектов значительную (а часто – преобладающую) долю стоимости составляют специфические для приложений VR/AR затраты – разработка контента и сценария приложения.

Достаточно часто для разработки этих специфических компонентов VR/AR-решений – контента и сценариев – компании-интеграторы привлекают на условиях аутсорсинга узкопрофильных специалистов – дизайнеров и программистов графики. В настоящее время иметь таких специалистов в постоянном штате компаний-интеграторов может оказаться экономически невыгодным, т.к. реализуемые проекты еще не формируют устойчивый поток потребностей со стороны заказчиков.

Это же замечание остается верным и для рассматриваемых ниже практик реализации VR/AR-проектов силами самих компаний-пользователей. Зачастую, формируя собственные центры компетенций по VR/AR, компании предпочитают отдавать на аутсорсинг работы, связанные с контентом и сценариями VR/AR-приложений.

Стоимость проектов зависит от типа проекта и от планируемого характера использования VR/AR-решения в промышленном масштабе.

По информации, полученной TAdviser от специалистов CROC VR, пилотная реализация одного из наиболее трудоемких типов проекта - VR-тренажера - характеризуется следующими параметрами:

- Численность команды разработки (включая менеджеров) – 7-8 человек;
- Срок реализации проекта – 5-6 месяцев;
- Стоимость проекта – до 10 млн рублей.

Стоимость масштабирования проекта до промышленного уровня зависит от особенностей самого решения и модели развертывания. Так, например, если пилот выполнялся на базе одного крупного подразделения или отдельного предприятия в холдинговой структуре, а масштабирование предполагает развертывание тиражного варианта решения на несколько типовых точек внедрения, то общая стоимость промышленного варианта может быть получена умножением редуцированной стоимости «пилота» (из нее необходимо исключить стоимость однократно выполняемых работ) на количество точек/площадок развертывания.

Если же промышленное внедрение предполагает увеличение объемов контента VR/AR-приложений (увеличение числа сценариев, усложнение сценариев и визуальной модели и т.п.), то стоимость промышленного внедрения будет возрастать пропорционально количеству этих специфических разработок.

К примеру, для типа проекта «Тренажер устранения ЧС» стоимость разработки контента составляет 30% бюджета, а стоимость сценария – 10% (принимаем стоимость пилота для такого проекта – 10 млн рублей).

Тогда добавление одного нового контента (модель виртуального пространства ЧС) будет обходиться в 3 млн рублей, а одного нового сценария – в 1 млн рублей. С учетом того, что для каждого блока контента могут существовать несколько сценариев, масштабирование такого решения на 5 площадок с 3 сценариями для каждой площадки может обойтись в 30 млн рублей.

Эти количественные оценки (пилот – 5-10 млн рублей, промышленное развертывание – 20-50 млн рублей) достаточно хорошо согласуются со

становящимися время от времени известными реальными затратами крупных компаний на проекты с использованием VR/AR.

По данным CapGemini, эффект от внедрения VR/AR-решений, в среднем находится на уровне 10-15% экономии, а в отдельных случаях может превышать 20-25%.

При этом участники опроса CapGemini отмечали, что при полномасштабном внедрении экономический эффект не менее 10% фиксировался в 75% проектов, базирующихся на VR-технологиях (при точечных внедрениях или в рамках пилотных проектов такой эффект отмечался только в 59% случаев).

Для внедрений на базе AR разница между полномасштабными и пилотными внедрениями еще более внушительная: 76% - для полномасштабных проектов, 35% - для проектов локального/пилотного масштаба.

Вторую сторону российского рынка VR/AR-решений – поставщиков оборудования, ПО и услуг, - по суммарной выручке которых обычно и оценивается рынок, сегодня достаточно сложно рассматривать как полноценно сформировавшийся механизм, принципы функционирования которого понятны, а результаты работы наблюдаемы и измеряемы. Скорее, в полном соответствии с предметом исследования, этот рынок можно назвать виртуальным, т.к. он формируется из отдельных компонентов других, более традиционных сегментов ИТ-бизнеса, а финансовые потоки, присутствующие на этом рынке, далеко не всегда представляют результаты продаж, а зачастую являются венчурными инвестициями. Компании, присутствующие на еще только формирующемся рынке промышленных VR/AR-продуктов и услуг делятся на 4 группы:

- ИТ-компании и системные интеграторы (как традиционные многопрофильные компании, так и специализированные интеграторы VR/AR-решений);

- разработчики ПО и оборудования для VR/AR (многие – уровня стартапов);
- разработчики решений специального назначения на унаследованных технологиях, постепенно мигрирующие в сторону современного VR/AR;
- отраслевые НИИ и КБ (практически все реорганизованные в ПАО и АО), вошедшие в состав государственных и частных промышленных холдингов. Рассматривать эту группу организаций как полноценных участников рынка невозможно, т.к. основные средства на свою деятельность и реализацию проектов они получают от родительских структур. С «внешним» ИТ-рынком такие организации связаны только через покупку компьютерного оборудования и специализированного ПО (типа Unigine, например). Но именно эти организации сегодня создают реально работающие опытные и промышленные образцы VR/AR-решений. К сожалению, деятельность этих организаций практически непубличны.

Таблица 8 – Основные участники рынка промышленных VR/AR-решений со стороны поставщиков

Наименование компании	**Год обр.**	**Начало работы с VR/AR**	**Основные заказчики**	**Особенности деятельности в направлении VR/AR**
ИТ-компании и интеграторы				
CROC VR	1992	2012	СИБУР, Газпром нефть, Центр подготовки космонавтов им. Гагарина, General Electric, DeLaval, Мособлгаз,	Бизнес-юнит ИТ-компании «Крок», одного из лидера рынка информационных технологий. Проекты CROC VR сфокусированы на применении иммерсионных технологий (виртуальной и дополненной реальности) в промышленных индустриях.
VE Group (ВИ Групп)	2002	2004	НАМИ, Ростовская АЭС, С-Пб Политехнический Университет Петра	Специализированный интегратор по VR и 3D-визуализации. Большинство VR-решений – на базе технологий

Наименование компании	Год обр.	Начало работы с VR/AR	Основные заказчики	Особенности деятельности в направлении VR/AR
			Великого, АО «Центр технологии судостроения и судоремонта»	предыдущего поколения. Разработчик ПО VR Concept, решения на базе которого распространяет одноименная компания. Возможно, основная часть бизнеса компании в 2017-2018 гг. мигрировала на новое юридическое лицо – компанию VR Concept..
Ирисофт	1991	2007	СПМБМ «Малахит», НПФ «ЦКБА»	Группа компаний, специализирующаяся на построении комплексных решений для систем проектирования и систем управления жизненным циклом изделий на предприятиях различных отраслей промышленности. В сфере VR/AR-решений – система 3D-конструирования и прототипирования. Используется как западное ПО (Windchill, Pro/Engineer, TechVuz), так и собственные разработки
Разработчики ПО для VR/AR и поставщики VR/AR-решений				
Юниджайн (Unigine)	2005	2005	Концерн `Алмаз-Антей`, РКК `Энергия`, Группа `Кронштадт`, ТомскНИПИнефть, Мосгоргеотрест, большое количество зарубежных клиентов.	Разработчик одного из наиболее популярных `движков` VR, конкурирующего с лидерами мирового рынка. Продает лицензии на ПО для проектов, реализуемых интеграторами. Самостоятельная реализация проектов у заказчиков не отмечена.
VR Concept (VE Group)	2011	2015	Публичной информации о заказчиках не выявлено	Компания создана выходцами из VE Group (основной акционер – бывший исполнительный директор VE Group).Сфокусирована на

Наименование компании	Год обр.	Начало работы с VR/AR	Основные заказчики	Особенности деятельности в направлении VR/AR
				продажах коробочного ПО в сфере VR – инструментария для виртуального прототипирования. Активно участвует в стартап-сообществе, позиционируя себя как стартап, хотя, уже имеет достаточно серьезные объемы выручки за 2015-2017 гг.
Мир 3Д (United 3D Labs)	2009	2009	Лукойл, Транснефть, Газпром нефть, Металлоинвест, Соллерс, Росатом, Новатэк, Роснано	Российская 3D-студия, специализирующаяся на создании интерактивных проектов, дополненной реальности и виртуальной реальности. Декларирует выполнение более 400 проектов за 10 лет, в том числе, промышленной направленности. Выручка за 2017 год достаточно крупная для российского рынка VR/AR – почти 67 млн рублей
Рубиус Груп	2008	2008	Сообщается об общем количестве клиентов – более 250. Однако, конкретных наименований заказчиков на сайте нет	Компания Rubius основана в 2008 году в Томске. Специализируется в области разработки инженерного программного обеспечения на российском и зарубежном рынках. На данный момент компания насчитывает более 100 сотрудников. Основной продукт в сфере VR/AR - Платформа для создания приложений 3D-визуализации Rubius 4D. Выручка от продаж в 2017 году – более 78 млн рублей.
Стартапы и резиденты «Сколково»*				
Модум Лаб (Modum Lab)	2017	2017	Газпром нефть, BIOCAD	Одна из самых молодых компаний на рынке VR/AR. Получила хорошие инвестиции на старте. Вышла на пилотные

Наименование компании	Год обр.	Начало работы с VR/AR	Основные заказчики	Особенности деятельности в направлении VR/AR
				проекты с `Газпром нефтью`. Участвует в Консорциуме НТИ при ДВФУ
Тенго Диджитал (Tengo Interactive)	2014	2014	РЖД, Лукойл, Росатом	Небольшая digital-студия из Екатеринбурга, разрабатывает решения для VR-обучения и VR-тренажеры
Элиговижн (Eligovision)	2005	2005	Роскосмос, Норильский Никель, Госкомпания `Автодор`, Газпром нефть, МОЭК	Российская hi-tech компания, которая занимается разработками в области интерактивной 3D визуализации и программного обеспечения. Флагманский продукт – EV Toolbox, по заявлению компании, первый и пока единственный инструментарий дополненной реальности, разработанный в России. Выручка в 2017 году – более 30 млн рублей
Хологрупп (HoloGroup)	2016	2016	Новатэк, Уралхим, Уралкалий, Энел Россия	HoloGroup — российская компания, разрабатывающая продукты и решения для смешанной реальности. (MR – Mixed Reality). HoloGroup реализует проекты в области образования, строительства, медицины, голографических презентаций и экскурсий. Одна из первых компаний, начавшая разработку приложений для устройства MicrosoftHoloLens. Позиционирует себя как центр компетенций исключительно в области смешанной реальности.Выручка за 2017 год – 16,5 млн рублей

Источник: [261]

В группе ИТ-компаний лидирующую позицию в направлении индустриальных решений на базе VR/AR-технологий занимает Центр

виртуальной реальности компании **«Крок» (CROC VR).** В штат CROC VR входят специалисты, обеспечивающие полный цикл разработки и внедрения VR/AR-решений – от создания 3D-графики и сценариев до проектирования инфраструктуры, обеспечения информационной безопасности, интеграции с внешними системами, технологического консалтинга.

В портфеле решений компании имеются следующие разработки:

- виртуальные тренинги и мультиплатформенные системы по обучению персонала безопасному поведению на производстве;
- специализированное программное обеспечение «Удалённый ассистент» для эксплуатации агрегатов и работе с оборудованием при помощи получения квалифицированной поддержки из экспертного центра в режиме реального времени с целью снижения ошибок технического персонала при выполнении работ в эксплуатации и в сборочном производстве;
- решения для повышения качества сервисного обслуживания оборудования персоналом, повышения качества проведения инспекционного контроля, повышения качества учебного процесса, а также ряда других первостепенных задач в рамках оптимизации производственных и технологических процессов предприятия.
- На сегодняшний день CROC VR уже реализовал проекты для таких компаний как:
- АО «Мособлгаз» - разработка интерактивного 3D-тренажера по работе на газораспределительной подстанции;
- Центр подготовки космонавтов имени Ю.А.Гагарина - виртуальный тренажер по отработке регламента стыковки космического корабля с МКС;
- СИБУР Холдинг - разработка интерактивной 3D-модели производственного кластера «ЗапСибНефтеХим»;
- General Electric Health Care – интерактивная визуализация индустриальных цифровых решений компании;

- «Газпром нефть» - консалтинг и проработка архитектуры внедрения VR-решений в бизнес-процессы предприятия.

CROC VR сотрудничает с крупнейшими российскими и мировыми производителями оборудования и программных продуктов в области VR/AR.

Работа над проектами строится на основе методологии выявления бизнес-потребностей, которые позволяют сократить издержки на старте проекта и получить осязаемый, качественный результат для последующего внедрения и масштабирования. Полный цикл проектов включает аудит готовности бизнеса клиентов к внедрению иммерсивных технологий, создание архитектуры будущего проекта и детализированных сценариев, разработку платформы, интерфейса и внедрение решения в бизнес клиента и постоянной поддержкой.

VE Group

Virtual Environment Group (VE Group, ООО «ВИ Групп») — специализированный российский системный интегратор в области 3D-визуализации и систем виртуальной реальности. Компания была основана в 2002 году как научно-исследовательская группа при МФТИ.

VE Group специализируется на разработке и внедрении профессиональных систем виртуальной реальности: CAVE (комната виртуальной реальности), CADWall, панорамные VR-системы. Основу большинства VR-решений компании составляют технологии предыдущего поколения VR, разработанные задолго до появления шлемов и очков виртуальной реальности.

Проекты, реализованные VE Group:

- Комплекс виртуальной реальности типа CADWall для штаба строительства Ростовской АЭС (2013);
- Авиационный тренажер МАИ и тренажер для отработки дозаправки в воздухе РСК «МиГ» (2013-2014);
- Создание Центра виртуальных исследований АО «ЦТСС» (2013-2014)
- Комплекс виртуального прототипирования НАМИ (2014);
- Создание системы 3D-визуализации для Суперкомпьютерного центра в Санкт-Петербургском государственном политехническом университете Петра Великого (2015-2016);
- Создание центра виртуальной реальности для Санкт-Петербургского Университета ГПС МЧС (2015-2016).

Несмотря на довольно внушительный список проектов, реализованных компанией VE Group, и авторитет на рынке VR/AR-решений, текущая бизнес-ситуация в компании вызвала определенные вопросы у экспертов TAdviser. По данным «Спарк-Интерфакс», выручка VE Group существенно сократилась в 2017 году по сравнению с 2016 годом (27,7 млн рублей против 40 млн рублей годом ранее); никаких данных по бизнес-активности компании в 2018 году нет

– ни в базе «Спарк-Интерфакс», ни в реестре госконтрактов ЕИС в сфере госзакупок.

Группа компаний **«Дженерал Ви Ар» (General VR)** позиционирует себя как международного интегратора промышленных 3D/VR/AR/MR решений, обладающего экспертизой в области прикладных решений, в том числе интеграции VR/AR решений с PLM контуром.

Основной фокус деятельности — решения в области виртуальной, дополненной и смешанной реальности для отраслей энергетики, металлургии, химии и нефтехимии, добывающих предприятий и ОПК. Помимо промышленных разработок у компании имеются решения для застройщиков, туристических компаний и корпоративных университетов. Modum Lab.

Modum Lab – пример молодой компании в сфере VR/AR, сумевшей достаточно быстро найти для предлагаемых решений крупных заказчиков на рынке. Компания основана владельцами биотехнологической компании BIOCAD в 2017 году.

4 июля 2018 года компания «Газпром нефть – смазочные материалы» сообщила о запуске в партнерстве с HTC и Modum LAB пилотного проекта по созданию цифровых образовательных программ с использованием иммерсивных технологий, обеспечивающих полный эффект присутствия в виртуальной среде. За первый год действия программы планируется обучить порядка 12 тысяч специалистов компаний-партнеров и дистрибьюторов продукции «Газпром нефть-СМ». Компания инвестирует в проект свыше 20 млн рублей.

Есть целая группа компаний, стоящих особняком на современном рынке промышленного VR/AR (или даже – пока в стороне от этого рынка). Это компании, которые начинали заниматься темой виртуальной реальности тогда, когда это не было еще всеобщим популярным трендом, и когда само это понятие, с технологической точки зрения, означало совсем иное. Совершенно

неслучайно все эти компании имеют отношение к оборонному сектору промышленности – впрямую или тесно с ним сотрудничают.

Сейчас все эти компании модернизируют свои решения, переводя их на современные платформы VR/AR. У каждой компании существует своя рыночная ниша, им не приходится конкурировать друг с другом, а на их позиции вряд ли сможет претендовать кто-либо из новых участников рынка VR/AR.

При этом выручка каждой из этих компаний измеряется миллиардами рублей, и если даже принять, что доля VR/AR-проектов в этом объеме не превышает 20%, они способны добавить очень весомую (если не сказать – преобладающую) часть к общему объему рынка VR/AR. Правда, ни на что, кроме престижа самого рынка эта выручка не повлияет, но в маркетинге эти цифры могут и сыграть – гораздо удобнее предлагать свои продукты и услуги, будучи частью рынка с многомиллиардным оборотом, чем небольшого «рыночка» на несколько сотен миллионов рублей максимум.

Группа «Кронштадт» — российская высокотехнологичная компания, специализирующаяся на разработке и производстве наукоемкой продукции и решений, необходимых для создания, освоения и безопасной эксплуатации сложных технических средств в воздухе, на море и на суше.

В число ключевых бизнес-компетенций Группы входят:

- Разработка и производство современных комплексных тренажерных систем и других автоматизированных средств обучения: создание кабин/мостиков имитируемых средств, производство имитаторов и электронных компонентов, разработка ПО всех уровней (моделирование, система визуализации), интеграция отдельных технических средств обучения в единую виртуальную тренажерную среду для отработки взаимодействия, оснащение тренажерных учебных центров.
- Создание цифрового трехмерного контента, создание интерактивных решений с визуализацией, звуковым сопровождением и

элементами взаимодействия с аудиторией, создание крупномасштабных инсталляций, объединяющих натурные объекты с виртуальным пространством.

- Разработка, производство и интеграция полнопилотажных тренажеров самолетов для профессиональной подготовки пилотов гражданской авиации: создание комплексных тренажеров самолетов уровня D (ICAO Level 7), комплексных тренажеров самолетов без системы подвижности (ICAO Level 5), процедурных тренажеров, автоматизированных обучающих систем, тренажеров технической эксплуатации, тренажеров для бортпроводников.

НПО «Русские Базовые Информационные Технологии» (РусБИТех) – предприятие, осуществляющее лицензированную разработку, производство и внедрение комплексных тренажерных систем нового поколения, информационных и автоматизированных систем, систем поддержки принятия решений, отечественных программных средств общего и специального назначения, разработку и создание средств защиты информации и телекоммуникационных средств. Приоритетным направлением во всех видах деятельности является выполнение государственных заказов в интересах федеральных органов исполнительной власти.

В последние годы «РусБИТех» создал несколько программных продуктов, использующих как более традиционные средства 3D-визуализации, так и новые технологии VR:

- «Ирис-Т» – унифицированная система трехмерной визуализации (УСТВ), предназначенная для отображения виртуальных трехмерных сцен, трехмерных объектов и специальных эффектов. Возможности системы позволяют воспроизводить процессы и явления, использовать ландшафты, повторяющие реальные участки местности.

- Применяется для разработки виртуальных тренажеров и интерактивных систем, где требуется трехмерная визуализация в режиме

реального времени. Управляется как внутренними командами, так и по сигналам от внешних моделирующих систем. Отвечает высоким требованиям к точности симуляции и фотореалистичности изображения.

- «Колодец 3D» – система панорамного проецирования изображения. Выходными данными является трехмерная обстановка, генерируемая УСТВ «Ирис-Т» и другими системами визуализации.

Основные сферы применения изделия:

- совместное использование с виртуальными тренажерами (индивидуальными и групповыми);
- демонстрационное представление информации;
- ситуационные центры и залы заседаний;
- выставочные стенды.

На Рис. 4 представлены основные разработчики ПО для VR/AR. Особое значение для российского рынка имеет то, что, по крайней мере, две компании из представленных являются российскими – Unigine и VR Concept. На самом деле, сегодня на рынке ПО для VR/AR российских разработчиков гораздо больше, но большинство из них еще не вышли со стадии стартапов.

Рисунок 37 – Основные мировые разработчики ПО для VR/AR-решений (по данным компании «Крок»)

Источник: [261]

К категории разработчиков ПО для VR/AR следует отнести и разработчиков интеграционных VR/AR-модулей к CAD/PLM/BIM-системам. Обычно такие интеграции разрабатываются либо самими разработчиками систем-источников, либо специализированными командами, работающими на стороне интегратора (собственными или наемными). Как отдельный сегмент рынка рассматривать такие разработки, видимо, не стоит, поскольку практически все они производятся в рамках комплексных проектов.

Компания «Юниджайн» (Unigine) создана в 2005 году в Томске специалистами из Томского Государственного Университета. Более 10 лет исследований и разработок привели к созданию оригинальной платформы 3D-визуализации UNIGINE, не уступающей ведущим мировым аналогам. Сейчас компания продолжает ее развитие, а также предлагает на мировом рынке передовые решения для бизнеса в области визуализации, научных исследований и создания систем виртуальной реальности.

Основная инженерная команда, занимающаяся исследованиями и разработкой, находится в городе Томске — одном из научных центров России с множеством технических университетов.

Среди клиентов компании, помимо конечных пользователей, присутствуют и разработчики VR/AR-решений, предлагающие на рынке собственные продукты на базе «движка» Unigine.

Основной программный продукт компании **VR Concept** является коробочным простым ПО для решения задач виртуального прототипирования, позволяющий визуализировать различные 3D и инженерные данные в системах виртуальной реальности: как профессиональных, например, CAVE, CADwall, купол, так и бытовых шлемах виртуальной реальности, подключающихся к компьютеру, например, HTC Vive или Oculus, плюс – возможность совместной работы между такими VR-системами удаленно.

Еще одна сторона рынка, которая находится несколько в стороне от основных финансовых потоков, но оказывает определенное влияние на рынок

в концептуальном плане – это фонды и ассоциации, проявляющие активность в направлении новых технологий. Для рынка VR/AR основными представителями данной группы участников рынка являются Фонд развития интернет-инициатив (ФРИИ), Ассоциация дополненной и виртуальной реальности(АДВР/AVRA), Фонд «Сколково», Национальная технологическая инициатива (НТИ).

Наиболее заметные публичные активности ФРИИ в направлении VR/AR были отмечены в 2017 году. В конце февраля 2017 года состоялся большой семинар-презентация Акселератора ФРИИ по теме «Стартапы в сферах VR и AR: перспективные направления и ожидания крупных заказчиков».

В середине 2017 года было объявлено, что ФРИИ запускает многоуровневую программу развития стартапов с решениями в области VR/AR, старт которой привязан к набору проектов в профильный трек Акселератора. Декларировалось, что стартапам, вошедшим в портфель Фонда, ФРИИ предоставит доступ к экспертизе технологических и промышленных компаний, заинтересованных в VR-решениях, а также обеспечит всеми возможностями своей новой VR-лаборатории. Самые перспективные выпускники акселератора могли претендовать на инвестиции ФРИИ в размере до 30 млн рублей и интеграцию своих решений в производственные процессы крупных компаний, заинтересованных в решениях на базе AR и VR.

В частности, декларировалось, что в рамках партнерства Акселератора ФРИИ с компанией «Газпром нефть», стартапы смогут поработать на площадках двух технопарков «Газпром нефти» в Санкт-Петербурге и Омске, познакомиться с опытом коллег, уже внедривших VR-решения на производстве, а после того, как стартапы пройдут акселерацию во ФРИИ и зарекомендуют себя, работая на базе технопарка, «Газпром нефть» сможет принять решение о применении наиболее перспективных продуктов в компании.

Ассоциация дополненной и виртуальной реальности (АДВР/ AVRA) – некоммерческая организация, созданная в 2015 году. В начале обзора Ассоциация уже упоминалась как разработчик карты-постера, посвященной российскому рынку VR/AR по состоянию на конец 2016 года.

Миссия Ассоциации (цитируется по тексту на сайте АВРА):

«Ассоциация призвана объединять усилия представителей отрасли, обозначать ключевые направления развития технологий, оказывать поддержку в их разработке и монетизации, а также вести международную просветительскую деятельность. Наша цель — вывод отечественной AR/VR-отрасли на ведущие позиции мирового рынка»

Реализация миссии предполагается через решение задач по ряду направлений, также обозначенных на сайте:

- Консалтинг и юридическая поддержка членов Ассоциации;
- Обучение и кадры;
- Интеграция на мировой рынок;
- Изучение рынка;
- Объединение отрасли;
- Регуляция и стандарты;
- Тематические мероприятия;
- Популяризация технологии;
- Коммуникации с органами власти.

На сайте АВРА отсутствует какая-либо информация о том, какие компании являются членами Ассоциации. Нет также никакой конкретики о том, какие результаты достигнуты в решении обозначенных задач - последние из немногих новостей датированы 2016 годом. А информация о главном ежегодном мероприятии Ассоциации – AVRA DAYS – опубликована на другом сайте, на который с сайта Ассоциации нет ссылки.

По мнению экспертов TAdviser, на сегодняшний день (если судить по общедоступной информации) АВРА является только специализированным

организатором тематических мероприятий по VR/AR и не ведет никакой другой сколько-нибудь заметной деятельности.

Национальная технологическая инициатива (НТИ) – это государственная программа мер по формированию принципиально новых рынков и созданию условий для глобального технологического лидерства России к 2035 году.

НТИ включает системные решения по определению ключевых технологий, необходимых изменений в области норм и правил, работающих мер финансового и кадрового развития, механизмов вовлечения и вознаграждения носителей необходимых компетенций. Выбор технологий производится с учетом основных трендов мирового развития, исходя из приоритета сетевых технологий, сконцентрированных вокруг человека как конечного потребителя.

Деятельность НТИ строится на основе так называемой «матрицы НТИ», представляющей собой концептуальную модель, объединяющую ключевые понятия – рынки, технологии, институты развития и инфраструктуру.

VR/AR входят в перечень так называемых сквозных (универсальных, предназначенные для использования во всех отраслях) цифровых технологий (СЦТ) как в матрице НТИ, так и в федеральном проекте «Цифровые технологии» Национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» (НП ЦЭ).

Эксперты TAdviser отмечают, что в настоящий момент в опубликованных материалах существует определенное рассогласование между матрицей НТИ и паспортом федерального проекта «Цифровые технологии» НП ЦЭ в части трактовки VR/AR как сквозной технологии. В рамках матрицы НТИ технологии VR/AR объединены в единый блок с нейротехнологиями, в то время, как в перечне СЦТ НП ЦЭ нейротехнологии объединены (по состоянию на июнь 2019 г.) с технологиями искусственного интеллекта (ИИ), а технологии VR/AR рассматриваются отдельно от них.

Развитие всех СЦТ – как в рамках НТИ, так и в рамках НП ЦЭ - строится на основе Центров компетенции (ЦК). Для НТИ такие центры были определены еще в 2017 году; для блока нейротехнологий и VR/AR в качестве такого центра выбран Дальневосточный Федеральный Университет (ДВФУ). В рамках же НП ЦЭ определено два головных ЦК по всем СЦТ – ГК «Росатом» и ГК «Ростех»; конкретно за все активности по СЦТ VR/AR отвечает «Росатом».

В марте 2019 года госкорпорация «Росатом» провела серию конкурсов на право разработки «дорожных карт» (ДК) по всем 9-ти СЦТ, обозначенным в федеральном проекте «Цифровые технологии». Победители конкурсов получали право разработки ДК по определенным СЦТ и впоследствии должны были стать операторами реализации этих ДК.

Конкурс на разработку ДК по технологиям VR/AR выиграл Центр НТИ ДВФУ, замкнув тем самым на себя активности по технологиям VR/AR как в рамках НТИ, так и в рамках НП ЦЭ.

Интересно отметить, что для победы в конкурсе победителю пришлось снизить свое предложение по стоимости работ до 1 рубля (победители еще в 6 конкурсах «падали» в цене до 1 копейки).

По мнению экспертов TAdviser, происходящие в последнее время активности, связанные с реализацией НП ЦЭ, должны положительно повлиять на развитие рынка VR/AR в России – уже в самое ближайшее время должен появиться документ, содержащий конкретику в части подходов государства к развитию VR/AR (до настоящего времени во всех опубликованных материалах по программе «Цифровая экономика» такой конкретики нет).

Но определенные опасения у экспертов вызывает то обстоятельство, что отмеченное выше рассогласование в трактовках VR/AR по версиям НТИ и НП ЦЭ пока не устранено на уровне основополагающих документов двух программ. Центр НТИ ДВФУ все еще содержит в своем названии «нейротехнологии и VR/AR», хотя, в неофициальной беседе с TAdviser

представитель Центра сообщил, что в ближайшее время планируется перепозиционирование деятельности Центра для большей согласованности с фокусом СЦТ VR/AR, принятым в НП ЦЭ. Должны быть скорректированы и направления деятельности Центра ДВФУ – в них явно появится акцент на промышленном использовании VR/AR.

Правда, не очень понятной в этой ситуации остается судьба гранта в 400 млн рублей, который Центр ДВФУ получил по результатам победы в грантовом конкурсе, который провели Министерство образования и науки России, АСИ и РВК в 2017 году. Этот грант выделялся на работы в период 2018-2021 гг. по направлению VR/AR именно в тогдашней трактовке НТИ, то есть, с уклоном в сторону нейротехнологий и медицинского применения VR/AR.

Поскольку по своему характеру все VR/AR-проекты являются преимущественно ИТ-проектами, им свойственны все классические проблемы и риски ИТ-проектов, которые хорошо знакомы всем специалистам и заказчикам, и нет необходимости их здесь перечислять и рассматривать.

В упоминавшемся в разделе «Аналитика рынка» опросе MOMRI, опубликованном в начале 2017 года, перечислены основные – по мнению заказчиков – препятствия к внедрению VR/AR-технологий и оценки критичности каждого из препятствий по шкале от 1 (не является препятствием) до 5 (очень сильное препятствие):

- Высокая стоимость внедрения – оценка критичности 5;
- Технические ограничения, высокая сложность внедрения – оценка критичности 3;
- Неочевидная польза от внедрения подобных технологий – оценка критичности 3;
- Нежелание специалистов внедрять и применять новые, «необкатанные» технологии и методики – оценка критичности 2;
- Сопротивление руководства – оценка критичности 1.

За три года, прошедшие со времени проведения опроса, перечень препятствий не изменился, просто сами факторы, включенные в перечень, несколько поменялись местами, отразив, с одной стороны, прогресс в технологиях, а с другой стороны – повышение просвещенности и готовности заказчиков к экспериментам в данном направлении.

По мнению экспертов TAdviser, на сегодняшний день перечень основных препятствий выглядит следующим образом (в порядке снижения критичности фактора):

1. Дефицит квалифицированных специалистов. Как с любой новой технологией, в момент формирования повышенного спроса на решения, базирующиеся на этой технологии, на рынке наблюдается дефицит специалистов – как в компаниях, занимающихся продвижением и внедрением решений, так и для набора в штат компаний-заказчиков. В случае с VR/AR основной дефицит составляют разработчики контента/сценариев и специального ПО. Даже при формальном присутствии на рынке необходимых ресурсов (дизайн-студии, стартапы) они могут оказаться неудовлетворяющими специальным требованиям заказчиков.

Не исключено проявление на рынке VR/AR и так называемого «эффекта Сбертеха» - когда крупная компания, обладающая практически неограниченными финансовыми возможностями «пылесосит» кадровый рынок и перекупает нужных специалистов, предлагая им зарплаты в 1,5-2,5 раза выше рынка. Конечно, пока технологии VR/AR уступают по востребованности технологиям финтеха, но совсем сбрасывать со счетов этот риск - особенно для компаний с небольшим штатом специалистов - не стоит.

2. Технические ограничения оборудования и ПО В ходе пилотных проектов заказчики нередко обнаруживают, что оборудование и ПО VR/AR-решений не всегда соответствуют требованиям, предъявляемым условиями реального производства. Так, очки, использованные в прототипе интерактивного помощника, оказались достаточно хрупкими, их батарея

имела ограниченную емкость, а сами очки не интегрировались со средствами индивидуальной защиты, используемыми в металлургическом производстве.

3. Стоимость внедрения. Если исходить из профиля потенциальных заказчиков обсуждаемых решений, то можно однозначно утверждать, что для большинства из них стоимость внедрения не является сдерживающим фактором для принятия решения о начале пилотного проекта (с учетом обсуждения стоимости проектов, приведенной в разделе «Экономика VR/AR-проектов»).

Однако, переход от «пилота» к масштабному развертыванию уже может сдерживаться именно по соображениям стоимости.

4. Отсутствие убедительного технико-экономического обоснования для реализации проекта. Это не столько фактор-препятствие, сколько реальность последних лет – уже достаточно давно проекты не реализуются «на хайпе». Пилотные проекты инициируются с достаточно скромными бюджетами (иногда – и практически без бюджетов, на энтузиазме разработчиков-новичков, заинтересованных в получении платежеспособного заказчика), а промышленные внедрения разворачиваются только тогда, когда эффективность и окупаемость решения доказана практикой.

5. Сопротивление консерваторов как среди руководства, так и среди персонала. Это не специфический для VR/AR-проектов фактор, а скорее – традиционный, хорошо известный и понятный риск любых ИТ-проектов. Соответственно, способы минимизации негативного воздействия данного фактора тоже давно известны.

7.2. Состояние и перспективы развития российского рынка навигационных услуг

Российский рынок шеринговых платформ

Основные модели совместного использования транспорта и реализующие эти модели операторы представлены в таблице ниже

Таблица 9. – Модели совместного использования транспорта

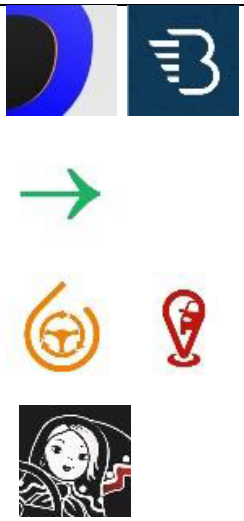
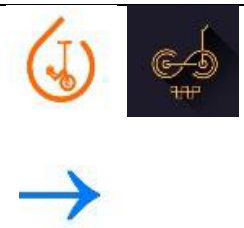
Модель	Особенность	Компании
Car-sharing	Краткосрочное использование автомобиля. Сейчас –операторы, в дальнейшем –P2P	
Ride-hailing	Пользователи платят за поездку с профессиональным или подрабатывающим водителем	
Ride-sharing Car-pooling	Совместное использование частного автомобиля с помощью онлайн-сервисов поиска попутчиков	
Kick-sharing	Система краткосрочной аренды самокатов и электросамокатов	

Рисунок 38. – Прогноз роста доли совместного использования транспорта
Источник: RethinkX.

Каршеринг

Наибольшее развитие каршеринг получил в Москве Столичное правительство по итогам 2018 года оценивало московский парк каршеринга в 15 тыс. автомобилей [280]. Таким образом, в ближайшее время у него есть шанс стать крупнейшим в мире. Как и в мире в целом, в России основой каршеринга являются компании, владеющие автопарками и позволяющие пользователям оставить машину в любом разрешенном месте в пределах зоны покрытия сервиса. К концу 2018 г. число игроков каршеринга в Москве достигло 15-ти, что, согласно международному опыту, может восприниматься как избыточное количество. Количество поездок на каршеринговых автомобилях в Москве составило почти 25 млн. в 2018, подсчитали в Российской ассоциации электронных коммуниуаций (за 1 рабочий день москвичи совершают 65 000 поездок на каршеринге). [274] В ближайшие годы консолидация игроков видится закономерным развитием каршеринга столицы. За пределами Москвы каршеринг пока не получил широкого распространения. В большинстве российских миллионников работают, как правило, не более двух операторов, владеющих небольшими автопарками.

Исключением является Санкт-Петербург, где присутствуют уже пять операторов. На конец III квартала 2018 года размер совокупного парка по городам России превысил 18 тыс. [280]. Модель P2P (когда частный автовладелец позволяет другим пользоваться его автомобилем) на сегодняшний день не реализовалась как массовое явление.

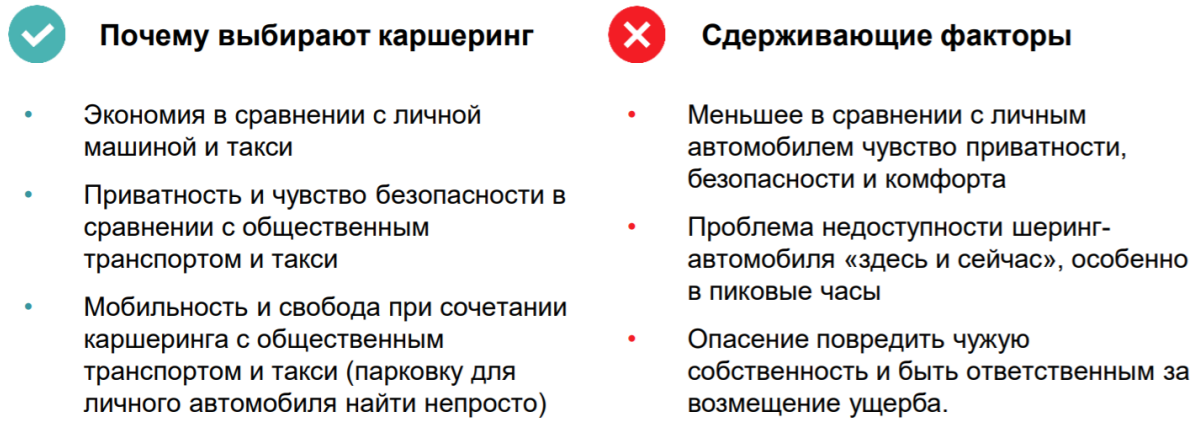


Рисунок 39. - Сильные и слабые стороны каршеринга
Источник: [280].

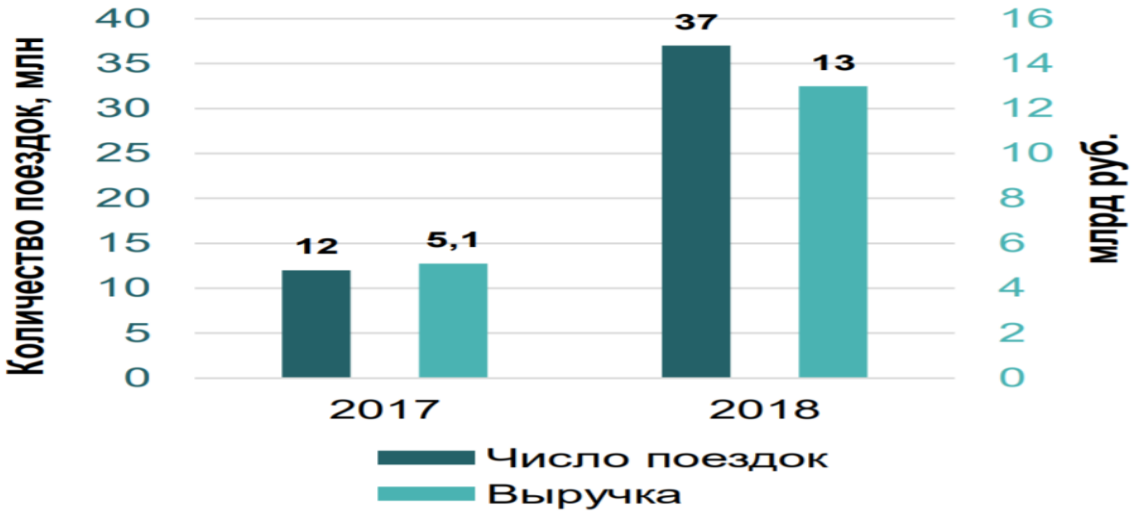


Рисунок 40 - Динамика рынка каршеринга в 2017 - 2018 годах
Источник: [280]

Рисунок 41 - Основные параметры использования каршеринга

«Яндекс» планирует в 2020 запустить тестирование сервиса каршеринга в Европе. Компания начнет с 1000 электромобилей в одном из городов Евросоюза. В настоящее время «Яндекс» выбирает среди городов с благоприятными условиями для электромобилей, в том числе между Мадридом и Копенгагеном, а также среди городов во Франции и Италии.

Ключевыми операторами на рынке являются Яндекс.Драйв, BelkaCar, Делимобиль и Mail.ru Group с сервисом YouDrive.

«Яндекс.Драйв» – крупнейший в России сервис каршеринга по размеру автопарка. FT также называет его крупнейшим в мире – более 21 000 машин. Пока сервис работает только в России и на родном рынке по выручке в 2018 г. уступал конкуренту – «Делимобилю»; данных за 2019 г. еще нет [282].

«Делимобиль» (12 500 собственных машин в парке и 1000 партнерских) уже начал европейскую экспансию – в 2019 г. его сервис Anytime стал работать в Праге. Компания ранее заявляла о планах выйти на польский рынок, но пока не работает там. Также «Делимобиль» работает в Белоруссии и Казахстане [282].

Через пять лет «Делимобиль» планирует работать не менее чем в 19 странах и 90 городах. Цель компании – войти в тройку крупнейших по выручке

операторов каршеринга в мире. Пока лидируют объединенные Car2Go и DriveNow – компания ShareNow, на 2-м месте – американская ZipCar.

У YouDrive, пока работающего только в России, также есть планы развития бизнеса за рубежом. В автопарке сервиса более 2000 автомобилей, план – увеличить их число до 10 000 к августу 2020 г. [282]

В декабре 2019 года созданная основателем «Вымпелкома» Дмитрием Зиминым BMT Private Equity Ltd (BMT) стала единственным владельцем BelkaCar Ltd – головной компании одноименного российского каршеринга, следует из кипрского реестра. BelkaCar – третий по размеру автопарка (данные Сбербанка, середина ноября 2019 года) каршеринг в России. Выручка в 2018 г. – 1,373 млрд руб., по данным «СПАРК-Интерфакса» [246].

Карпулинг

В России платформы карпулинга (райдшеринга) в основном специализируются на междугородних поездках, дополняя железнодорожное и автобусное сообщение. Сегодня Россия является крупнейшим рынком карпулинга в Европе: российское сообщество насчитывает 16 млн человек. Ежедневно карпулингом пользуются около 100 тыс. россиян.

Карпулинг пока не проник во внутригородские поездки. Практика внутригородских совместных поездок по большей части основывается на долгосрочных офлайновых договоренностях между соседями и коллегами, хотя платформенные решения для коротких поездок в настоящее время тестируются в разных странах. Существуют разные модели монетизации платформ карпулинга. Наиболее распространенные: комиссия с транзакции и подписка на доступ к платформе.

Ключевым оператором является BlaBlaCar. Ряд проектов (например, ЯндексПопутка) были в 2018 – 2019 годах заморожены.

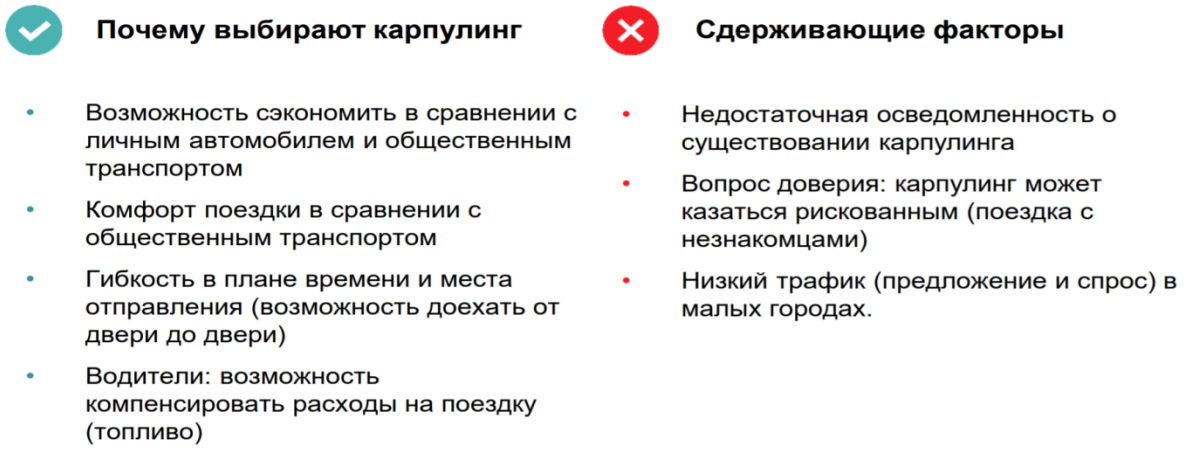


Рисунок 42 - Сильные и слабые стороны карпулинга
Источник: [53]

Рисунок 43 - Динамика рынка карпулинга в 2017 - 2018 гг.
Источник: [53]

Российский рынок навигационных карт

Российский рынок программного обеспечения для GPS-навигаторов в ближайшее время могут настигнуть серьезные перемены. По мнению специалистов, они уже начались с выходом нового игрока и потерей позиций некоторыми старыми участниками.

Недавно стало известно о запуске в коммерческую эксплуатацию нового навигационного сервиса «Прогород». Беспрецедентный для России по объему инвестиций (около $7 млн) проект при определенных условиях способен потеснить традиционных для данного рынка участников.

По данным аналитической группы SmartMarketing, ситуация на рынке персональных автонавигаторов сейчас выглядит (в приблизительных величинах) следующим образом [256]:

– «Навител Навигатор» – 35% (20% в 2008 году);
– ПО на базе карт TeleAtlas – 35% (45% в 2008 году);
– ПО на базе карт «Навиком» (Garmin) – 25% (30% в 2008 году).

В сегменте коммуникаторов и смартфонов дела обстоят так (в приблизительных величинах):

– «Навител Навигатор» – 15% (45% в 2008 году);

– ПО на базе карт Navteq – 25% (20% в 2008 году).

Остальные устройства – без предустановленного навигационного ПО.

Рост доли «Навител Навигатор» и падение доли TeleAtlas обусловлено падением продаж ряда крупных зарубежных брендов и ростом продаж локальных вендоров, более гибко приспосабливающихся к новым условиям стагнирующего рынка. Падение «Навител Навигатор» в сегменте WID (коммуникаторы и смартфоны) объясняется резким падением продаж у ведущих производителей Windows Mobile устройств – прежде всего, HTC, ASUS и Acer».

Впрочем, при использовании иного подхода к сбору статистики – по количеству реально используемых копий ПО и активности пользовательской аудитории – ситуация по версии SmartMarketing (в приблизительных величинах) выглядит иначе.

– «Навител Навигатор» – 35%;
– решения на базе карт TeleAtlas – 30%;
– решения на базе «СитиГИД» – 10%;
– решения на базе Navteq – 10%;
– решения на базе карт «Навиком» – 15%.

Появление нового игрока с «отечественными корнями» может довольно значительно повлиять на рынок только при условиях представления качественного и конкурентоспособного на рынке продукта, то есть, прежде всего, это касается актуальности данных карт, широты покрытия и удобства интерфейса навигационной программы». И тем не мене это может уже в ближнесрочной перспективе отразиться на долях рынка «Навител Навигатор», «СитиГИД» и части решений на базе карт TeleAtlas – прежде всего, от локальных вендоров.

Российский рынок ГИС-сервисов

В настоящее время в России функционируют следующие картографические и геоинформационные сервисы [212]:

Яндекс-Карта. Поисково-информационная картографическая служба

В Яндекс.Картах есть поиск, информация о пробках, маршруты и панорамы улиц. В России используются собственные карты компании, которые обновляются раз в две недели.

Карты доступны в четырех вариантах: схемы, спутниковые снимки, спутниковые снимки с надписями и условными обозначениями (гибрид) и Народная карта.

Приложение «Народная карта» делает снимки местности и отправляет их на одноименный сервис редактирования карт. Водители могут закрепить смартфон на лобовом стекле и снимать дорогу во время движения. Программа будет делать фото раз в одну-две секунды и сохранять их на смартфон. Данные с фото считываются картографами при помощи технологий компьютерного зрения. Они проверяют качество снимков и распознают на них важные объекты. После этого снимки анализирует система распознавания изображений.

На Яндекс.Картах также доступна подсветка района, города или области после поиска организации на сайте. Предусмотрен поиск как по географическим объектам (адресам, улицам, городам, регионам и странам), так и по организациям. Для ряда городов доступна служба Яндекс.Пробки: индикатор автодорожных заторов. Уровень заторов определяется по десятибалльной шкале и по четырехцветной графической, информация собирается с дорожных камер. Показания этой службы могут учитываться при автоматической прокладке маршрутов.

MAPS.ME. Сервис офлайн-карт и навигации

Бесплатный сервис с офлайн-картами и навигацией для мобильных устройств на основе данных OpenStreetMap (OSM). Есть готовые маршруты по городам мира. Они включают в себя главные достопримечательности, музеи, парки и др. Нажав на объект, отмеченный в рамках маршрута, появляется его подробное описание.

В декабре 2018 года MAPS.ME запустил собственную платформу, которая позволяет создавать маршруты и делиться ими с другими путешественниками. Пользователи MAPS.ME получили возможность создавать путеводители на основе своих меток на картах. Готовый маршрут можно загрузить в каталог, сделав его доступным для всех или только для друзей.

EverGIS. Геоинформационная платформа

Платформа для работы с пространственными данными. Она подходит для решения различных задач — от отображения и оформления геообъектов на карте до проведения анализа. Работать с ней можно в многопользовательском режиме. На базе EverGIS разрабатываются и внедряются корпоративные геоинформационные системы (ГИС), геомаркетинговые решения, системы мониторинга геообъектов, публичные геосервисы и геопорталы.

Платформа позволяет создавать и редактировать объекты на карте. Их можно добавлять вручную (кликом на карту), использовать для создания шаблоны, а также импортировать объекты из XLSX, Shapefile, GeoJson, MIF/MID и файлов других форматов.

Аналитические функции EverGIS подходят для решения различных отраслевых задач. К примеру, с помощью системы можно проводить макроанализ социально-экономических и инфраструктурных характеристик территории (количество проживающих на территории, уровень их дохода, тип застройки).

GeoMixer. Платформа для разработки ГИС

Платформа помогает создавать и внедрять ГИС во внутренние системы и базы данных предприятий. GeoMixer позволяет работать с пространственными и бизнес-данными — от отображения адресной базы объектов до создания тематических карт и каталогов космических снимков, управлять ими и предоставлять к ним совместный доступ неограниченному числу пользователей.

Возможности платформы:

- поддержка основных ГИС-форматов, геокодинг из текстовых файлов по координатам или адресам;
- интеграция дополнительных данных (фото, видео, гипертекст);
- внедрение подключаемых сервисов (карты, снимки, адресный поиск, публичная кадастровая карта (ПКК), метаданные космосъемки);
- визуализация пространственных и атрибутивных данных;
- поиск объектов и редактирование векторных объектов;
- поддержка мобильных устройств.

РусГис. Геоаналитическая платформа

РусГИС позволяет увидеть на карте информацию о текущем состоянии материальных активов, ключевых показателях реализации проектов и программ развития, отклонении от целевых показателей. Платформа позволяет провести анализ изменений во времени и строить прогноз развития ситуации в будущем.

Сервисы на базе РусГИС позволяют оптимизировать издержки на эксплуатацию и ремонт, выявить недополученный доход на территории, снизить аварийность и повысить безопасность.

РусГИС – разработка ПАО «Ростелеком», внесена в Единый реестр российского ПО.

Аксиома. Геоинформационная система

Инструментарий ГИС позволяет работать с картографической информацией: создавать и редактировать данные, настраивать оформление объектов и слоев, просматривать информацию по объектам, трансформировать в различные системы координат и проекции, осуществлять выборку объектов, анализировать информацию, выполнять запросы.

Система поддерживает различные векторные форматы пространственных данных. Одновременно можно использовать данные в форматах ГИС РВ MapInfo, ESRI, Панорама, AutoDesk, MicroStation, ERDAS, аэрофотоснимки, спутниковые снимки, сканированные бумажные карты.

Infotech Lesinform. Система геомониторинга и управления лесным хозяйством

Система Lesinform обеспечивает централизованный учет данных о лесном хозяйстве, визуализирует информацию о состоянии и использовании лесов на карте, проводит удаленный контроль выполнения лесохозяйственных работ и противопожарных мероприятий, прогнозирует затраты на лесохозяйственные работы, позволяет планировать противопожарные мероприятия на основе прогнозов.

Пользователи системы осуществляют обмен оперативными данными с МЧС, Минобороны, Рослесхозом и другими ведомствами.

Мобильное приложение содержит мобильный геопортал и мобильный интерфейс для удаленного доступа в систему.

Функционирование ГИС в сельскохозяйственной отрасли обеспечивается за счет объединения разнородной информации в единую базу данных. База данных ГИС содержат аэрокосмические изображения, многослойные цифровые карты, атрибутивные таблицы данных, характеризующие структурные составляющие хозяйства и сведения о состоянии сельскохозяйственных угодий. В настоящее время аграрные

ГИС активно развиваются, а их использование позволяет повысить эффективность управления сельскохозяйственным производством по следующим направлениям:

- информационная поддержка принятия решений;
- планирование агротехнических операций;
- мониторинг агротехнических операций и состояния посевов;
- прогнозирование урожайности культур и оценка потерь;
- планирование, мониторинг и анализ использования техники.

Условно, информационные продукты для сельского хозяйства можно разделить на веб-сервисы и самостоятельное программное обеспечение [205]:

«Геоаналитика.Агро», компания «Совзонд» (Москва, http://www.sovzond.ru). «Геоаналитика.Агро» - облачный геоинформационный веб-сервис, предназначенный для поддержки принятия решений в области сельского хозяйства, предоставляющий доступ к массиву разнообразной, постоянно обновляемой информации о состоянии сельскохозяйственной растительности, условиях произрастания и характере землепользования. Аналитическое наполнение веб-сервиса базируется на автоматизированной обработке данных различных источников: открытые данные с космических аппаратов Landsat 8, Sentinel-1 и Sentinel-2; коммерческий сервис дистанционного мониторинга Blackbridge AG (RapidEye); цифровые модели рельефа; агрометеорологические данные и др. Доступ к сервису предоставляется в двух вариантах - через веб-интерфейс и через API, что позволяет встраивать «Геоаналитику.Агро» в качестве компонента комплексных информационно-аналитических систем частных компаний и органов государственной власти.

«КосмосАгро», компания «СканЭкс» (Москва, http://www.new.scanex.ru). Облачный онлайн-сервис «КосмосАгро»

предназначен для ведения непрерывного мониторинга состояния и использования сельскохозяйственных угодий, включая получение точных данных о границах полей, площадях посевов, состоянии сельскохозяйственных культур, оперативного выявления неблагоприятных стихийных воздействий, таких как засуха, вредители и болезни, а также для информационной поддержки процесса прогнозирования урожайности. В основе геосервиса лежит технология полностью автоматизированного тематического анализа материалов космической съемки, позволяющая получать значения вегетационных индексов и индексов условий вегетации, оценивать динамику развития посевов, посевных и уборочных работ, получать ряд дополнительных параметров состояния сельскохозяйственных угодий. Все результаты работы сервиса отображаются на карте и оформляются в виде отчетных материалов, что обеспечивает удобство анализа получаемых данных и позволяет накапливать статистическую информацию о состоянии посевов. В качестве исходных данных могут быть использованы любые снимки по желанию заказчика.

«AstroDigital» (США, http://www.astrodigitalew.com). API-сервис AstroDigital предлагает быстро получить индекс NDVI на основе данных Landsat 8. Сервис позиционирует себя, в том числе, и как решение для высокоточного земледелия. Однако, редкая повторяемость съемки и низкое, 30-метровое разрешение Landsat 8 вряд ли может быть эффективно использовано для решения задач высокоточного земледелия. Тем не менее, уже сейчас в течение суток любой пользователь в мире может получить обработанные данные, как на платной, так и на бесплатной основе.

Сервис «АгроТехнология», компания «ЦентрПрограммСистем» (Белгород, http://www.agritechnology.ru). Комплексный сервис «АгроТехнология» - это совокупность отдельных услуг с применением

геоинформационных технологий и программного обеспечения. Производится обработка и анализ снимков с получением NDVI, составление карт, интеграция с сервисами дистанционного зондирования Земли, сервисами, предоставляющими информацию о развитии сельскохозяйственных культур по вегетационному индексу растительности, метеорологическими сервисами, сервисами информации о пожарах.

«AgroNetworkTechnology», компания «Ант» (Москва, http://www.ant.services). Система ANT рассчитана на использование руководителями и агрономами предприятия и позволяет из любой точки мира получать всю необходимую информацию о состоянии производства, выполняемых операциях, текущем развитии урожая в реальном масштабе времени.

«ЦПС: АгроУправление», компания «ЦентрПрограммСистем» (Белгород, http://www.1cps.ru). Система «АгроУправление« предназначена для автоматизации задач управления электронными картами, ведения агро-номического учета, проведения мониторинга транспорта и земель сельскохозяйственных предприятий. Система реализована как веб-приложение на платформе «ГеоС», которая в свою очередь интегрировала возможности двух технологических платформ: «1С» и GeoServer. В поставку включено мобильное приложение для фото-видео фиксации событий на полях.

ГИС «ПанорамаАгро», КБ «Панорама» (Москва, http://www.gisinfo.ru). ГИС «Панорама АГРО» предназначе-на для комплексной автоматизации управления сельскохозяйственным предприятием в отрасли растениевод-ства и обеспечивает учет сельскохозяйственных угодий, ведение базы почвенного плодородия, агротехнологи-ческое планирование земледелия, мониторинг состояния полей и посевов, ведение базы сведений об авто-транспорте,

сельскохозяйственной техники и агрегатах, дистанционный контроль механизированных работ на основе ГЛОНАСС/GPS навигации технических средств и информационное взаимодействие с внешними про-граммами, включая продукты на платформе «1С».

ГИС «Точный фермер», компания «Информтех» (Махачкала, http://www.farmscan.ru). Основной задачей ГИС «Точный фермер» является сбор, преобразование, хранение и анализ данных о собранном урожае, а также аналитика планирования будущей деятельности. К заявленным возможностям относятся: обработка и анализ данных, полученных в процессе работы сельскохозяйственных машин; построение карт урожая; создание карт дифференцированного распыления удобрений; получение граничных карт поля; расчет статистических характе-ристик карты сельхозугодий и проведение сравнительного анализа карт.

ГИС «Агроаналитика», компания «Gurtam» (Минск, http://www.agroglonass.ru). ГИС «Агроаналитика» изначально разрабатывалась как дополнение к системе Wialon, предназначенной для контроля передвижения техники. Дополнительная система позиционируется как профильная и интегрирует воедино работу агрономического, инженерного и экономического отделов сельхозпредприятия. Система позволяет вести журнал полевых работ и учет технологических операций, а также строить отчеты по полевым работам. Какого-либо аналитического ГИС функционала кроме создания карты полей среди возможностей программы не наблюдается.

ИАС «ГЕО-Агро», компания «ГЕОМИР» (Мытищи, http://www.geomir.ru). ГИС-модуль ИАС «ГЕО-Агро» предназначен для хранения и анализа различных карт: агрохимических, агрофизических, урожайности, дифференци-рованного внесения удобрений по технологии точного земледелия, карт направления движения техники на по-лях, карт

отбора проб, почвенных карт и других. Система ведет учет климатических и метеоданных, формирует пользовательские отчеты и позволяет печатать карты.

Дневник Агронома, компания «ExactFarming» (Москва, http://www.exactfarming.com). Мобильное приложение «Дневник Агронома» позволяет вести электронную книгу истории полей севооборотов, составить карту полей, спланировать севооборот и техкарту, организовать учет полевых работ.

Анали возможности представленных программных продуктов позволяет сделать вывод о достаточно однотипном предложении, как со стороны сервисов, так и разработчиков программного обеспечения. Для веб-сервисов стоит подчеркнуть специализацию на обработке данных дистанционного зондирования, а программное обеспечение делает упор на совмещение навигационных данных сельскохозяйственного транспорта с аналитическими картами полей. Скорее всего, дальнейшее развитие ГИС для сельского хозяйства будет включать в себя и возможности веб-сервиса, и более техническую компоненту [205].

Сравнительный анализ зарубежных и российских ГИС показал, что для всех зарубежных программных платформ характерно наличие полноценной работы с различными картографическими проекциями и системами координат (СК), в том числе имеются встроенные механизмы преобразования пространственных данных из одной системы координат в другую. Однако работа с российскими СК, особенно местными и кадастровыми МСК-ХХ, созданными для каждого субъекта федерации, затруднена, так как параметры привязки этих систем к географическим СК являются секретными. На практике это приводит к тому, что пользователи для работы с зарубежными ГИС выбирают либо условную плоскую систему координат, либо наиболее похожую по характеристикам из имеющихся зарубежных. И в том, и в другом случае

исключена правильная географической привязки данных, которая не позволит создать единое координатное пространство и совместить данные из разных источников.

Второй общей проблемой является система графических условных обозначений, применяемых в Российской Федерации для цифровых карт, которая является излишне сложной и скопирована с условных знаков для традиционных бумажных карт. Практически для всех широко используемых зарубежных ГИС существуют наборы условных знаков, которые позволяют сделать внешний вид карты максимально похожим на российские внутренние требования, но ни один из них не позволяет добиться полного соответствия и отобразить в условные обозначения.

Особенностью практически всех ГИС, которые разработаны в Российской Федерации или странах СНГ, состоит в том, что они очень сильно ориентированы на решение конкретных прикладных задач в той или иной предметной области. При этом в данной области они обычно решают задачи лучше, чем зарубежные универсальные ГИС, поскольку лучше соответствуют сложившимся технологическим процессам и системе нормативных требований. При работе в универсальных ГИС типа ArcGis или MapInfo без приобретения дополнительных модулей или привлечения опытных разработчиков, которые смогут адаптировать данную ГИС под российские требования, удовлетворительный результат получить не получится [205].

По данным ГИС-Ассоциации лидером рейтинга использования ГИС в Российской федерации стала платформа ArcGis в виду большого количества продуктов и универсальности платформы, которая может использоваться практически во всех сферах применения ГИС. Далее следуют продукты фирмы Autodesk (AutoCad), что объясняется большим распространением базовых пакетов САПр среди проектных организаций, которые разрабатывают и выдают заказчикам большое количество

технической документации, в том числе содержащей пространственные данные. Третье место заняла платформа российской разработки КБ «ГИС Панорама», которая имеет собственное проработанное геоинформационное ядро и множество специализированных решений на его базе, что также позволяет использовать данную платформу практически во всех сферах применения ГИС.

ВЫВОДЫ:

Рынок телематических транспортных и интеллектуальных систем в настоящее время в России развивается чрезвычайно быстро.

По данным исследования Berg Insight [255], количество активного оборудования систем управления в коммерческих автопарках России (СНГ) и Восточной Европы по итогам 2015 года составило 4,2 млн единиц.

В конце 2018 года в SIM-картах (или в единицах устройств) рынок транспортной телематики России Алексей Смятских, генеральный директор навигационного холдинга СпейсТим, оценивал в 200-220 тыс. штук.

По итогам 2018 года суммарная выручка крупнейших поставщиков ИТ для транспортных компаний составила 29,6 млрд рублей. Это на 7,2% меньше, чем в 2017 г. Основная причина – сложная ситуация в таких крупных компаниях как Luxoft и «Техносерв». Эти компании в текущем году не принимают участие в рейтингах. Luxoft, ранее занимавший в нем 1 место, в начале 2019 г. был продан группой IBS американской компании DXC Technology за $2 млрд [195]. «Техносерв» еще не успел оправиться от возникших проблем [272].

На середину 2019 года лидером в сфере IT для транспортных компаний безусловно является компания Крок (₽3,4 млрд) [227] – компания активно работает на рынке информатизации транспортной отрасли и в конце 2018 г. объявила о начале сотрудничества с «Группой Т-1» в области цифровизации транспортных систем регионов. На втором месте «Рамакс групп» (₽3,2 млрд) [266], которая реализована несколько крупных проектов для «Аэрофлота», авиакомпании «Россия» и Санкт-Петербургского метрополитена. На третьем месте акционерное общество ГЛОНАСС (₽2,5 млрд) [201]. ГЛОНАСС является оператором системы помощи на дорогах «ЭРА-ГЛОНАСС», а также активно развивает дополнительные сервисы. На четвертом месте – BIA-Technologies (₽2 млрд) [187], которая реализовала целый ряд проектов для компаний «Деловые Линии» и «Газпромнефть-Региональные продажи». Пятое

место занимает «ЗащитаИнфоТранс» (₽1,99 млрд) [277], выполняющая целый ряд проектов по заказу Министерства транспорта РФ.

Вышеуказанные заказчики позволили BIA-Technologies увеличить выручку от проектов для транспортных компаний в 2018 г. более чем в 2 раза и стать лидером роста среди компаний первой десятки. На 73% больше в 2018 г. заработал в транспортном сегменте «Программный продукт» (общее 6 место в списке) – компания активно сотрудничает с Правительством Москвы, Центральной пригородной пассажирской компанией и Московским метрополитеном. А абсолютным лидером по темпам роста (почти на 240%) стал поставщик компьютерной техники Philax [197], клиентами которого являются «Автодор», ОАО «РЖД» и другие крупные компании. За ним идут еще один поставщик техники - OFTGroup (120%) [196] – в числе его клиентов такие крупные компании, как аэропорты «Внуково», «Домодедово», «Шереметьево», а также РЖД, Мострансавто и Московский метрополитен, и «Компарекс» [245] (SoftwareONE) с показателем 111% – в 2018 г. компания реализована целый ряд крупных проектов, в частности выиграла конкурс на поставку пакета офисных приложений «МойОфис Стандартный» для «Аэрофлота».

По данным компании Ptolemus Consulting Group Россия за 2017 – 2019 годы вошла в 10-ку крупнейших стран по количеству программ умного страхования. Сейчас в стране работает шесть телематических страховых программ от различных страховых компаний. По данным компании, рынок умного страхования в России к 2020 году составит 4,1 трлн рублей.

По данным ведущих консалтинговых компаний драйвером роста российского рынка систем управления автопарком, скорее всего, станут госпроекты [228].

Аналитики iKS-Consulting сообщают, что 45% всех M2M SIM-карт применяется в транспортной отрасли. В России более 25 тыс. единиц грузовиков, оснащенных телематическими OEM-терминалами. На рынке

систем мониторинга и управления транспортом лидируют Volvo Truck (Dynafleet) и Scania (Fleet Management System) [191]. По итогам 2018 г. объем основных сегментов рынка мониторинга транспортом составил около 14,9 млрд руб. и вырос на 8,5% по сравнению с данными 2017 г. (13,7 млрд руб.). Структура рынка: 10,5 млрд руб. приходится на доходы от абонентской базы платформ для мониторинга транспорта, по 2,1 млрд руб. – на сегменты терминалов и датчиков уровня топлива.

Доля доходов от абонентской базы ПО составляет более 70% рынка мониторинга транспорта. Лидерами по приросту абонентской базы стали российская платформа Omnicomm Online/Omnicomm (+27% по сравнению с 2017 г.), Wialon/Gurtam (+14%) и «Автограф/техноком» (+7%). В сегменте терминалов для мониторинга транспорта (15% рынка) лидерами являются Omnicomm (25%), «Навтелеком» (19%), который предлагает оборудование в бюджетном ценовом сегменте, и «Техноком» (17%). В сегменте датчиков топлива (также 15%) лидирующие позиции удерживают Omnicomm (37%), «Техноком» (16%) и «Эскорт» (16%) [218]. Средняя стоимость абонплаты для клиента составила 408 рублей.

В России собственные приложения «Indoor-навигации» есть у питерского РИО «Словацкий дом», московских «Афимола», «Авиапарка». В России рынок пока развивается на уровне пилотных проектов.

В целом по рынку систем повышения точности навигации основными секторами потребления услуг являются госдарственные и социальные структуры (19,5%), транспорт (18,5%), строительство и промышленность строительных материалов (10,2%), машиностроение и приборостроение (5,7%), нефтяная промышленность (5,5%) и сельское хозяйство (5,2%) [58].

Основными игроками на рынке являются Российские космические системы, КБ Навис, Навгеоком, Геонавигация

Объем российского рынка VR устройств, ПО и контента к концу 2016 г. оценивался в 1,2 млрд. руб. Объем рынка VR-решений для бизнеса – 348

млн. руб. Количество проданных VR-единиц в 2016 г. составило 560 тыс., а к середине 2020 г. показатель вырастет до 5,41 млн. Объем российского рынка корпоративных клиентов к середине 2020 г. составит 7,5 млрд. долл. При этом рынок оборудования снизит темпы роста, передав пальму первенства услугам и ПО.

Наибольшее развитие каршеринг получил в Москве Столичное правительство по итогам 2018 года оценивало московский парк каршеринга в 15 тыс. автомобилей [280]. К концу 2018 г. число игроков каршеринга в Москве достигло 15-ти, что, согласно международному опыту, может восприниматься как избыточное количество. Количество поездок на каршеринговых автомобилях в Москве составило почти 25 млн. в 2018, подсчитали в Российской ассоциации электронных коммуниуаций (за 1 рабочий день москвичи совершают 65 000 поездок на каршеринге). [274] В ближайшие годы консолидация игроков видится закономерным развитием каршеринга столицы. За пределами Москвы каршеринг пока не получил широкого распространения. На конец III квартала 2018 года размер совокупного парка по городам России превысил 18 тыс. [280]. Ключевыми операторами на рынке являются Яндекс.Драйв, BelkaCar, Делимобиль и Mail.ru Group с сервисом YouDrive.

Сегодня Россия является крупнейшим рынком карпулинга в Европе: российское сообщество насчитывает 16 млн человек. Ежедневно карпулингом пользуются около 100 тыс. россиян.

ГЛАВА 8. Оценка влияния рынка OEM-модулей на развитие российского и международного рынка «Автонет»

8.1 Перспективы развития OEM-модулей автомобильного применения

Как уже отмечалось выше, в отраслевой структуре мирового рынка НАП ГНСС на сегодня порядка 6-7% от общего количества производимой и поставляемой НАП приходится на навигационную аппаратуру для наземного транспорта.

По оценкам аналитиков, автомобильный сегмент НАП ГНСС, хотя и уступил лидерские позиции мобильным устройствам, тем не менее, является вторым по величине и одним из наиболее стабильно растущих сегментов аппаратуры потребителей. Начиная с 2011 г., когда годовой объем поставок составлял порядка 50 млн. ед. НАП, рынок существенно вырос, и в 2019 г. объем поставок автомобильной НАП равнялся примерно 100 млн. устройств.

По оценкам GSA к 2029 г. суммарный объем поставок только специализированной НАП ГНСС автомобильного применения (без учета беспроводных мобильных устройств) в количественном выражении около 280 млн. ед.

В целом, в сегменте НАП автомобильного применения аналитики GSA выделяют следующие подсегменты:

- Портативные переносные автонавигаторы (PND);
- Встроенные автомобильные навигационные системы (IVS);
- «Умные» цифровые тахографы (Smart Tachographs);
- Встроенные системы предупреждения об авариях (eCall);
- Устройства страховой телематики (Insurance Telematics);
- Устройства для автоматического взимания платы с грузовиков (Road User Charges, RUC);
- Многофункциональные информационно-навигационные системы помощи водителю (Advance Driver Assistance Systems, ADAS)

– Системы управления автопарком (Fleet Management Systems)
– Умные тахографы (Smart Tachographs).

Относительно текущих рыночных тенденций в сегменте НАП ГНСС автомобильного применения необходимо заметить следующее:

- В 2009-2019 гг. наблюдался спад в сегменте PND. Объем продаж персональных навигаторов автомобильного применения в 2019 г. остался на уровне 20 млн. шт.
- Объем продаж встроенных автомобильных навигационных систем (IVS) в 2019 г. достиг примерно 40 млн. ед., что позволило сохранить положительную динамику в сегменте НАП автомобильного применения.
- В 2019 г. суммарно было продано порядка 10-12 млн. систем eCall и примерно столько же устройств страховой телематики (Insurance Telematics). Эти сегменты демонстрируют наиболее динамичный рост.
- Объем поставок устройств взимания платы с грузовиков (RUC) и систем управления автопарками в 2019 г. достиг 1,5-2 млн. ед., стабилизировавшись после нескольких лет опережающего роста.

Прогнозная динамика поставок различных видов НАП ГНСС, используемой для автомобильной навигации, по оценкам GSA представлена на Рис. 44.

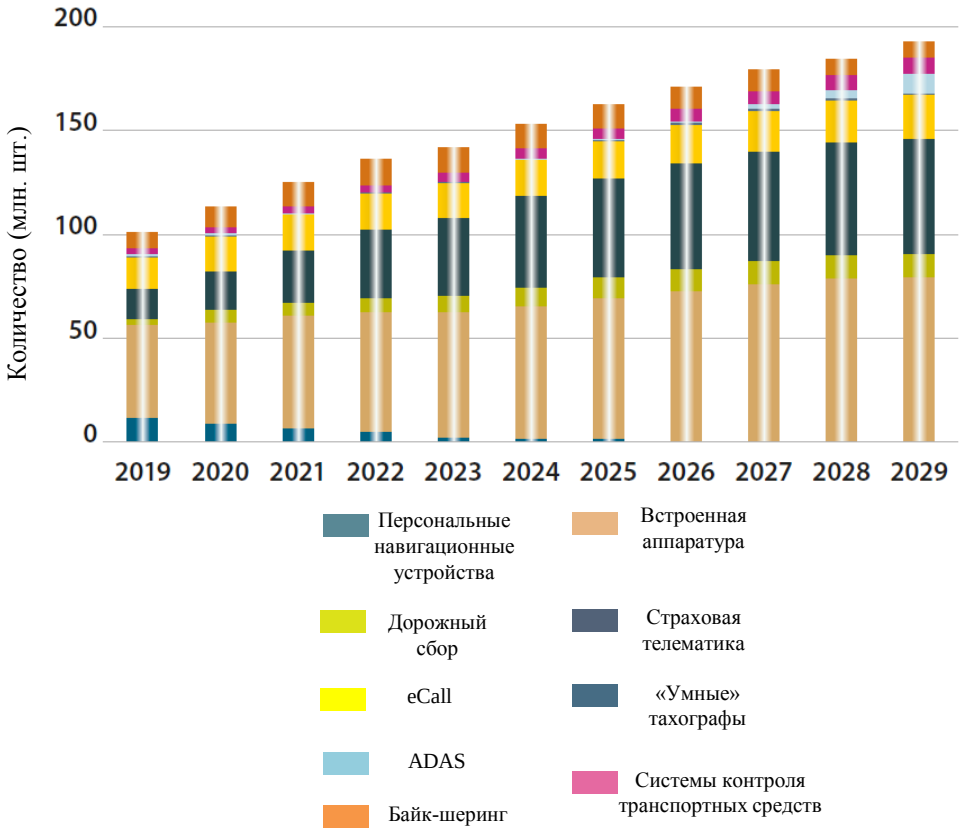


Рис. 44 – Динамика поставок НАП ГНСС автомобильного применения в 2019-2029 гг. (млн. шт.)
Источник: GNSS Market Report / GSA, 2019. – 120 p. [87].

Как видно из Рис. 44, в период с 2019 по 2029 гг. поставки НАП автомобильного применения продолжат динамичный рост: их объем за 10 лет в количественном выражении должен увеличиться почти в 2 раза – с 100 млн. устройств в 2019 г. до 280 млн. в 2029 г.

Как следует из отчетов GSA, портативные навигаторы в долгосрочной перспективе будут все более активно вытесняться с авторынка «подключенными» смартфонами и планшетами – мобильными устройствами и специализированным ПО для автомобильной навигации и к 2029 г. объем их поставок может сократиться вдвое.

Что касается встроенных автомобильных навигационных систем, их поставки, наоборот, продолжат устойчивый рост, достигнув 80 млн. ед. в 2029 г., - вдвое больше по сравнению с 2019 г.

Кроме того, ускорятся темпы внедрения встроенных навигационных систем и приложений, призванных повысить безопасность автомобильного транспорта - eCall, RUC, ADAS, PPUI (Pay–per-use-insurance) и др. Эти системы несут большие возможности как для автомобилистов, так и для крупных производителей навигационного оборудования и ПО.

Дополнительными «драйверами» рынка будут выступать крупные межгосударственные (например, eCall) и государственные проекты в области безопасности на транспорте, мониторинга и развития дорожно-транспортной инфраструктуры.

С апреля 2018 г. года в странах ЕС вступили в силу требования, согласно которым все новые автомобили должны оснащаться системой вызова экстренных служб eCall 112. В связи с этим аналитики ожидают ускоренного роста поставок встроенных систем экстренного реагирования. Помимо европейской eCall, свой вклад в рост поставок таких систем будут вносить новые автомобили стран ТС, в обязательном порядке оснащаемые российской «ЭРА-ГЛОНАСС», белорусской «ЭРА-РБ» и казахстанской «ЭВАК». Ряд европейских СМИ уже написали, что фактически Европа идет по стопам России, которая не только обогнала ЕС, но и «успешно запустила собственную систему экстренного реагирования».

В 2019 г. объем поставок систем eCall увеличился почти до 15 млн. ед., по сравнению с 12 млн. ед. в 2018 г. В 2029 г. суммарный объем поставок автомобилей, оснащенных системами экстренного реагирования, может достичь 40 млн. ед.

Суммарный объем поставок в оставшихся подсегментах (RUC, тахографы, системы управления автопарком) вырастет по прогнозу с 5 млн. устройств в 2019 г. до 20 млн. к 2029 г. Ожидается, что наиболее высокими темпами будут расти поставки систем управления автопарком, доля которых составит до 50% в общем объеме поставок.

Заметим, что даже без учета смартфонов, используемых как автонавигаторы, общее количество автомобилей со встроенными и переносными навигационными системами к 2029 г. достигнет 500 млн. ед.

Общая выручка от продаж НАП ГНСС автомобильного применения и сопутствующих услуг до 2029 г. представлена на Рис. 45.

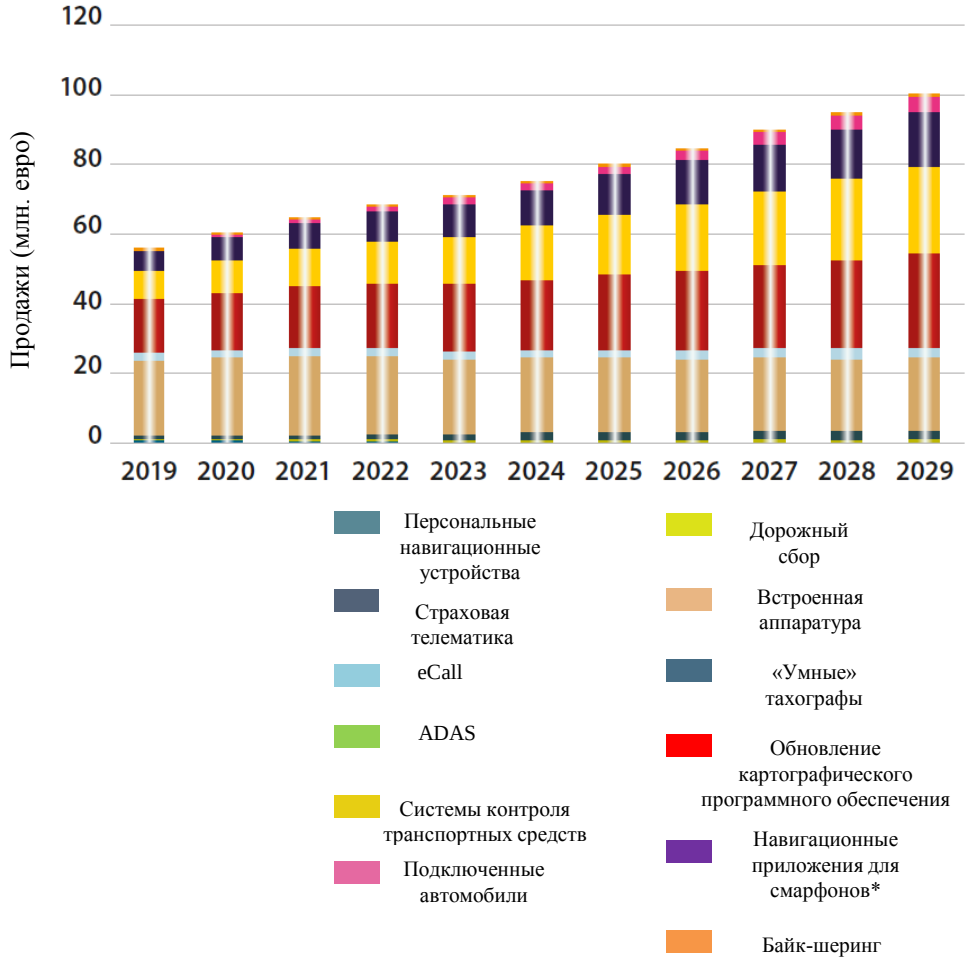


Рис. 45 – Динамика продаж НАП ГНСС автомобильного применения в 2019 – 2029 гг. (млн. евро)
Источник: GNSS Market Report / GSA, 2019. – 120 p. [87].

Как видно из Рис. 45, стоимостные показатели продаж автомобильной НАП и сопутствующих услуг (обновление карт, навигационные приложения для смартфонов) продолжают рост. По итогам 2019 г. эти показатели достигли уровня примерно 55 млрд. евро, а в 2029 г. – 100 млрд. евро.

В страновом разрезе, ЕС и США будут бороться за долгосрочное лидерство по закупкам НАП ГНСС автомобильного применения со странами Азиатско-Тихоокеанского региона.

По оценкам аналитиков GSA, в регионах, находящихся за пределами США и Евросоюза, ежегодные темпы роста поставок НАП автомобильного применения составляют не менее 15-20%. В результате суммарная доля стран АТР в общем объеме продаж НАП автомобильного применения в 2019 г. в стоимостном выражении достигло 20 млрд. евро или 36%. На страны ЕС и США в 2019 г. пришлось, соответственно 20 и 10 млрд. евро.

Примерно такая же «равновесная» ситуация (Северная Америка, ЕС и АТР) сохранится и в количественной динамике поставок.

Что касается ведущих компаний – «игроков» мирового рынка автомобильной навигации, присутствующих в цепочке производства и поставок, их можно условно разделить на следующие группы (подробнее см. Приложение В Таблица 2):

- Производители чипов – Broadcom, CSR, Mediatek, Qualcomm, ST Microelectronics и др.
- Производители приемников – Garmin, TomTom, Japan Radio Co, FURUNO и др.
- Производители автомобилей – VOLKSWAGEN, GM, Hyundai-KIA, Toyota, BMW, Fiat, Ford, Peugeot-Citroen и др.
- Системные интеграторы – Bosh, Continental, Denso, SIEMENS, FICOSA и др.
- Провайдеры услуг – операторы мобильной связи, провайдеры телематических сервисов, поставщики информации о трафике и др.

К вышеперечисленным группам в настоящее время добавляется еще одна: ведущие компании на рынке навигационных приложений – такие, как Apple, Google и Microsoft, которые разворачивают борьбу за долю на рынке

встраиваемого навигационного оборудования и сопутствующего программного обеспечения для автомобилистов. Эта тенденция уже привела к падению продаж у традиционных производителей НАП ГНСС – таких, как Continental, Denso, Harman, а также Garmin и TomTom.

К ключевым зарубежным производителям, поставляющим НАП автомобильного применения на рынок РФ в 2017 г., относились: FIRST DIGITAL (Сингапур, 23,1 млн. долл.), LG ELECTRONICS (Республика Корея, 15,6 млн. долл.), CONTINENTAL AUTOMOTIVE (Германия, 15,4 млн. долл.). В совокупности на долю трех производителей пришлось 63,2% поставок в стоимостном выражении и 58,1% поставок в количественном выражении.

В 2017 г. по информации ФТС РФ в Россию было ввезено 786,0 тыс. ед. НАП ГНСС автомобильного применения на общую сумму 86,5 млн. долл. В базе данных за 2017 г. содержится информация о 92 иностранных поставщиках аппаратуры глобального позиционирования наземного применения. Среднестатистическая стоимость одного комплекта ввезенной НАП составила по данным ФТС 110 долл.

Динамика импорта и экспорта НАП автомобильного применения в 2010-2017 гг. представлена на Рис. 46.

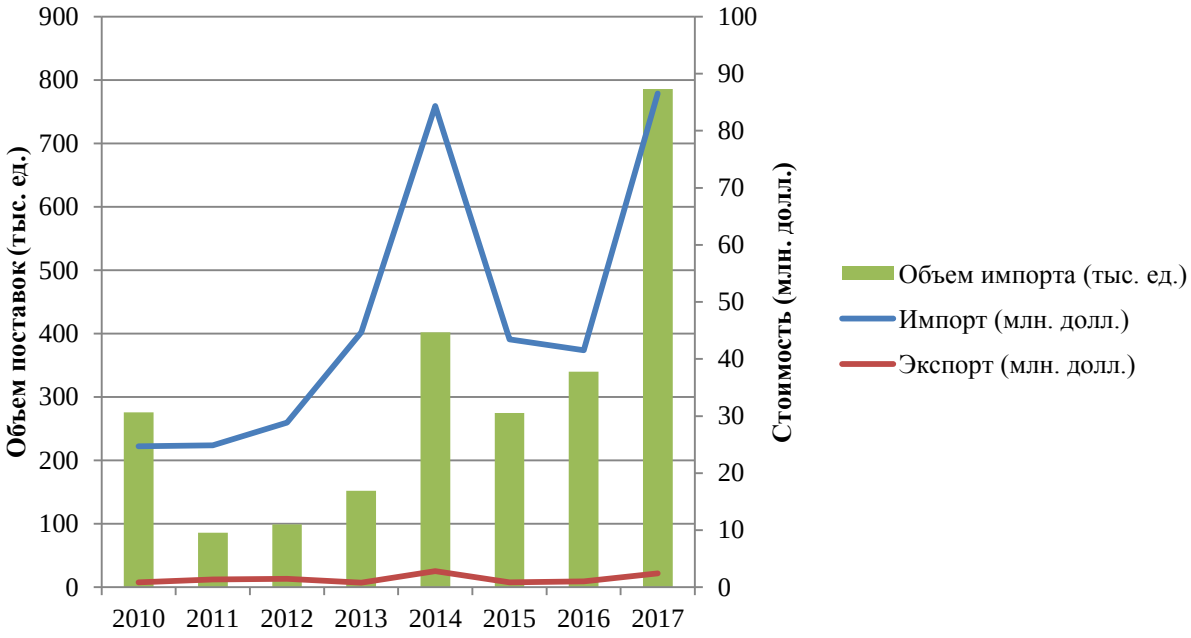


Рис. 46 – Динамика импорта и экспорта НАП автомобильного применения в 2010-2017 гг.

Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным:

1. Анализ состояния и тенденций развития мирового и российского рынков высокочастотной навигации и НАП ГНСС / АО «НТЦ «Интернавигация», 2018. – 358 с. [57].
2. Официальный сайт Федеральной таможенной службы РФ / Режим доступа: http://customs.ru (дата обращения: 24.12.2019) [95].

Как видно из Рис. 46, поставки НАП автомобильного применения на российский рынок в 2012-2014 гг. имели тенденцию к росту. В 2015 г. был зафиксирован резкий спад импорта почти в 2 раза в стоимостном выражении и в 1,5 раза – в количественном. В 2016-2017 гг. наблюдался стабильный рост поставок автомобильной НАП в РФ в количественном выражении, чего нельзя сказать о стоимостных показателях. В 2016 г. показатель снизился на 4,5%, что свидетельствует о падении цен на встроенные автомобильные навигационные системы. В 2017 г., напротив, стоимость импортных поставок возросла в 2 раза.

Необходимо отметить, что рост спроса на автомобильную НАП в 2017 г. связан со вступлением действия ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств» в части обязательного оснащения всех легковых автомобилей, производимых и продаваемых на территории РФ, устройствами «ЭРА-ГЛОНАСС» с 1 января 2017 г. Текущая ситуация такова,

что все оборудование «ЭРА-ГЛОНАСС» либо целиком производится за рубежом, либо на территорию РФ ввозятся отдельные комплектующие для сборки данного оборудования.

Согласно Рис. 46.наиболее высокие показатели экспортных поставок НАП автомобильного применения были зафиксированы в 2014 г. и в 2017 г., что в среднем более чем в 2,5 раза превышало значение показателя в любой другой год за последние 8 лет. В общей сложности в 2017 г. было зафиксировано 212 поставок при общем объеме 17,0 тыс. ед., осуществленных 38 экспортерами из России. Наиболее активную экспортную деятельность осуществляло ООО «ФОРТ-ТЕЛЕКОМ» – было поставлено 2 тыс. ед. НАП на общую сумму 0,6 млн. долл.

По данным экспертов, объем производства НАП в России в 2016 г. составил около 1400 тыс. ед., а в 2017 г. — 2050 ед., показав рост в 46 % за год. В стоимостном исчислении объем рынка НАП в 2016 г. составил порядка 7,5 млрд. руб., в 2017 г. — около 15 млрд. руб., показав шестикратный рост за три года, в основном, за счет продажи бортовых устройств взимания платы системы «ПЛАТОН» и устройств системы вызова экстренных оперативных служб государственной автоматизированной информационной системы «ЭРА-ГЛОНАСС» [112].

По данным на март 2018 г. в системе «ЭРА-ГЛОНАСС» было зарегистрировано около 1,6 млн. автомобилей – практически в 10 раз больше по сравнению с аналогичными данными на начало 2017 г. К середине 2019 г. эта цифра увеличилась до 4,0 млн. автомобилей. Вместе с этим растет число устанавливаемых терминалов системы «ЭРА-ГЛОНАСС». Следует ожидать продолжения роста показателей по той же причине, по которой был отмечен рост экспорта НАП автомобильного применения. Кроме того, следует ожидать активизации спроса на навигационную аппаратуру со стороны стран-членов Таможенного союза - Беларуси и Казахстана, где вводятся в эксплуатацию системы «ЭРА-РБ» и «ЭВАК» [113].

Практически все мировые лидеры поставляют на отечественный рынок навигационные приемники с поддержкой российской ГНСС ГЛОНАСС. Результат — в отечественных терминалах государственной системы «ЭРА-ГЛОНАСС» практически отсутствует отечественная ЭКБ. Официальная причина — импортная продукция дешевле. Анализ цены отечественных и импортных навигационных приемников показал, что импортная продукция дешевле на 2–3 долл. при заказе партии 500 тыс. шт., но нужна государственная поддержка продажи таких партий в условиях, когда зарубежные конкуренты заказывают партии по 10–20 млн. шт. При этом качество отечественных навигационных приемников соответствует ГОСТ Р 54620 на систему «ЭРА-ГЛОНАСС», что подтверждено натурными испытаниями.

До недавнего времени в литературе было представлено большое количество статей, описывающих российские разработки OEM-модулей, которые предлагалось использовать в системе «ЭРА-ГЛОНАСС». Среди них есть как навигационно-связные модули, так и отдельные навигационные модули. В Табл. 34 приведены результаты сравнения параметров OEM-модулей различных производителей с требованиями ГОСТ Р 54620-2011. Сравнение их характеристик показывает, что полностью требованиям этого ГОСТа на 2015 г. удовлетворяли лишь две модели — «ГеоС-3Е» (ООО ДК «ГеоСтар навигация») и NV08C (АО «НАВИС-Групп»). Обе они имеют собственные базовые чипы. Использование в модуле базового чипа российской разработки является гарантией того, что в непростых современных условиях импортозамещения изготовитель конечного оборудования не будет иметь проблем с комплектацией [115].

Табл. 34 – Сравнение ОЕМ-модулей российского производства

Пункт ГОСТ Р 56420-2011	«ГеоС-3Е» («ГеоСтар навигация»)	Neo M8N (u-blox)	NV08C («НАВИС Групп»)	MT3333 (MTK)	ML8088 («Навиа»)	CSRG0530 (SiRFStarV)
Прием и обработка сигналов стандартной точности в диапазоне L1 ГНСС ГЛОНАСС и GPS	С*	С	С	С	С	С
Поддержка режима только ГЛОНАСС	С	С	С	С	С	НС**
Встроенная функция RAIM	С	С	С	НС	НС	НС
Поддержка системы координат ПЗ-90.11	С	Через смещение относительно WGS-84 (Примечание 3)	С	Через смещение относительно WGS-84 (Примечание 4)	НС	НС
Предельные погрешности навигационных определений (при доверительной вероятности 0,95): плановых координат 15 м; высоты 20 м; вектора скорости 0.1 м/с	С	С	С	С	С	С
Интервал обновления навигационных данных не менее 1 с	С	С	С	С	С	С
Время восстановления слежения за сигналами после блокирования на время от 20 до 60 с не более 5 с	С	С	С	С	С	С
Чувствительность по обнаружению не ниже-163 дБВт	С	С	С	С	С	С
Чувствительность по слежению не ниже -188 дБВт	С	С	С	С	С	С
Возможность установки минимального угла возвышения спутников	С	Через бинарный протокол (Примечание 2)	С	С	НС	Через бинарный протокол (Примечание 2)

Источники: Алексеев В. Новый ГНСС-модуль «ГеоС-3Е» для системы «ЭРА-ГЛОНАСС» производства ООО ДЦ «ГеоСтар навигация» / Беспроводные технологии. – 2015. – №4. – С.40-47 [115].

Примечания: 1. С* – параметр ГНСС соответствует требованиям ГОСТ Р 54620-2011.
2. Н С** – параметр ГНСС не соответствует требованиям ГОСТ Р 54620-2011.
3. Работа в системе координат ПЗ-90.11 возможна только с помощью смещения системы координат относительно WGS-84 (X, Y, Z, углы поворота X, Y, Z) в бинарном протоколе.
4. Устанавливается только через бинарный протокол. В ЭРА-ГЛОНАСС основной протокол NMEA.

Сокращения: ГНСС – глобальная навигационная спутниковая система;
GPS – Global Positioning System;
RAIM – Receiver Autonomous Integrity Monitoring.

Сегодня на российском рынке продвигается трехсистемный навигационный модуль в составе НАП PRO-04, разработанный в АО «НИИМА «Прогресс». По своим техническим характеристикам и габаритам ПРО-04 может конкурировать с модулями ГЛОНАСС/GPS/Galileo ведущих зарубежных компаний (ST Microelectronics, Ublox, MediaTek), но ликвидировать разницу в цене с импортными модулями он не сможет. При этом необходимо отметить: по имеющимся сведениям ни один из импортных модулей не работает удовлетворительно в режиме «Only GLONASS» в терминалах «ЭРА-ГЛОНАСС» в отличие от ПРО-04. Исходя из этого, он имеет неоспоримые преимущества перед импортными модулями и может быть использован в таких массовых приборах, как тахографы, устройства взимания платы в системе ПЛАТОН и терминалы ЭРА-ГЛОНАСС [112].

Кроме навигационного модуля в терминале «ЭРА-ГЛОНАСС» очень важная позиция — модуля связи 2G/3G (GSM/GPRS/UMTS). Покрытие сети GSM очень важно для корректной работы устройства. При отсутствии сигнала сотовой связи не представляется возможным доставить в диспетчерский центр АО «ГЛОНАСС» сообщения об аварии.

На территории РФ покрыты сотовой связью GSM практически только федеральные дороги (90%-е покрытие). В России сегодня примерно 1,2 млн. км дорог, из которых только 50 тыс. км составляют федеральные трассы, т. е. 4,17 % от общего числа дорог. Перевозка опасных грузов и пассажирских автобусов осуществляется не только по федеральным трассам, но и по всем остальным дорогам. Исходя из данной статистики менее 5 % вызовов может быть принято в результате аварии. Установка дополнительных каналов связи позволит решить проблему оперативной доставки сообщения до спасательного центра. Разработкой модуля связи в составе модема ПРМ-01 также занимается АО «НИИМА «Прогресс» Внедрение в терминал «ЭРА-ГЛОНАСС» отечественного навигационного и связного модулей позволит повысить степень его локализации до 25%. Благодаря этому возможно будет выполнить требование постановления Правительства РФ № 1021 от 28 августа 2018 г., в котором указано, что в отечественной навигационно-связной аппаратуре с 1 января 2021 г. процентная доля стоимости иностранных комплектующих изделий должна составлять не более 80 % от общей стоимости комплектующих изделий, а с 1 января 2023 г. — не более 50 % от общей стоимости комплектующих изделий [114].

Значительное влияние на международный и российский рынок «Автонет» будет оказывать внедрение современных телематических сервисов и технологий, включая «умный» автомобиль. К перспективным сценариям дальнейшего развития автомобильной навигации специалисты относят концепцию «connected car» – подключение автомобиля к единой дорожной сети, позволяющее в режиме реального времени обмениваться полезной

информацией как с сетевой инфраструктурой (V2X), так и с другими участниками дорожного движения (V2V). «Подключенность» основана на интеграции как с спутниковыми, так и с наземными сетями, например, 5G. Проект «ЭРА-ГЛОНАСС» помимо важнейшего функционала по обеспечению безопасности и экстренного реагирования при авариях, является базисом для развития коммерческих услуг на базе уже подключенных автомобилей. К концу апреля 2018 г. уже почти 1,9 млн. автомобилей подключено к системе и порядка 150 тыс. (~8% от всех подключений) являются подписчиками платного сервиса по оказанию помощи на дороге [116].

В 2017 г. также продолжился выпуск бортовых устройств системы «ПЛАТОН» для грузовых автомобилей массой более 12 т. По данным ООО «РТ-Инвест Транспортные Системы», на конец 2017 г. регистрацию в системе прошли 356 128 тыс. грузоперевозчиков и 955 тыс. транспортных средств, при этом было выдано более 750 тыс. бортовых устройств. С учетом того, что на конец 2016 г. года было выдано уже более 570 тыс. единиц бортовых устройств, объем выданных в 2017 году устройств «ПЛАТОН» составил порядка 180 тыс. шт [57].

Наиболее перспективным направлением рынка «Автонет» становится внедрение систем автономного вождения без участия водителя. Технологии автономного вождения требуют высокой точности навигации, которая должна быть непрерывной, целостной и устойчивой вне зависимости от местонахождения транспортного средства и погодных условий. Поэтому помимо НАП ГНСС в прототипах автономных ТС уже сегодня используются элементы инерциальных и сенсорных систем, лидары, радары и камеры. Все эти средства должны интегрироваться с навигационной аппаратурой, чтобы обеспечить максимальную безопасность автономного ТС на дороге.

8.2 Сравнительный анализ рынка OEM-модулей России и зарубежных стран

Российская Федерация, являясь одной из крупнейших экономик мира, характеризуется низким уровнем развития рынка OEM-модулей. Это подтверждают рейтинговые оценки, представленные компаниями IC Insights и Gartner. Мало того, что ни одна российская компания, занятая производством навигационной аппаратуры и её компонентов, не входит в данные рейтинги, в них отсутствуют российские компании в целом [124, 128]. Данный факт, во-первых, можно объяснить незначительным объемом российского рынка радиоэлектроники, сегментом которого является рассматриваемая в работе продукция. (см. Рис. 47) [139]. Во-вторых, узконаправленностью деятельности российских компаний, представленных в исследовании, не позволяющей иметь значительные финансовые результаты. По этой причине компании отсутствуют даже российском рейтинге радиоэлектронной промышленности России [140].

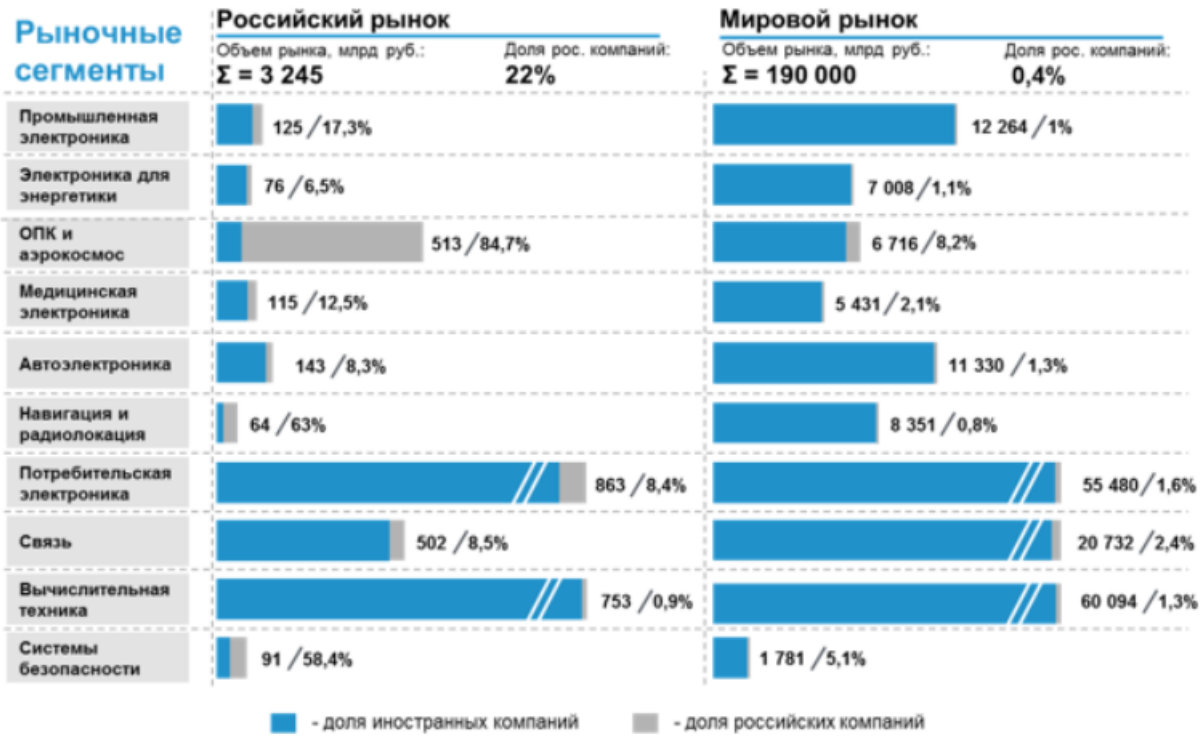


Рис. 47 – Сравнение российского и мирового рынка радиоэлектронной продукции

Источники: Микроэлектроника: Началось обсуждение проекта Стратегии развития электронной промышленности РФ на период до 2030 года [139].

Ключевой заказчик отечественной микроэлектроники - государство (45-60%), тогда как в мире - этот показатель 14%. В итоге, российская электроника - это военная электроника 91,8% приходится на военную продукцию. Экспорт российских организаций радиоэлектронной промышленности - 0,1% мирового рынка. Общий объем производства российской радиоэлектронной промышленности - 0,4% [139].

Сложившаяся ситуация обуславливается рядом факторов: накопившимся технологическим отставанием от зарубежных производителей по ряду направлений, низким уровнем материально-технического обеспечения электронных и радиоэлектронных производств, в том числе, в части наличия и внедрения систем автоматизации разработки и производства.

Тем не менее, микроэлектронное производство является одним из самых инвестиционноемких, для его развития изначально требуется глобальная стратегия. Здесь очень сложно построить успешный бизнес, опираясь только на внутренний рынок.

Согласно "Стратегии развития электронной и радиолектронной промышленности РФ на период до 2030 года", для обеспечения устойчивого развития микроэлектронной промышленности в долгосрочной перспективе необходимы [98, 138]:

- освоение производства стратегически важных материалов для микроэлектроники с учетом реальных потребностей разработчиков и производителей электронной и радиоэлектронной продукции;
- государственная поддержка непрерывного освоения новых технологических уровней для сохранения разработки и производства интегральных микросхем и сборок на их основе, для сохранения возможности производства критически важной электронной и радиоэлектронной продукции;
- обеспечение полного цикла разработки и производства микроэлектронной продукции на территории Российской Федерации. При соблюдении

приоритета выполнения работ в интересах обороны и государственной безопасности, разрабатываемые технологии военного назначения в области микроэлектроники при наличии возможности должны применяться при производстве гражданской продукции.

В целях реализации долгосрочных целей Стратегии будут использованы следующие инструменты [141]:

- изменение соотношения государственных и частных инвестиций в микроэлектронику (в 2019 г. - 50% на 50%, в будущем - 70% на 30%);
- субсидирования разницы в стоимости отечественной микроэлектроники;
- поддержка дизайн-центров в части субсидирования их расходов на создание новых рабочих мест, закупку оборудования и операционных расходов.

В связи с тем, что микроэлектронная продукция обеспечивает достижение информационной безопасности и иных потребительских характеристик электронной и радиоэлектронной продукции, ее рынок является приоритетным для освоения на всех этапах развития электронной и радиоэлектронной промышленности в долгосрочной перспективе.

Понимание глобальных тенденций, использование опыта работы компаний-лидеров, а также реализация стратегических программ в области развития радиоэлектронной промышленности будут способствовать укреплению позиций России на рынке OEM-модулей.

ВЫВОДЫ:

1. Автомобильный сегмент НАП ГНСС, хотя и уступил лидерские позиции мобильным устройствам, тем не менее, является вторым по величине и одним из наиболее стабильно растущих сегментов аппаратуры потребителей. По итогам 2019 г. суммарный объем поставок НАП ГНСС автомобильного применения составил около 100 млн. ед. В структуре сегмента автомобильной навигации наибольший объем продаж составляли встроенные автомобильные навигационные системы. Наиболее динамичный рост показателей приходится на системы eCall и устройства страховой телематики. Основными производителями чипов для автомобильной навигации являются такие компании, как Broadcom, Mediatek, Qualcomm, ST Microelectronics.
2. С ростом зарегистрированных в России автомобилей растет число устанавливаемых терминалов системы «ЭРА-ГЛОНАСС». Следует ожидать продолжения роста показателей по причине вступления в действие ТР ТС 018/2011 «О безопасности колесных транспортных средств» в части обязательного оснащения всех легковых автомобилей, производимых и продаваемых на территории РФ, устройствами «ЭРА-ГЛОНАСС» с 1 января 2017 г.
3. На текущий момент на российском рынке «Автонет» себя зарекомендовали лишь две компании, изготавливающие как OEM-модули, так и базовый чипсет для них. Такими компаниями являются ООО ДК «ГеоСтар навигация» и АО «НАВИС-Групп», чьи модули серии «Геос-3» и NV-08, успешно прошедшие сравнительные испытания, позволяют обеспечить высокоточную навигацию в режиме RTK. Сегодня на российском рынке «Автонет» готовится к внедрению новый навигационный модуль PRO-04, созданный АО «НИИМА «Прогресс». По своим техническим характеристикам и габаритам ПРО-04 может конкурировать с модулями ГЛОНАСС/GPS/Galileo ведущих зарубежных

компаний. При этом необходимо отметить, что ни один из импортных модулей не работает удовлетворительно в режиме «Only GLONASS» в терминалах «ЭРА-ГЛОНАСС» в отличие от ПРО-04. Исходя из этого, он имеет неоспоримые преимущества перед импортными модулями и может быть использован в таких массовых приборах, как тахографы, устройства взимания платы в системе «ПЛАТОН» и терминалы «ЭРА-ГЛОНАСС».

4. Доминирование иностранных производителей на российском рынке OEM-модулей во многом девальвирует усилия по созданию собственной НАП ГНСС, поэтому государству необходимо усилить поддержку отечественных производителей, направленную на увеличение выпуска продукции с высокой степенью локализации на российском рынке.
5. Значительное влияние на международный и российский рынок "Автонет" будет оказывать внедрение современных телематических сервисов и технологий, включая «умный» автомобиль. К перспективным сценариям дальнейшего развития автомобильной навигации специалисты относят внедрение систем автономного вождения. Такая система, являющаяся комбинацией новейших навигационно-информационных технологий, в частности технологий 5G, и сенсорных датчиков, будет логичным продолжением концепции "connected car". С точки зрения OEM-модулей обязательным требованием к системе будет работа в режиме all in view – по всем видимым созвездиям спутников.
6. Понимание глобальных тенденций, использование опыта работы компаний-лидеров, а также реализация стратегических программ в области развития радиоэлектронной промышленности будут способствовать укреплению позиций России на рынке OEM-модулей.

ГЛАВА 9. Оценка влияния рынка навигационных продуктов и услуг на развитие российского и международного рынка «Автонет»

9.1 Основные тенденции в средне- и долгосрочной перспективе

Эксперты считают, что в ближайшие годы число крупных ИТ-проектов на транспорте должно увеличиться. Можно надеяться, что они перестанут быть прерогативой крупнейших заказчиков. Со своей стороны, государство намерено всерьез заняться правовым и техническим регулированием, стандартизацией и внедрением в отрасли «сквозных технологий».

Кроме того, после принятия национального проекта «Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» [146] и формирования системы управления его реализацией [148] будет увеличиваться объем и сложность государственных задач, стоящих перед отраслью: развитие транзитного потенциала страны, повышение связанности регионов и др. Со стороны бизнеса уже формируются множество значимых сервисов. Это электронная цифровая накладная, «умная дорога», обеспечение безопасности на транспорте, цифровые сервисы для пассажирских и грузоперевозок, электронная пломба и декларирование грузов, сопутствующие услуги».

Активнее всего будет развиваться сегмент транспортной телематики – эксперты оценивают темпы его роста примерно в 10% в год. По оценкам компании OMNICOMM [210], уже 76% новых коммерческих автомобилей оснащаются датчиками уровня топлива и другими решениями для контроля расхода горючего. По данным компании, растет спрос на сервис безопасного вождения – 25%, технологии контроля температурного режима при перевозке продуктов питания, лекарственных препаратов – 22%. Спрос на терминалы, которые поддерживают протокол передачи данных в рамках постановления Правительства от 13.02.2018 № 153 [149] достигает 20%, интерес к видеотерминалам проявляют около 15% клиентов. Хотя в настоящее время Правила оснащения транспортных средств аппаратурой ГЛОНАСС

приостановлены (до 31 мая 2020 года [150], рынок ожидает, что больше Правительство не станет откладывать их введение в действие.

В ближайшие годы транспортные сервисы будут всё более востребованными в регионах. Например, если сегодня мониторинг транспорта доступен, по большей части, жителям крупных городов, то скоро благодаря облачным технологиям он появится и в небольших населенных пунктах. Создание такой системы требует немалых расходов, и пока не каждый регион может себе это позволить. Поэтому ряд компаний предлагает сокращённый вариант услуги. Например, АО ГЛОНАСС предлагает сокращённый пакет услуг по трансляции данных с навигационных устройств и их анализу. В результате местные власти смогут узнать, выполняют ли перевозчики маршруты, на которые они получили лицензии, опаздывают они ли нет и так далее.

В списке сдерживающих факторов – не только высокая стоимость решения, но, зачастую, и недостаточно устойчивое покрытие дорог услугами связи. Однако в рамках программы Цифровая экономика Российской Федерации [146] выделяется 28 миллиардов рублей на обеспечение связью на наиболее важных дорогах и элементах транспортной инфраструктуры, и, по мнению экспертов, пробелы со связью будут ликвидированы.

Прогноз дальнейшего развития российского рынка управления транспортным трафиком по мнению ряда экспертов является благоприятным. Аналитики «А+С Транспроект» считают, что в течение двух-трех лет можно ожидать взрывообразного роста продаж систем управления трафиком. Это связано с тем, что примеру Москвы, наиболее активной в части создания интеллектуальной транспортной системы, будут следовать сначала миллионники, а затем и другие города России, по уменьшению численности жителей. Многое будет зависеть от администрации каждого города: даже при скромных бюджетах можно внедрять отдельные информационные системы, улучшающие дорожную ситуацию. Однако темпы этого процесса до 2023 г.

зависят от слишком большого количества факторов, поэтому их, вероятно, достоверно не предскажет сегодня никто. Прогнозируется, что благодаря цифровизации объем рынка к 2023-2024 гг. будет измеряться десятками миллиардов рублей [276]

Эксперты ожидают, что ***рынок дополненной реальности*** будет активно развиваться и дальше. Начиная с 2021 г. рынок ждет некоторое насыщение и постепенное снижение темпов роста до 40–50% в год. Перспективы использования систем дополненной реальности в таких отраслях, как здравоохранение, образование и промышленность, будут определяться динамикой роста экономики страны в целом. При стагнации или рецессии возможности использования AR-технологии будут ограничены [201].

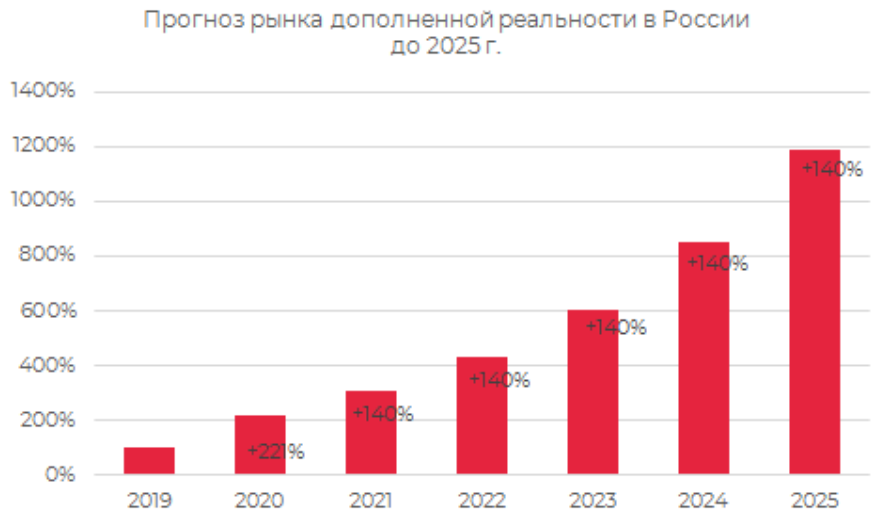


Рисунок 44 - Прогноз рынка дополненной реальности в России до 2025 года

В середине 2019 года аналитики TAdviser подготовили прогноз дальнейшего развития рынка [261] При формировании расчетной модели, аналитики TAdviser исходили из следующих фактов и допущений:

- Один из лидеров использования VR/AR – компания «Газпром нефть» - публично сообщила о 5 пилотных проектах, реализованных в 2018 году, и еще 5 проектах, запланированных на 2019 год. При этом успешно реализованные пилотные проекты планируются к развертыванию в

промышленных масштабах как в рамках самой «Газпром нефти», так и в других дочерних обществах компании «Газпром»;

- Публичная оценка ежегодных затрат на пилотные VR/AR-проекты в «Газпром нефти» составляет порядка 25 млн рублей (5 проектов по 5 млн рублей). При этом есть все основания считать, что далеко не все затраты, производимые «Газпром нефтью» в направлении VR/AR, являются публичными, и реальные затраты могут быть в 1,5-3 раза больше заявляемой суммы. Следует также учитывать оценку со стороны вендоров VR/AR-решений, которые на основании своего опыта оценивают среднюю стоимость пилотного проекта для компаний масштаба «Газпром нефти» в 10 млн рублей;
- О планируемых затратах на развертывание VR/AR-решений в промышленных масштабах «Газпром нефть» не сообщает, но оценки экспертов TAdviser (см. раздел «Экономика VR/AR-проектов») показывают, что стоимость одного полномасштабного проекта может составлять порядка 50-100 млн рублей. Таким образом, оценка затрат одной только «Газпром нефти» на VR/AR составляет в 2018 году порядка 40-50 млн рублей и для последующих лет (с учетом перевода пилотных проектов в полномасштабные) может достигать 100-150 и более млн рублей;
- Компаний, которые ведут эксперименты с VR/AR примерно на том же уровне (и по функциональности, и по бюджетам), что и «Газпром нефть», публично насчитывается не менее 10 (и, как минимум, в 3-4 раза больше компаний, которые не делают свои активности в этом направлении публично известными). Таким образом, суммарная оценка затрат на проекты в направлении VR/AR в 2018 году составляет 1,2-2 млрд рублей. Для прогнозных расчетов до 2022 года примем в качестве исходного значения среднюю величину из указанного диапазона – 1,6 млрд рублей.

Исходя из всех перечисленных выше расчетных параметров и допущений, прогноз объема российского рынка промышленных VR/AR-решений в 2022 году может составить:

- Пессимистичная оценка - при среднегодовом темпе роста 55% (минимальная оценка, по западным прогнозам, для VR-проектов) – 9,2 млрд рублей (рост за 4 года – в 5,8 раза);
- Оптимистичная оценка - при среднегодовом темпе роста 85% (среднее между западными прогнозными оценками для VR- и AR-приложений, соответственно) - 18,7 млрд рублей (рост за 4 года – в 11,7 раза).

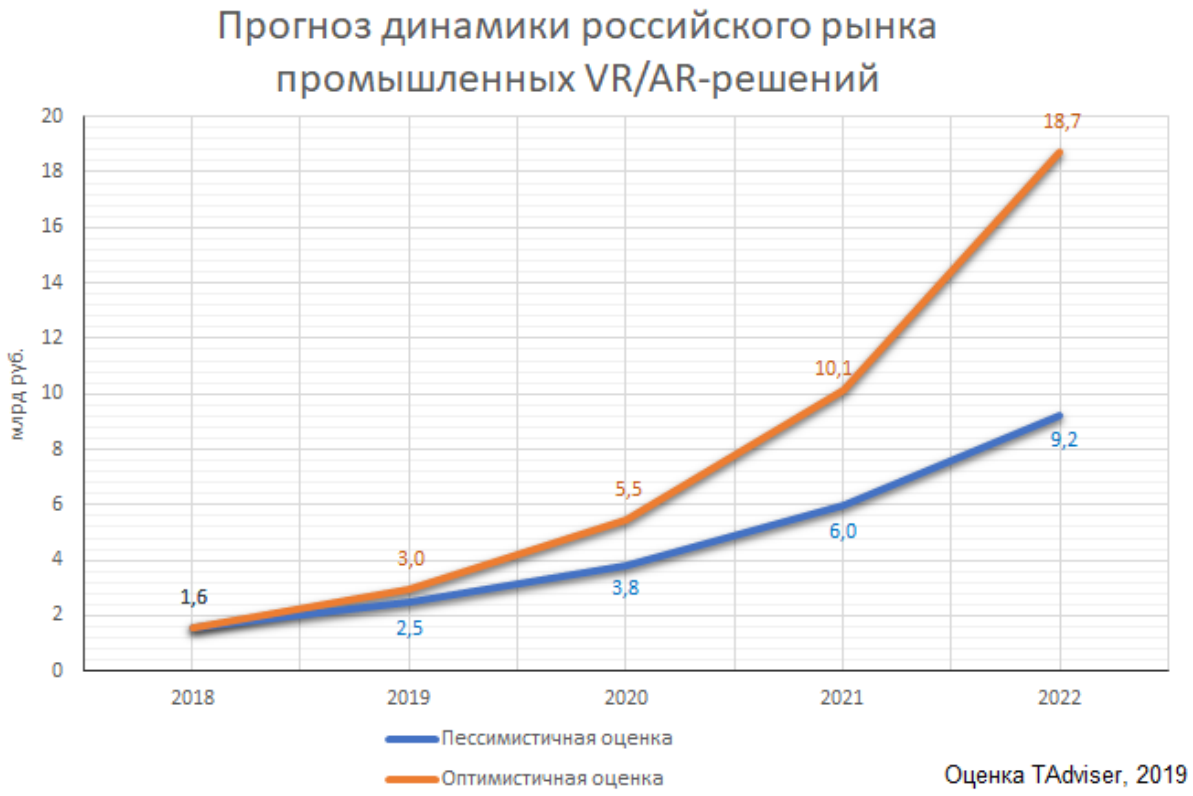


Рисунок 45 – – Прогноз динамики российского рынка промышленных VR/AR-решений

Источник: [44]

9.2 Перспективные рыночные ниши для компаний Национальной технологической инициативы «Автонет»

Самым перспективным направлением является формирование интегрированной системы общественного транспорта в России, которая позволяла бы создать единую систему постройки оптимального маршрута поездки на общественном транспорте из точки А в точку Б с автоматической корректировкой маршрута в зависимости от предпочтений клиента. Данная система должна устанавливаться на любой смартфон, телефон и стационарное устройство на каждой крупной станции общественного транспорта, позволять приобретать любые билеты on-line. Создать в настоящее время подобную систему без поддержки со стороны государства невозможно, поэтому государственные корпорации, обладающие подобной поддержкой, находятся в привилегированном положении.

В настоящее время безусловным лидером в этой области является Москва, которая к 2021 году планирует перейти на единую билетную платформу московского транспорта. Однако необходимо создать систему, которую можно было бы сначала предложить регионам, а потом и Правительству Российской Федерации.

Среди продуктов для коммерческого использования можно выделить следующие:

1. Развитие логистических сервисов для коммерческих клиентов. Это, в первую очередь, уберизация перевозок, составление оптимального маршрута следования, предиктивный анализ износа ТС, расход топлива и т.д. Для государственных заказчиков это интеллектуальные сервисы по контролю исполнения договоров, а для частных пользователей— развитие сервисов connected car (получение информации об автомобиле удаленно, управление некоторыми его функциями со смартфона) и сервисов для снижения стоимости владения автомобилем (предиктивный анализ износа ТС, «умное» страхование).

2. Беспилотный транспорт. Его разработка – абсолютный мировой тренд. Объем рынка технологий автономного вождения в ближайшие 10-20 лет по разным оценкам составит около $560 млрд. Отечественный автомобиль с такой системой безусловно получит серьёзную поддержку со стороны правительства Российской Федерации.

3. Ещё одним важным направлением является развитие и совершенствование спутниковой группировки системы ГЛОНАСС. Чем более точным будет определение местонахождение объекта, тем большее количество дополнительных услуг можно будет «привязать» к технологической платформе.

Чрезвычайно перспективным является участие в проектах ОАО «РЖД» по созданию мультимодальных грузовой и пассажирской платформ. Фактически, данные платформы могут стать базой для предоставления широкого спектра дополнительных услуг. Исследования автора отчёта совместно с рядом учёных МИИТ показали, что впоследствии на базе грузовой платформы может быть сформирована синхромодальная платформа с огромным потенциалом развития.

ВЫВОДЫ:

Эксперты считают, что в ближайшие годы число крупных ИТ-проектов на транспорте должно увеличиться. Можно надеяться, что они перестанут быть прерогативой крупнейших заказчиков. Со своей стороны, государство намерено всерьез заняться правовым и техническим регулированием, стандартизацией и внедрением в отрасли «сквозных технологий».

Кроме того, после принятия национального проекта «Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» [146] и формирования системы управления его реализацией [148] будет увеличиваться объем и сложность государственных задач, стоящих перед отраслью: развитие транзитного потенциала страны, повышение связанности регионов и др. Со

стороны бизнеса уже формируются множество значимых сервисов. Это электронная цифровая накладная, «умная дорога», обеспечение безопасности на транспорте, цифровые сервисы для пассажирских и грузоперевозок, электронная пломба и декларирование грузов, сопутствующие услуги».

Самым перспективным направлением для является формирование интегрированной системы общественного транспорта в России, которая позволяла бы создать единую систему постройки оптимального маршрута поездки на общественном транспорте из точки А в точку Б с автоматической корректировкой маршрута в зависимости от предпочтений клиента. Данная система должна устанавливаться на любой смартфон, телефон и стационарное устройство на каждой крупной станции общественного транспорта, позволять приобретать любые билеты on-line. Создать в настоящее время подобную систему без поддержки со стороны государства невозможно, поэтому государственные корпорации, обладающие подобной поддержкой, находятся в привилегированном положении.

В настоящее время безусловным лидером в этой области является Москва, которая к 2021 году планирует перейти на единую билетную платформу московского транспорта. Однако необходимо создать систему, которую можно было бы сначала предложить регионам, а потом и Правительству Российской Федерации.

Среди продуктов для коммерческого использования можно выделить следующие:

4. Развитие логистических сервисов для коммерческих клиентов. Это, в первую очередь, уберизация перевозок, составление оптимального маршрута следования, предиктивный анализ износа ТС, расход топлива и т.д. Для государственных заказчиков это интеллектуальные сервисы по контролю исполнения договоров, а для частных пользователей— развитие сервисов connected car (получение информации об автомобиле удаленно, управление некоторыми его функциями со смартфона) и сервисов для снижения

стоимости владения автомобилем (предиктивный анализ износа ТС, «умное» страхование).

5. Беспилотный транспорт. Его разработка – абсолютный мировой тренд. Объем рынка технологий автономного вождения в ближайшие 10-20 лет по разным оценкам составит около $560 млрд. Отечественный автомобиль с такой системой безусловно получит серьёзную поддержку со стороны правительства Российской Федерации.

6. Ещё одним важным направлением является развитие и совершенствование спутниковой группировки системы ГЛОНАСС. Чем более точным будет определение местонахождение объекта, тем большее количество дополнительных услуг можно будет «привязать» к технологической платформе

7. Чрезвычайно перспективным является участие в проектах ОАО «РЖД» по созданию мультимодальных грузовой и пассажирской платформ. Фактически, данные платформы могут стать базой для предоставления широкого спектра дополнительных услуг. Исследования автора отчёта совместно с рядом учёных МИИТ показали, что впоследствии на базе грузовой платформы может быть сформирована синхромодальная платформа с огромным потенциалом развития.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. ФЗ «О навигационной деятельности» / Федеральный закон от 14 февраля 2009 г. N 22-ФЗ. справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации «Гарант».
2. ФЗ «О связи» / Федеральный закон от 7 июля 2003 г.№ 126-ФЗ. справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации «Гарант».
3. ФЗ «О геодезии, картографии и пространственных данных и о внесении изменений в отдельные законодательные акты Российской Федерации» / Федеральный закон от 30.12.2015 N 431-ФЗ. справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации «Гарант».
4. ГОСТ Р 53801-2010 «Связь федеральная. Термины и определения» (утв. приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 26 июня 2010 г. № 126-ст) / Справочно-правовая система по законодательству Российской Федерации «Гарант».
5. ГОСТ Р 52928-2010 Система спутниковая навигационная глобальная. Термины и определения (введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 9 ноября 2010 г. № 353-ст) / М.: Стандартинформ, 2011. – 16с.
6. ГОСТ Р 54024-2010 Национальный стандарт Российской Федерации. Глобальная навигационная спутниковая система. Системы диспетчерского управления городским наземным пассажирским транспортом. Назначение, состав и характеристики бортового навигационно-связного оборудования (утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 30.11.2010 № 638-ст) / М.: Стандартинформ, 2011. – 12с.
7. ГОСТ Р 54620-2011 Национальный стандарт Российской Федерации. Глобальная навигационная спутниковая система. Система экстренного реагирования при авариях (утв. и введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 8 декабря 2011 г. № 755-ст) / М.: Стандартинформ, 2013. – 107с.

8. ГОСТ Р 55524-2013 Глобальная навигационная спутниковая система. Системы навигационно-информационные. Термины и определения (введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 августа 2013 г. № 588-ст) / М.: Стандартинформ, 2014. – 8с.
9. ГОСТ Р 56050-2014 Глобальная навигационная спутниковая система. Навигационные двухчастотные модули диапазонов L1 и L2. Технические требования (введен в действие приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 1 июля 2014 г. № 680-ст) / М.: Стандартинформ, 2015. – 11 с.
10. ГОСТ 33470-2015 Глобальная навигационная спутниковая система. Система экстренного реагирования при авариях. Методы испытаний модулей беспроводной связи устройства / системы вызова экстренных оперативных служб (введен в действие Приказом Росстандарта от 21.12.2016 N 2059-ст) / М.: Стандартинформ, 2017. – 80 с.
11. ГОСТ Р 55897-2013 Сети подвижной радиосвязи. Зоны обслуживания. Методы расчета введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 09 декабря 2013 г. № 2224-ст) / М.: Стандартинформ, 2014. – 16 с.
12. ГОСТ Р ИСО/МЭК 19762-4-2011 Технологии автоматической идентификации с сбора данных (АИСД). Гармонизированный словарь. Часть 4. Общие термины в области радиосвязи (введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 30 мая 2011 г. № 109-ст / М.: Стандартинформ, 2012. – 24 с.
13. ГОСТ Р 52438-2005 Географические информационные системы. Термины и определения. (введен в действие Приказом Федерального агентства по техническому регулированию и метрологии от 28 декабря 2005 г. № 423-ст) / М.: Стандартинформ, 2006. – 16 с.

14. Официальный сайт межотраслевого журнала навигационных технологий «Вестник Глонасс» / Режим доступа: http://vestnik-glonass.ru (дата обращения: 27.12.2019).
15. План мероприятий («дорожная карта») Национальной технологической инициативы «Автонет» (приложение № 2) / Протокол заседания президиума Совета при Президенте РФ по модернизации экономики и инновационному развитию России от 24.04.2018 № 1. – 242 с.
16. Вахрушева А.А. Технологии позиционирования в режиме реального времени / Вестник СГУГиТ. – 2017. – №1. – Т.22.– С.170-177.
17. Савин А.Ю. Анализ существующих систем позиционирования / Научно-практический электронный журнал «Аллея Науки». – 2018. – №6. – 21 С.
18. The Official Website of GPS / Режим доступа: https://www.gps.gov (дата обращения: 20.12.2019).
19. Steve C. GPS Enterprise Status and Modernization / Space and Missile Systems Center. – December 5, 2018. – 10 p.
20. The Official Website of Gunter's Space Page / Режим доступа: https://space.skyrocket.de (дата обращения: 18.11.2019).
21. Официальный сайт ИАЦ КВНО ЦНИИмаш / Режим доступа: https://www.glonass-iac.ru (дата обращения: 18.11.2019).
22. Состояние и тенденции развития зарубежных средств спутниковой навигации / ИАЦ КВНО ЦНИИмаш, 2016. – 29 с.
23. Alexander K. Global Positioning System (GPS) Programme and Policy / Thirteenth Meeting of the International Committee on Global Navigation Satellite Systems (ICG). – November 5-9, 2018. – 17 p.
24. Ревнивых С.Г., Косенко В.Е. Состояние и развитие спутниковых навигационных систем / XIII Всероссийское совещание по проблемам совещание по проблемам управления ВСПУ-2019. – 17-20 июня 2019 г. – С. 1317-1322.

25. The Official Website of of GPSworld / Режим доступа: https://www.gpsworld.com (дата обращения: 18.11.2019).
26. Revnivykh I. Global Navigation Satellite System (GLONASS) System Development and Use / Thirteenth Meeting of the International Committee on Global Navigation Satellite Systems (ICG). – November 5-9, 2018. – 15 p.
27. Revnivykh S. GLONASS Status and Evolution / IAIN World Congress. – October 20–23, 2015. – 28 p.
28. Официальный сайт Прикладного потребительского центра и системы информационного обеспечения / Режим доступа: http://ppcmnic.ru (дата обращения: 02.12.2019).
29. Куприянов А.О. Глобальные навигационные спутниковые системы: Учебное пособие / МИИГАиК, 2017. – 76 с.
30. The Official Website of Galileo / Режим доступа: https://galileognss.eu (дата обращения: 20.12.2019).
31. Hayes D. GALILEO Programme UP!-date / Thirteenth Meeting of the International Committee on Global Navigation Satellite Systems (ICG). – November 5-9, 2018. – 28 p.
32. The Official Website of BDS / Режим доступа: http:// beidou.gov.cn (дата обращения: 20.12.2019).
33. Ma J. China Update on the BeiDou Satellite Navigation System / Thirteenth Meeting of the International Committee on Global Navigation Satellite Systems (ICG). – November 5-9, 2018. – 31 p.
34. The Official Website of ISRO / Режим доступа: https://www.isro.gov.in (дата обращения: 20.12.2019).
35. The Official Website of QZSS / Режим доступа: https://qzss.go.jp (дата обращения: 23.12.2019).
36. Радионавигационный план Российской Федерации (утв. приказом Министерства промышленности и торговли РФ от 4 сентября 2019 г. № 3296) / Министерство промышленности и торговли РФ, 2019. – 122 с.

37. Официальный сайт Habr / Режим доступа: https://habr.com (16.12.2019).
38. Овчинников С. Системы позиционирования и мониторинга / Технологии и средства связи. – 2014. – №2. – С. 18-22.
39. Зайцева А.А., Онуфриева Т.А. Алгоритмы локального позиционирования объектов / Вестник Калужского университета. – 2017. – № 2. – С.56-58.
40. Официальный сайт компании RealTrac / Режим доступа: https://real-trac.com (16.12.2019).
41. Дардари Д., Фаллетти Э., Луизе М. Методы спутникового и наземного позиционирования. Перспективы развития технологий обработки сигналов / М: Техносфера, 2012. – 528 с.
42. Основные набавления (план) развития радионавигации государств-участников СНГ на 2013-2017 годы / Совет глав правительств СНГ, 2013. – 123 с.
43. Корецкая Г.А. Навигационные системы в кадастре / Кемерово, 2013. – 48 с
44. ГОСТ 31380-2009 Глобальные навигационные спутниковые системы. Аппаратура потребителей. Классификация (введен в действие Приказом Росстандарта от 20.07.2011 N 191-ст) / М.: Стандартинформ, 2012. – 7 с.
45. Аникин А. Приемопередатчики PAN 2355 для частотного диапазона 868 МГц / Беспроводные технологии. – 2007.– № 4. – С. 29-34.
46. Михайлов А. Практические аспекты интеграции GSM/GPRS-терминалов / Беспроводные технологии. – 2006. – №4. – С.47-50.
47. Данилкин А.А., Самсонов А.В., Дмитриев А.С. Живой англо-русский словарь по вычислительной технике, информационным технологиям и связи / Режим доступа: http://www.morepc.ru/ (17.12.2019).
48. Андреева М.А., Шишаков К.В. Сборник студенческих реферативных работ: приложение к курсу «Устройства преобразования и обработки информации» / Ижевск: Ижевский Государственный Технический Университет, 2009. –164 с.

49. Алексеев В. GSM/GPRS-терминалы ведущих мировых производителей / Компоненты и технологии. – 2005. – № 1. – С. 130-136.
50. Азизов Р.Ф., Аминев Д.А., Бакишов Ш.М. Методика проектирования радиомодуля для беспроводной децентрализованной сети / Проектирование и технология электронных средств. – 2017.– № 1. – С. 20-25.
51. Кривченко Т. Радиомодули и радиомодемы компании ONE RF для диапазонов 433 и 868 МГц / Беспроводные технологии. – 2007. – № 2. – С.38-40.
52. Елисеев Н. GSM-модули: области применения и производители / Электроника: Наука, технология, бизнес. – 2006. – №4. – С.50-59.
53. Акимов В. Н., Бабин А.И., Шорин А.О. Радиомодемы диапазонов VHF/UHF в задачах охраны и мониторинга объектов / Спецтехника и связь. – 2009. – №1. – С.50-58.
54. Федеральный закон от 13.07.2015 № 235-ФЗ «О внесении изменений в Федеральный закон «О Государственной автоматизированной информационной системе «ЭРА-ГЛОНАСС».
55. Валентик А., Скиба Л. Программное обеспечение OpenAT для GSM-модемов компании Wavecom / Киев: ЭКиС, 2004. - № 1.
56. Зимин А.Г. Обзор функциональных возможностей GSM/GPRS/EDGE модулей нового поколения / T-COMM: телекоммуникации и транспорт. –2009. – №S1. – С. 99-90.
57. Анализ состояния и тенденций развития мирового и российского рынков высокочастотной навигации и НАП ГНСС / АО «НТЦ «Интернавигация», 2018. – 358 с.
58. Лаптев С.В., Баркалов Ю.М. Выбор навигационных модулей ГЛОНАСС/ GPS для аппаратуры спутниковой навигации, применяемой в МВД России Вестник Воронежского института МВД России. –2015. – №2. – С. 98-106.

59. Красилов А. Тестирование GPS-модулей / Беспроводные технологии. – 2010. – №3. – С. 48-51.
60. The Official Website of Gartner / – Режим доступа: https://www.gartner.com (дата обращения: 06.12.2019).
61. Мишуков Р. ГЛОНАСС/GPS-модули u-blox 8-й серии / Беспроводные технологии. – 2014. – №1. – С.56-58.
62. Муртазин Э. Системы позиционирования в сотовых сетях, принципы и существующие технологии / Режим доступа: https://www.mobile-review.com/standard/gps-in-nets.shtml (дата обращения: 06.12.2019).
63. Kairer R. E-GPS Offers More Accurate Handset Locating / PalmInfocenter. February 03, 2005. – Режим доступа: http://www.palminfocenter.com/news/7557/egps-offers-more-accurate-handset-locating/ (дата обращения: 06.12.2019).
64. Асмаков С., Елманова Н., Пахомов С. Перспективные технологии: итоги и прогнозы / КомпьютерПресс. – 2011. – №1. – Режим доступа: https://compress.ru/article.aspx?id=21903 (дата обращения: 02.12.2019).
65. Асмаков С., Елманова Н., Пахомов С., Татарников О. Перспективные технологии: итоги и прогнозы / КомпьютерПресс. – 2010. – №1. – Режим доступа: https://compress.ru/article.aspx?id=21058 (дата обращения: 06.12.2019).
66. Асмаков С., Елманова Н., Пахомов С., Татарников О. / КомпьютерПресс. – 2009. – №1. – Режим доступа: https://compress.ru/article.aspx?id=19958 (дата обращения: 06.12.2019).
67. Hype Cycle for Emerging Technologies / Gartner, 2011. – 79 p.
68. Редько А. Характеристики популярных на рынке GSM / GPRS устройств, для беспроводных индустриальных приложений M2M / Беспроводные технологии. – 2007. – №3. – С.8-9.
69. Российский рынок M2M/IoT (межмашинных коммуникаций и Интернета Вещей). Итоги 2018 г., прогноз до 2022 г. / J&P. – 2019. – Режим доступа:

http://json.tv/ict_telecom_analytics_view/rossiyskiy-rynok-m2miot-mejmashinnyh-kommunikatsiy-i-interneta-veschey-itogi-2018-g-prognoz-do-2022-g-20190515023757 (дата обращения: 06.12.2019).

70. Можайков Д., Дронский С. Сравнительный анализ технологий мобильной связи / Беспроводные технологии. – 2016. – №2. – С.16-21.
71. Mercer D, Kerr D. Strategy Analytics: Internet of Things Now Numbers 22 Billion Devices But Where Is The Revenue? / https://www.businesswire.com/news/home/20190516005700/en/Strategy-Analytics-Internet-Things-Numbers-22-Billion (дата обращения: 06.12.2019).
72. Официальный сайт портала о современных технологиях мобильной и беспроводной связи / – Режим доступа: http://1234g.ru (дата обращения: 28.11.2019).
73. Колыбельников А. И. Обзор технологий беспроводных сетей / Труды МФТИ. – 2012. – № 2. – Том 4. С. 3-29.
74. Алексеев В. Высокоскоростные сети мобильной связи поколения 3G. Часть 1. Технология сетей мобильной связи UMTS / Беспроводные технологии. – 2011. – №1. – С.4-9.
75. Долгун В., Козлова О. Переход от LTE-Advanced к 5G / Беспроводные технологии. – 2016. – №2. – С.12-14.
76. Трофимова Е. Из LTE в 5G: трудности переходного возраста / Беспроводные технологии. – 2017. – №2. – С.10-13.
77. Лоутон М. Пора тестировать LTE. Возможно ли взаимодействие с сетями 2G и 3G? / Беспроводные технологии. – 2012. – №1. – С.5-7.
78. Рудневский А. Перспективы технологий LTE для IoT / Беспроводные технологии. – 2017. – №3. – С.43-45.
79. Йост С. Технологии 5G становятся ближе / Беспроводные технологии. – 2017. – №3. – С.14-57.

80. Соковишин М. Проектирование средств радиосвязи стандарта 5G New Radio – проблемы и пути решения. Спектры сигналов миллиметрового диапазона длин волн / Беспроводные технологии. – 2018. – №4. – С.52-55.
81. Кадыр Э.А., Шамсуддин С.М., Рахман Т.А., Исмаил А.И. Большие данные: архитектура сети и технологии 5G / Беспроводные технологии. – 2016. – №2. – С.54 -59.
82. Официальный сайт информационного портала IoT / Режим доступа: https://iot.ru/ (16.12.2019).
83. Аникин А. Обзор современных технологий беспроводной передачи данных / Беспроводные технологии. – 2011. – №4. – С.6-12.
84. The Official Website of Crunchbase / Режим доступа: https://crunchbase.com (дата обращения: 09.12.2019).
85. The Official Website of AngelList / Режим доступа: https://angel.co (дата обращения: 09.12.2019).
86. Global Navigation Satellite System (GNSS) - Market Analysis, Trends, and Forecasts / Режим доступа: https://www.researchandmarkets.com/reports/338497/global_navigation_satellite_system_gnss#pos-3 (дата обращения: 05.03.2020).
87. GNSS Market Report / GSA, 2019. – 112 p.
88. The Official Website of ABI Research / https://www.abiresearch.com (дата обращения: 24.12.2019).
89. GNSS Chip Market / Режим доступа: https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/gnss-chip-market-188819977.html (дата обращения: 24.12.2019).
90. Global GNSS Chip Market / Режим доступа: https://www.wiseguyreports.com/reports/4391237-global-gnss-chips-market-report-2019 (дата обращения: 24.12.2019).
91. Применение навигационных технологий. Новая стратегия / НП «ГЛОНАСС». XIII международный навигационный форум. – 2019. – 40 с.

92.Semiconductor Leaders' Marketshares Swell Over the Past 10 Years / IC Insights. – 2019. – 3 p.

93.GNSS Chip Market / Режим доступа: http://www.transparencymarketresearch.com/gnss-chip-market.html (дата обращения: 24.12.2019).

94.В России рынок аппаратуры спутниковой навигации вырос в шесть раз / РИА Новости. – 24 апреля 2018. – Режим доступа: https://ria.ru/economy/20180424/1519302292.html (дата обращения: 24.12.2019).

95.Официальный сайт Федеральной таможенной службы РФ / Режим доступа: http://customs.ru (дата обращения: 24.12.2019).

96. Махов П. Frost & Sullivan: «Состояние и перспективы мирового и российского рынка микроэлектроники» / РБК, 2018. – 5 с.

97.Официальный сайт ЦНИИ «Электроника» / Режим доступа: http://www.instel.ru (дата обращения: 25.12.2019).

98. Стратегия развития электронной промышленности Российской Федерации (проект) / Минпромторг, 2019. – 29 с.

99.Каталог продукции АО «НИИМА «ПРОГРЕСС» / М:2019. – 82 С.

100. Официальный сайт компании АО «НИИМА «ПРОГРЕСС» / Режим доступа: https://www.mri-progress.ru (дата обращения: 22.12.2019).

101. Официальный сайт ИННdex / Режим доступа: https://inndex.ru (дата обращения: 25.12.2019).

102. Корнеев И.Л., Егоров В.В. Отечественные навигационно-связные модули: разработка нового поколения на основе отечественной ЭКБ / Микроэлектроника-2019. – С.32-37.

103. Официальный сайт компании ООО ДЦ «ГеоСтар Навигация» / Режим доступа: http://geostar-navi.com (дата обращения: 22.12.2019).

104. GeoS-5M ГНСС модуль стандартной точности / Москва, 2018. – 32 С.

105. GeoS-5 RTK ГНСС модуль высокой точности / Москва, 2018. – 26 С.

106. Коркуш А. Конструкторское бюро «ГеоСтар навигация» Инновации в области совмещенных навигационных устройств / T-Comm. – 2010. – №2. – С. 25.

107. Официальный сайт компании АО «РИРВ» / Режим доступа: https://rirt.ru (дата обращения: 22.12.2019).

108. Шевчук С.О., Пономарев В.Н., Черемисина Е.С. Создание ГНСС-приемника для решения научных задач / Интерэкспо "Гео-Сибирь-2019". XV Международная выставка и научный конгресс. – 2019. – 25 с.

109. Официальный сайт компании АО «ИРЗ» / Режим доступа: https://www.irz.ru (дата обращения: 22.12.2019).

110. Официальный сайт компании ООО «НВС Навигационные Технологии» / Режим доступа: http://nvs-gnss.ru (дата 22.12.2019).

111. Официальный сайт компании АО «КБ НАВИС» / Режим доступа: https://navis.ru (дата обращения: 22.12.2019).

112. Корнеев И.Л., Чикваркин И.Б., Егоров В В., Дубинко Т.Ю Отечественные навигационно-связные модули: подход к разработке массовых изделий для различных применений с использованием отечественной ЭКБ / Микроэлектроника-2018. – С.45-49.

113. Официальный сайт АО «ГЛОНАСС» / Режим доступа: https://aoglonass.ru (дата обращения: 19.12.2019).

114. Хохлов А.Б. Использование ведомственных и корпоративных сетей связи LTE для адресного доведения сигнала дифференциальной поправки до абонента / Микроэлектроника-2019. – С.73-75.

115. Алексеев В. Новый ГНСС-модуль «ГеоС-3Е» для системы «ЭРА-ГЛОНАСС» производства ООО ДЦ «ГеоСтар навигация» / Беспроводные технологии. – 2015. – №4. – С.40-47.

116. Официальный сайт Tadviser / Режим доступа: http://www.tadviser.ru (дата обращения: 26.12.2019).

117. Белова Л. Инновации в мировой экономике: учебное пособие / – М.: Экономический факультет МГУ им. Ломоносова, 2018. – 148 с.

118. The Official Website of NASA / Режим доступа: https://www.nasa.gov (дата обращения: 08.12.2019).

119. Definition Of Technology Readiness Levels / NASA. – 1 p. – Режим доступа: https://esto.nasa.gov/files/trl_definitions.pdf (дата 08.12.2019).

120. GNSS Market Report / GSA, 2019. – 112 p.

121. Гершанока Г.А. Основы инновационного предпринимательства : учебное пособие / Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2012. – 165 С.

122. А.Н. Петров А.Н., Сартори А.В., Филимонов А.В. Комплексная оценка состояния научно-технических проектов через уровень готовности технологий / Экономика науки. – 2016. – №4. – Т.2. – С.244-260.

123. Naftaly M., Vieweg N., Deninger A. Industrial Applications of Terahertz Sensing: State of Play / Sensors. – №19. – 2019. – 35 p.

124. Intel to Reclaim Number One Semiconductor Supplier Ranking in 2019 / IC Insights, Research Bulletin. – November 18, 2019. – 4 p.

125. Semiconductor Leaders' Marketshares Surge Over the Past 10 Years / IC Insights, Research Bulletin. – April 11, 2018. – 3 p.

126. Semiconductor Leaders' Marketshares Swell Over the Past 10 Years / IC Insights, Research Bulletin. – January 14, 2019. – 3 p.

127. U.S. Companies Dominate Worldwide IC Marketshare / IC Insights, Research Bulletin. – June 18, 2019. – 2 p.

128. Gartner Says Worldwide Semiconductor Spending Declined in 2019 Due to Slowing Macroeconomy and Falling Memory Prices / Gartner, Press Release. – February 5, 2020. – Режим доступа: https://www.gartner.com/en/newsroom/press-releases/2020-02-05-gartner-says-worldwide-semiconductor-spending-declined-in-2019-due-to-slowing-macroeconomy-and-falling-memory-prices (дата обращения 18.03.2020).

129. Annual Report / Intel, 2019. – 121 p.

130. Annual Report / Qualcomm, 2019. – 119 p.
131. Annual Report / Broadcom, 2019. – 192 p.
132. Annual Report / ST Microelectronics, 2019. – 188 p.
133. Annual Report / Mediatec, 2018. – 396 p.
134. Annual Report / Sierra Wireless, 2019. – 108 p.
135. Annual Report / U-blox, 2019. – 144 p.
136. Acquisition Rebound Lifts 2019 to Third-Largest M&A Year / IC Insights, Research Bulletin. – February 06, 2020. – 3 p.
137. Перспективы производственной базы микроэлектроники / ЦНИИ Электроники, 2019. – Выпуск 20 (6694). – С.16-22.
138. Стратегии развития электронной и радиоэлектронной промышленности РФ на период до 2030 года / распоряжением Правительства Российской Федерации от 17 января 2020 г. № 20-р. – 50 с.
139. Микроэлектроника: Началось обсуждение проекта Стратегии развития электронной промышленности РФ на период до 2030 года / Abloud. –05 августа, 2019. – Режим доступа: https://abloud.blogspot.com/2019/08/2030.html?m=0 (дата обращения 22.03.2020).
140. Рейтинг организаций радиоэлектронной промышленности России / ГК Ростех, 2019. – 19 с.
141. Василий Шпак: «Для прорыва нужно собрать все силы в единый кулак!» / МНИИРИП. – 22 августа, 2019. – Режим доступа: http://mniirip.ru/node/2323 (дата обращения 22.03.2020).
142. ГЛОНАСС догнал GPS по точности позиционирования, заявил Рогозин / Риа Новости. – 24 апреля, 2018. – Режим доступа: https://ria.ru/20180424/1519300822.html (дата обращения 22.03.2020).
143. Точность ГЛОНАССа может вырасти на четверть к 2025 году / Риа Новости. – 23 апреля, 2019. – Режим доступа: https://ria.ru/20190423/1552960157.html (дата обращения 22.03.2020).

144. Применение технологий ГЛОНАСС / Роскосмос. – Режим доступа: https://www.roscosmos.ru/21957/ (дата обращения 22.03.2020).

145. Россия намерена вдвое увеличить число наземных станций ГЛОНАСС за рубежом / Риа Новости. – 23 апреля, 2020. – Режим доступа: https://ria.ru/20190423/1552960617.html

146. Паспорт национального проекта «Национальная программа «Цифровая экономика Российской Федерации» (утверждён президиумом Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам, протокол от 04.06.2019 № 7) // КонсультантПлюс.

147. Паспорт федерального проекта «Нормативное регулирование цифровой среды», утверждённым президиумом Правительственной комиссии по цифровому развитию, использованию информационных технологий для улучшения качества жизни и условий ведения предпринимательской деятельности (протокол от 28 мая 2019 года № 9) // КонсультантПлюс.

148. Дорожная карта программы «Цифровая экономика», утверждённой распоряжением Правительства Российской Федерации от 28.07.2019 № 1632-р. Постановление Правительства Российской Федерации от 02.03.2019 № 234 «О системе управления реализацией национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации» (утратила силу с 12.02.2019 года в связи с изданием распоряжения Правительства РФ от 12.02.2019 № 195-р) // КонсультантПлюс.

149. Постановление Правительства Российской Федерации от 13.02.2018 № 153 «Об утверждении Правил оснащения транспортных средств категорий M2, M3 и транспортных средств категории N, используемых для перевозки опасных грузов, аппаратурой спутниковой навигации ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS» // КонсультантПлюс.

150. Постановление Правительства Российской Федерации от 10.07.2019 № 877 «О приостановке действия Правил оснащения транспортных средств категорий M2, M3 и транспортных средств категории N, используемых для

перевозки опасных грузов, аппаратурой спутниковой навигации ГЛОНАСС или ГЛОНАСС/GPS» // КонсультантПлюс.

151. Приказ Министерства экономического развития Российской Федерации от 02.03.2019 № 101 «Об обеспечении решения задач по нормативному правовому регулированию отношений в сфере цифровой экономики» // КонсультантПлюс.

152. Постановление правительства Москвы от 11.01.2011 № 1-ПП «О создании интеллектуальной транспортной системы города Москвы» // КонсультантПлюс

153. 2018 Telematics benchmark report. / Teletrac Navman, 20p.

154. Action Plan for the Deployment of Intelligent Transport Systems in Europe. Communication from the commission. Commission of the European Communities. Брюссель, 16.12.2008. COM (2008) 886 final

155. Allied Market Research — URL https://www.alliedmarketresearch.com (дата обращения: 10.11.2019)

156. Automotive Embedded Telematics Market Size, Share & Trends Analysis Report By Component, By Solution (Remote Diagnostics, Information & Navigation), By Application, And Segment Forecasts, 2018 – 2025 / GRAND VIEW RESEARCH, P. 15 — URL https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/automotive-embedded-telematics-market (дата обращения: 04.12.2019)

157. Autonomous Vehicles Fall Into The Though Of Disillusionment… But That's Good — URL https://www.forbes.com/sites/enroute/2018/08/14/autonomous-vehicles-fall-into-the-trough-of-disillusionment-but-thats-good/#15d132607b5a (дата обращения: 04.12.2019)

158. Autonomous Vehicle Tehnology Eco-System — URL https://auto-sens.com/wp-content/uploads/2018/08/VSI-AutonomousVehicleTech-EcoSystem-Sept-2018.pdf (дата обращения: 04.12.2019)

159. DIRECTIVE 2010/40/EU OF THE EUROPEAN PARLIAMENT AND OF THE COUNCIL of 7 July 2010 on the framework for the deployment of Intelligent

Transport Systems in the field of road transport and for interfaces with other modes of transport

160. DRAFT BUSINESS PLAN ISO/TC 204 Intelligent transport systems. Дата: 04/06/2008 Draft #1

161. Gemalto — URL https://www.gemalto.com/mobile/documents#5G (дата обращения: 10.11.2019)

162. Geospatial Analytics Market by Component (Software & Solution, Service), Type (Surface & Field Analytics, Network & Location Analytics, Geovisualization), Application (Surveying, Medicine & Public Safety), Vertical, and Region - Global Forecast to 2023 — URL https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/geospatial-analytics-market-198354497.html (дата обращения: 20.11.2019)

163. Global Commercial Telematics Market – Global Industry Analysis and Forecast (2018-2026) – By Type, Solution, End-Users and Region — URL https://www.maximizemarketresearch.com/market-report/global-commercial-telematics-market/24636/ (дата обращения: 05.10.2019)

164. GNSS USER TECHNOLOGY REPORT — URL https://www.gsa.europa.eu/system/files/reports/gnss_user_tech_report_2018.pdf (дата обращения: 15.10.2019)

165. GNSS MARKET REPORT. ISSUE 5 — URL https://www.gsa.europa.eu/system/files/reports/gnss_mr_2017.pdf (дата обращения: 20.11.2019)

166. HERE Continues to Lead as Top Location & Mapping Platform in 2018, Ahead of Google and TomTom — URL https://www.counterpointresearch.com/here-continues-lead-location-platform-rankings-2018-ahead-google-tomtom/ (дата обращения: 03.12.2019)

167. High Capacity Transport. Towards Efficient, Safe and Sustainable Road Freight. International Transport Forum, 2019. – 110 p.

168. Indoor Location Market by Component (Technology, Software Tools, and Services), Deployment Mode (Cloud, and On-premises), Application, Vertical (Transportation, Hospitality, Entertainment, Retail, and Public Buildings), and Region - Global Forecast to 2022 — URL https://www.marketsandmarkets.com/Market-Reports/indoor-location-market-989.html (дата обращения: 01.12.2019)

169. Innovation Quadrant — URL https://www.venturescanner.com/wp-content/uploads/transportation-technology-quadrant.pdf (дата обращения: 18.10.2019)

170. ISO 15638-1: 2012 INTELLIGENT TRANSPORT SYSTEMS - FRAMEWORK FOR COLLABORATIVE TELEMATICS APPLICATIONS FOR REGULATED COMMERCIAL FREIGHT VEHICLES (TARV) - PART 1: FRAMEWORK AND ARCHITECTURE

171. ITS Strategy in Japan. Report of the ITS Strategy Committee ITS Japan. Summary version. ITS Strategy Committee, 2003

172. Logistics Trend Radar — URL https://www.logistics.dhl/content/dam/dhl/global/core/documents/pdf/glo-core-trend-radar-widescreen.pdf (дата обращения: 18.10.2019)

173. National Intelligent Transportation System (ITS) Architecture. Executive

174. Review of best practice for heavy vehicle telematics and other safety technology Research paper July 2018. – 70 p.

175. Ride Hailing and Scheduling Leads Transportation Technology Funding — URL https://www.venturescanner.com/2019/12/11/ride-hailing-and-scheduling-leads-transportation-technology-funding/ (дата обращения: 13.12.2019).

176. Smartphone-based Vehicle Telematics — A Ten-Year Anniversary. / Johan Wahlstrom, Isaac Skog, Member, IEEE, and Peter Handel, Senior Member, IEEE// arXiv:1611.03618v1 [cs.CY] 11.11.2016.

177. Summary. Research and Innovation Technology Administration (RITA). US

178. Telematics Leads Transportation Technology Exit Activity — URL https://medium.com/@VentureScanner/telematics-leads-transportation-technology-exit-activity-e84cc9ef615d (дата обращения: 09.10.2019)

179. The guest for telematics 4.0. Creating sustainable value propositions for connected car. Ernst&Young, 2013 – 23p. — URL https://www.ey.com/Publication/vwLUAssets/Key_telematics_considerations_for_the_telecoms_sector/%24FILE/The_quest_for_telematics_EF0120.pdf (дата обращения: 09.10.2019)

180. Trade Logistics in the Global Economy. The Logistics Performance Index and Its Indicators за 2007, 2010, 2012, 2014, 2016 и 2018.

181. Transport Telematics. Developments and Success Stories in Germany. 2004. - 93 p.

182. Transportation Technology Sector Overview – Q3 2019 Update — URL https://www.venturescanner.com/2019/11/28/transportation-technology-sector-overview-q3-2019-update/ (дата обращения: 14.12.2019)

183. Virtual & Augmented Reality. Understanding the race for the next computing platform — URL https://www.goldmansachs.com/insights/pages/technology-driving-innovation-folder/virtual-and-augmented-reality/report.pdf (дата обращения: 14.11.2019)

184. What is truck Platooning? — URL https://www.acea.be/uploads/publications/Platooning_roadmap.pdf (дата обращения: 05.11.2019)

185. 8-е ежегодное исследование рынка мониторинга транспорта РФ / Александр Селиванов, Omnicomm. – М.: 2018. – 49 с.

186. 9 сфер применения виртуальной реальности: размеры рынка и перспективы — URL https://vc.ru/flood/13837-vr-use (дата обращения: 05.11.2019)

187. BIA-Technologies – бизнес интегратор, комплексные решения по автоматизации — URL https://bia-tech.ru/ (дата обращения: 12.12.2019)

188. Digital Strategy Mitsubishi UFJ Financial Group Inc., 19.02.2019 — URL https://www.mufg.jp/dam/ir/presentation/2018/pdf/slides190219_en.pdf (дата обращения: 02.10.2019)

189. Gartner, официальный сайт. Хайп-цикл Гартнера — URL https://www.gartner.com/en/research/methodologies/gartner-hype-cycle (дата обращения: 14.10.2019)

190. Gartner Hype Cycle for Emerging Technologies — URL http://www.tadviser.ru/index.php (дата обращения: 17.11.2019)

191. iKS-Consulting: 45% M2M-SIM-карт в России приходится на транспорт — URL https://iot.ru/transportnaya-telematika/iks-consulting-45-m2m-sim-kart-v-rossii-prikhoditsya-na-transport (дата обращения: 17.11.2019)

192. INDOOR-НАВИГАЦИЯ. Бизнес журнал федеральный — URL https://business-magazine.online/fn_26612.html (дата обращения: 11.10.2019)

193. INDOOR-НАВИГАЦИЯ — URL https://nvgn.ru/blog/indoor-navigacziya/ (дата обращения: 02.11.2019)

194. IT News: география данных — URL http://www.it-weekly.ru/it-news/tech/105293.html (дата обращения: 05.10.2019)

195. Luxoft продан в США. Сколько на этом заработают Карачинский, Мацоцкий и Лощинин — URL https://www.cnews.ru/news/top/2019-01-09_luxoft_prodan_v_sshaskolko_na_etom_zarabotayut (дата обращения: 03.11.2019)

196. OFT Group – мультивендорный системный интегратор — URL http://www.oftcomp.ru/ (дата обращения: 22.10.2019)

197. Philax – IT-решения для бизнеса — URL http://www.philax.ru/ (дата обращения: 22.10.2019)

198. Scania и Глонасс планируют развивать телематические и интеллектуальные транспортные системы в России — URL https://abs-magazine.ru/article/scania-i-glonass-planirujut-razvivat-telematicheskie-i-intellektualnye-transportnye-sistemy-v-rossii

199. SPIRIT продала свою технологию Indoor-навигации публичной калифорнийской технологической компании по мировым ценам — URL https://cnews.ru/news/top/2016-09-07_spirit_prodala_svoyu_tehnologiyu_indoornavigatsii (дата обращения: 02.10.2019)

200. Автоматизация логистики: тренды на рынке — URL https://iot.ru/riteyl/avtomatizatsiya-logistiki-trendy-na-rynke (дата обращения: 16.10.2019)

201. Анализ рынка дополненной реальности в России: отрасль только формируется — URL https://www.megaresearch.ru/news_in/analiz-rynka-dopolnennoy-realnosti-v-rossii-otrasl-tolko-formiruetsya-1437 (дата обращения: 16.10.2019)

202. АО «ГЛОНАСС» - оператор государственной информационной системы «ЭРА-ГЛОНАСС» — URL https://aoglonass.ru/ (дата обращения: 15.10.2019)

203. Автоматизированная система управления общественным городским транспортом — URL https://axitech.ru/solutions/avtomatizirovannaya-sistema-upravleniya-obshchestvennym-gorodskim-transportom/ (дата обращения: 15.10.2019)

204. База знаний ООО «Евромобайл» — URL https://www.euromobile.ru/wiki/ (дата обращения: 06.10.2019)

205. Байкалова Т.В. Обзор российского рынка геоинформационных систем для сельского хозяйства // Сборник материалов XIV Международной научно-практической конференции. В 2-х книгах. 2019. Издательство Алтайский государственный аграрный университет (Барнаул). – 2019. – С. 295-297.

206. Белешев Д.А. Предпосылки формирования интеллектуальных транспортных систем в Санкт-Петербурге // Электронный научно-практический журнал «Молодёжный научный вестник. Апрель 2018. – С. 70-79

207. Беспилотные автомобили. Состояние рынка, тренды и перспективы развития — URL https://iot.ru/transportnaya-telematika/bespilotnye-avtomobili-sostoyanie-rynka-trendy-i-perspektivy-razvitiya (дата обращения: 08.10.2019)

208. В Европе к 2022 году будет установлено 15,6 млн систем управления автохозяйством – Berg Insight — URL https://iot.ru/transportnaya-telematika/v-evrope-k-2022-godu-budet-ustanovleno-15-6-mln-sistem-upravleniya-avtokhozyaystvom-berg-insight (дата обращения: 08.10.2019)

209. Взгляд в будущее: Логистика 2050 /Исследование DHL — URL https://www.dhl.com (дата обращения: 28.09.2019)

210. Виртуальная реальность на промышленном рынке России — URL https://express.liberty7.ru/blog/analiz-rynka-vr-ar-v-rossii (дата обращения: 08.10.2019)

211. Гапанович В.А., Розенберг И.Н. Основные направления развития интеллектуального железнодорожного транспорта // Железнодорожный транспорт/ - 2011. № 4.

212. Геоинформационные и картографические сервисы: семь систем из Москвы — URL https://ict.moscow/news/cards-gis/ (дата обращения: 05.10.2019)

213. ГИС-сервисы — URL https://sovzond.ru/services/gis/services/ (дата обращения: 26.11.2019)

214. Демьяненко Р.В. Исследования транспортной сети на основе геоинформационных технологий // Сборник статей 7-й международной научно-практической конференции Интеллектуальные и телематические автоматизированные системы управления дорожным движением — URL http://www.adf.spbgasu.ru/Conference2006/section_3.pdf (дата обращения: 07.10.2019)

215. Догоним и перегоним Америку и Европу — URL http://transportrussia.ru/it-tehnologii/dogonim-i-peregonim-ameriku-i-evropu.html (дата обращения: 20.11.2019)

216. Дорога в будущее: понять автомобилиста завтрашнего дня. Анализ авторонмых транспортных средств, встроенных в автомобиль технологий, систем каршеринга и райдшеринга в США — URL https://www.pwc.ru/ru/automotive/assets/pwc-autotech-rus-eversion.pdf

217. Живоглядов В.Г. Методология повышения эффективности управления транспортными и пешеходными потоками // Сборник статей 7-й международной научно-практической конференции Интеллектуальные и телематические автоматизированные системы управления дорожным движением — URL http://www.adf.spbgasu.ru/Conference2006/section_3.pdf (дата обращения: 07.10.2019)

218. Исследование Omnicomm: рынок транспортной телематики в России растёт на 8% в год — URL https://cnews.ru/news/line/2019-04-23_issledovanie_omnicomm_rynok_transportnoj_telematiki (дата обращения: 02.10.2019)

219. Исследование перспективных экспертных рынков информационных технологий (ИТ-услуг), программного обеспечения и интеграционных решений для российских производителей. СПБ.: 2015. – 97 с.

220. К 2020 году коммерческая телематика будет использоваться в 73 миллионах автомобилях — URL https://iot.ru/transportnaya-telematika/k_2020_godu_kommercheskaya_telematika_budet_ispolszovatssya_v_73_millionah_avtomobilej (дата обращения: 06.10.2019)

221. Как заработать на росте шеринговой экономики? — URL https://www.if24.ru/kak-zarabotat-na-roste-sheringovoj-ekonomiki/ (дата обращения: 07.10.2019)

222. Как в России зарождается индустрия VR и можно ли на ней заработать — URL https://www.rbc.ru/magazine/2017/01/584eadae9a79470fe5a92000 (дата обращения: 10.10.2019)

223. «Камаз» выпустит грузовики с бортовой системой от «Вымпелкома» — URL https://www.vedomosti.ru/technology/articles/2019/11/12/816065-kamaz (дата обращения: 02.10.2019)

224. Количество установленных систем мониторинга автомобилей в Европе достигнет 10,6 млн к 2020 году — URL https://iot.ru/monitoring/kolichestvo-ustanovlennykh-sistem-monitoringa-avtomobiley-v-evrope-dostignet-10-6-mln-k-2020-godu (дата обращения: 05.10.2019)

225. Комаров В.В. Архитектура и стандартизация телематических и интеллектуальных транспортных систем. Зарубежный опыт и отечественная практика / В.В.Комаров, С.А.Гараган. – М.: НТБ «Энергия», 2012. – 352 с

226. Компания «ФИОРД» - Поддержка сервисов микро-геолокации для систем внутреннего позиционирования (Indoor Positioning Systems) — URL https://fiord.com/primeneniya-pcvue/programmnye-sredstva/pcvue-primeneniya/podderzhka-servisov-mikro-geolokatsii-dlya-cistem-vnutrennego-pozitsionirovaniya-indoor-positioning-systems-ips (дата обращения: 02.10.2019)

227. Крок ИТ-компания — URL https://www.croc.ru/ (дата обращения: 02.10.2019)

228. Кто и как управляет автопарками — URL https://iot.ru/transportnaya-telematika/kto-i-kak-upravlyaet-avtoparkami (дата обращения: 02.10.2019)

229. Лаборатория Умного Вождения — URL https://smartdriving.io/ (дата обращения: 02.10.2019)

230. Лапшин В.С. Обзор методов проектирования архитектур интеллектуальных транспортных систем / Лапшин В.С., Елькин Д.М., Кучеров С.А., Рогозов Ю.И. Обзор методов проектирования архитектур интеллектуальных транспортных систем // Инженерный вестник Дона, № 4 (2018) — URL ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2018/5422 (дата обращения: 02.10.2019)

231. Логистика на платформе. Цифровые платформы в грузоперевозках изменят расклад сил на рынке — URL

https://plus.rbc.ru/news/5d7f84c47a8aa95f6d08db44 (дата обращения: 02.10.2019)

232. Материалы Международного форума АВТОНЕТ 2019. 11 октября 2019

233. Методические рекомендации по оценке эффективности инвестиционных проектов (вторая редакция), утв. Минэкономики РФ, Минфин РФ, Государственный комитет РФ по строительной, архитектурной и жилищной политике № ВК 477 от 21июня 1999 г./ М: Экономика, 2000 - 421 с.

234. Минкин И.К. Внедрение интеллектуальных транспортных систем (ИТС) в РФ. / Минкин И.К., Коржанков В.Б., Моргачев С.А., Пышный В.А. //Альтернативные источники энергии в транспортно-технологическом комплексе: проблемы и перспективы рационального использования. 2016. Т. 3. № 1. с. 269-272/

235. Минтранс подготовил требования к работе BlaBlaCar и подобных сервисов — URL https://www.vedomosti.ru/business/news/2019/07/01/805464-mintrans (дата обращения: 02.11.2019)

236. «Мой офис» не получил 1,9 миллиарда от ВЭБ из-за жёсткой политики ЦБ — URL https://www.cnews.ru/news/top/2019-10-30_moj_ofis_ne_poluchil_19_milliarda (дата обращения: 01.11.2019)

237. Навигационная платформа для помещений – Indoors Navigation — URL https://indoorsnavi.pro/technologies2/?lang=ru (дата обращения: 02.10.2019)

238. Обзор: ИТ в транспортной отрасли 2019 — URL https://www.cnews.ru/reviews/it_v_transportnoj_otrasli_2019/articles/rynok_it_na_transporte_budet_rasti_za_schet_transportnoj_telematiki (дата обращения: 02.11.2019)

239. Обзор передового зарубежного опыта развития системы управления транспортом — URL https://mguu.ru/images/publications/mguu-best-practices-transport.pdf (дата обращения: 02.11.2019)

240. Обзор рынка транспортной телематики — URL https://iot.ru/transportnaya-telematika/obzor-rynka-transportnoy-telematiki (дата обращения: 02.11.2019)

241. Обзор рынка транспортной телематики в России. EY, 2017 год.

242. Объём глобального рынка телематики для коммерческого транспорта к 2024 году достигнет $85,4 млрд — URL https://iot.ru/transportnaya-telematika/obem-globalnogo-rynka-telematiki-dlya-kommercheskogo-transporta-k-2024-godu-dostignet-85-4-mlrd (дата обращения: 05.10.2019)

243. Объём мирового рынка управления автопарком достигнет $16,86 млрд к 2025 году — URL https://iot.ru/transportnaya-telematika/obem-mirovogo-rynka-upravleniya-avtoparkom-dostignet-16-86-mlrd-k-2025-godu (дата обращения: 05.10.2019)

244. Объём рынка коммерческой телематики к 2024 году вырастет до 49 миллиардов долларов — URL https://iot.ru/transportnaya-telematika/obyem-rynka-kommercheskoy-telematiki-k-2024-godu-vyrastet-do-49-milliardov-dollarov (дата обращения: 05.10.2019)

245. ООО «КОМПАРЕКС» - глобальный поставщик программного обеспечения и IT-услуг — URL http://www.comparex.ru/web/ru/comparex.htm (дата обращения: 02.10.2019)

246. Основанная Дмитрием Зиминым компания получила 100% каршеринга BelkaCar — URL https://www.vedomosti.ru/business/articles/2019/12/12/818600-belkacar (дата обращения: 02.10.2019)

247. Осьминин А.Т., Преображенский Д.А. Экспертная оценка научного инструментария и технологий в области управления и планирования грузовых перевозок и работы подвижного состава // Бюллетень объединённого учёного совета ОАО «РЖД». – 2019. - № 2. – С. 30-42.

248. Перспективы рынка беспилотных автомобилей на 5 лет/ — URL https://bespilot.com/sprojects/139- (дата обращения: 07.10.2019)

249. Платуниговый путь: караваны беспилотных фур запустят по России — URL https://iz.ru/918786/timur-khasanov/platuningovyi-put-karavany-bespilotnykh-fur-zapustiat-po-rossii (дата обращения: 15.10.2019)

250. Половина российских компаний внедрит интернет вещей к 2021 году. 16.12.2019 — URL https://cnews.ru/news/top/2019-12-16_internet_veshchej_osvoyat_bolee (дата обращения: 07.10.2019)

251. Почему рынок indoor навигации будет больше, чем рынок GPS и как это работает? — URL https://sohabr.net/habr/post/375523/ (дата обращения: 07.10.2019)

252. Пржибыл Павел, Свитек Мирослав. Телематика на транспорте / Перевод с чешского О. Бузека и В. Бузковой. Под редакцией проф. В.В.Сильянова. – М.: МАДИ (ГТУ), 2003. – 540 с.

253. Приходько В.М. Современные системы управления движением в мегаполисах // Сборник статей 7-й международной научно-практической конференции Интеллектуальные и телематические автоматизированные системы управления дорожным движением — URL http://www.adf.spbgasu.ru/Conference2006/section_3.pdf (дата обращения: 07.10.2019)

254. Пути развития телематических и интеллектуальных транспортных систем с использованием возможностей ГАИС «ЭРА-ГЛОНАСС» / Гараган С.А., Комаров В.В. — URL http//www.niiat.ru (дата обращения: 07.10.2019)

255. Пять предсказаний Business Insider в сфере IoT на 2016 год — URL https://iot.ru/gadzhety/pyats_predskazanij_business_insider_v_sfere_iot_na_2016_god (дата обращения: 07.10.2019)

256. Российский рынок высокоточного спутникового позиционирования. Перспективы формирования, особенности рынка, тенденции развития. РБК Research — URL https://docplayer.ru/36466869-Annotaciya-rossiyskiy-rynok-

vysokotochnogo-sputnikovogo-pozicionirovaniya-2-research-rbc-ru-issledovanie-provedeno-v-aprelesentyabre.html (дата обращения: 07.10.2019)

257. Российский рынок GPS-навигации ждут потрясения — URL http://www.russianelectronics.ru/leader-r/news/29536/29541/doc/47405/ (дата обращения: 04.10.2019)

258. Рынок беспилотных автомобилей: реалии и прогнозы — URL https://mentamore.com/transportnaya-infrastruktura/rynok-bespilotnyx-avtomobilej.html (дата обращения: 04.10.2019)

259. Рынок виртуальной и дополненной реальности: перспективы для стартапов с точки зрения инвестора — URL https://habr.com/ru/company/friifond/blog/322230/ (дата обращения: 04.10.2019)

260. Рынок ИТ на транспорте будет расти за счёт транспортной телематики — URL https://www.cnews.ru/reviews/it_v_transportnoj_otrasli_2019/articles/rynok_it_na_transporte_budet_rasti_za_schet_transportnoj_telematiki (дата обращения: 05.10.2019)

261. Рынок промышленных VR/AR-решений в России (исследование TAdviser) — URL http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Рынок_промышленных_VR/AR-решений_в_России_(исследование_TAdviser) (дата обращения: 01.11.2019)

262. Рынок систем управления автомобильным трафиком вырастет к 2023 году — URL https://www.secuteck.ru/news/rynok-sistem-upravleniya-avtomobilnym-trafikom-vyrastet-k-2023-godu (дата обращения: 05.10.2019)

263. Рынок устройств виртуальной и дополненной реальности — URL http://www.tadviser.ru/index.php/Статья:Рынок_устройств_виртуальной_и_дополненной_реальности (дата обращения: 09.10.2019)

264. Сайт НТИ Автонет — URL https://autonet-nti.ru/ (дата обращения: 14.10.2019)

265. Самостоятельный город: 3 технологии «разумного» управления дорожным движением — URL https://habr.com/ru/company/wayray/blog/374033/ (дата обращения: 17.10.2019)

266. Системный интегратор «РАМАКС». IT-аутсорсинг — URL https://www.ramax.ru/ (дата обращения: 15.10.2019)

267. Стандарты ETSI. — URL https://www.etsi.org/ (дата обращения: 07.10.2019)

268. Стефаненко С. В. Использование Автоматизированных систем управления на пассажирском транспорте на примере г. Хабаровск // Молодой ученый. — 2018. — №46.1. — С. 44-46. — URL https://moluch.ru/archive/232/53994/ (дата обращения: 18.11.2020)

269. Телематическая транспортная система в составе информационной среды технологической интеграции различных видов транспорта и участников транспортного процесса, её структура и задачи. / Комаров В.В., Гараган С.А. // T-Comm: Телекоммуникации и транспорт. 2011. № 2. С. 40-44.

270. Терешина Н.П. Повышение конкурентоспособности и качества грузовых перевозок / Терешина Н.П., Жаков В.В., Филимонова З.В. // Экономика железных дорог. 2017. № 8. - С. 41-49.

271. Технологии виртуальной и дополненной реальности для образования — URL http://prodod.moscow/archives/6428 (дата обращения: 04.11.2019)

272. «Техносерв» банкротят — URL https://www.cnews.ru/news/top/2019-03-29_tehnoserv_bankrotyat (дата обращения: 07.10.2019)

273. Транс-Евроазиатская логистическая платформа: практика, продукты, рынки — URL http://www.eurasiancommission.org/ru/act/dmi/workgroup/ (дата обращения: 15.10.2019)

274. Транспорт в городах // Умный город («Ведомости», специальный выпуск) от 23.12.2019 № 23 (65). – С. 5

275. Умное автострахование в России набирает скорость — URL https://iot.ru/transportnaya-

telematika/umnoe_avtostrahovanie_v_rossii_nabiraet_skorosts (дата обращения: 15.11.2019)

276. У рынка систем управления трафиком большой потенциал — URL https://comnews.ru/content/119975/2019-06-04/u-rynka-sistem-upravleniya-trafikom-bolshoy-potencial (дата обращения: 27.10.2019)

277. ФГУП «ЗащитаИнфоТранс» — URL https://www.z-it.ru/ (дата обращения: 27.10.2019)

278. Что такое телематика и «умное КАСКО». Обзор российских страховщиков — URL https://habr.com/ru/post/408579/ (дата обращения: 22.10.2019)

279. Штрошнайдер Йенс. Телематика сделает транспорт частью умного города — URL https://www.cnews.ru/reviews/it_v_transportnoj_otrasli_2019/interviews/jens_shtroshnajder (дата обращения: 27.10.2019)

280. Экономика совместного потребления в России 2018. ТИАР-Центр, 2018 год — URL https://tiarcenter.com/wp-content/uploads/2018/11/RAEC_Sharing-economy-in-Russia-2018_Nov-2018.pdf (дата обращения: 14.10.2019)

281. Эксперты оценили рынок управления автомобильным трафиком в России — URL https://www.dp.ru/a/2019/06/03/JEksperti_ocenili_rinok_up (дата обращения: 17.11.2019)

282. Эксперты СпейсТим оценивают тенденции развития рынка транспортной телематики. — URL http://space-team.com/pressa/detail/experts_market_transport_telematics_IoT_2016/ (дата обращения: 12.11.2019)

283. Это модное слова indoor — URL https://iot.ru/riteyl/eto-modnoe-slovo-indoor (дата обращения: 22.09.2019)

284. «Яндекс.Драйв» хочет запустить свой сервис каршеринга в Европе — URL https://www.vedomosti.ru/business/articles/2020/01/13/820491-

yandeksdraiv-hochet-zapustit-servis-karsheringa-v-evrope (дата обращения: 13.01.2020)

ПРИЛОЖЕНИЕ

ПРИЛОЖЕНИЕ А

Табл. 35 – Классификация НАП ГНСС

№	Признак классификации	Положение классификации
1	По типу используемых систем, работающих по:	- сигналам только ГЛОНАСС;
		- сигналам только GPS;
		- сигналам только ГАЛИЛЕО;
		- сигналам нескольких глобальных навигационных спутниковых систем.
2	По области применения:	- на летательных аппаратах (воздушных судах);
		- на морских (речных) судах;
		- на космических объектах, ракетах-носителях, разгонных блоках, космических аппаратах и станциях и т.д.;
		- на наземных подвижных объектах (автомобильный, железнодорожный транспорт);
		- для решения задач мониторинга;
		- для целей геодезического обеспечения задач различных потребителей.
3	По условиям применения:	- стационарная (для опорных станций), устанавливаемая на неподвижных объектах;
		- носимая (портативная, переносная), используемая на отдельном подвижном объекте;
		- бортовая, устанавливаемая на борт подвижных объектов различного назначения (морских, воздушных, наземных, космических).
4	По уровню специализации:	- общего назначения (бытовая, персональная), применяемая гражданскими потребителями для определения своего текущего местоположения, скорости и времени;
		- специальная.
5	По характеру динамичности потребителя:	- для низкодинамичных потребителей со скоростью движения от 2 до 300 км/ч;
		- для среднединамичных потребителей со скоростью движения от 300 до 900 км/ч;
		- для высокодинамичных потребителей со скоростью движения выше 900 км/ч.
6	По используемым режимам измерений:	- использующая кодовый режим;
		- с возможностью приема дифференциальных поправок;
		- имеющая возможность реализации автодифференциального режима;
		- использующая фазовый режим.
7	По числу каналов обработки сигналов:	- использующая одноканальный (с последовательной или мультиплексной обработкой) режим работы;
		- использующая многоканальный режим работы.
8	По функциональным возможностям определения параметров:	- расчет координат, времени и скорости движения потребителя;
		- расчет угловых величин (путевого, азимутального и других углов);
		- расчет дальности до заданного пункта;
		- пересчет параметров из одной системы координат в другую;
		- определение курсоуказания.

Продолжение Таблицы 1

9	По точности:	- определения координат до нескольких сантиметров;
		- определения координат до нескольких дециметров;
		- определения координат до нескольких единиц метров;
		- определения координат до нескольких десятков метров;
		- определения координат до нескольких сотен метров.
10	По возможностям получения информации автономного определения (самоопределения) координат местоопределения.	- только текстовая информация;
11	По виду отображения информации:	- текстовая и графическая информация.
12	По возможностям контроля целостности:	- с автономным контролем целостности;
		- без автономного контроля целостности.
13	По уровню интеграции:	- предназначенная только для определения координат местоопределения (автономная);
		- функционально интегрированная с другими техническими устройствами;
		- конструктивно интегрированная с другими техническими устройствами.
14	По виду обрабатываемых сигналов, работающая в:	- одночастотном режиме;
		- двухчастотном режиме;
		- трехчастотном режиме;
		- режиме с обработкой открытых сигналов;
		- режиме с обработкой закрытых сигналов.
15	По возможностям информационного противодействия:	- с автономным обнаружением и подавлением помех;
		- с внешним выявлением помех и оповещением.

Источник: ГОСТ 31380-2009 Глобальные навигационные спутниковые системы. Аппаратура потребителей. Классификация (введен в действие Приказом Росстандарта от 20.07.2011 N 191-ст) / М.: Стандартинформ, 2012. – 7 с. [44].

Табл. 36 – Классификация аппаратуры беспроводной связи

№	Признак классификации	Положение классификации
1	назначение (область применения):	- для систем передачи цифровой информации;
		- для систем радиотелеметрии и телеуправления;
		- для систем радиосигнализации, мониторинга и охраны.
2	По диапазону рабочих частот:*	- 136-174 Мгц;
		- 400-512 Мгц;
		- 820-960 МГц;
		- 2-4 ГГц;
		- 10-12 ГГц;
		- 30-35 ГГц и выше.
3	По выходной мощности передатчика:	Именно этот параметр наряду с чувствительностью приемника и характеристиками применяемого антенно-фидерного оборудования определяет дальность связи в конкретных условиях. Очевидно, что в силу разнообразия сетевых конфигураций и разной удаленности объектов обслуживаемых систем требования к дальности связи, обеспечиваемой радиомодемами, различны.
4	По типу модуляции:	- FSK;
		- FFSK;
		- GFSK;
		- GMSK.
5	По числу рабочих каналов:	от 1 до 1600 рабочих каналов
6	По ширине рабочих каналов:	- чаще: 2,5 или 25кГц;
		- реже: 6,25 и 7,5 кГц;
7	По режиму работы:	- пакетный;
		- прозрачный;
		- асинхронный;
		- ретрансляционный;
		- эхо-репитер.
8	По скорости передачи данных:	- скорость передачи данных по радиоканалу: 1200 до 19 200 бит/с;
		- скорость обмена данными по внешнему интерфейсу: 300 – 38 400 бит/с
9	По интерфейсу сопряжения:	- Интерфейс RS-232
		- Интерфейс RS-485
		- Стандарт Ethernet
		- Стандарт Bluetooth
		- Связь через ИК
10	По климатическому исполнению и температурному диапазону	- В случае если радиомодемы устанавливаются в помещении, а антенно-фидерное оборудование размещается на улице: не имеет значения
		- В других случаях: −40 до +55° С

Источники: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным:

1.Андреева М.А., Шишаков К.В. Сборник студенческих реферативных работ: приложение к курсу «Устройства преобразования и обработки информации» / Ижевск: Ижевский Государственный Технический Университет, 2009. –164 с. [48].

2.Акимов В. Н., Бабин А.И., Шорин А.О. Радиомодемы диапазонов VHF/UHF в задачах охраны и мониторинга объектов / Спецтехника и связь. – 2009. – №1. – С.50-58 [53].

Примечание: *чем выше частота, тем выше может быть скорость передачи данных, меньше дальность, выше требования к обеспечению прямой видимости и больше чувствительность к перемене погоды.

ПРИЛОЖЕНИЕ Б

Табл. 37 – Стадии цикла Гартнера

Стадия	Описание
Запуск технологии	Появление инновации, первые публикации о новой технологии
Пик завышенных ожиданий	От новой технологии ожидают революционных свойств, технология, благодаря новизне, становится популярной и предметом широкого обсуждения в сообществе
Пропасть разочарования	Выявляются недостатки технологии, а утеря новизны не способствует восторженным публикациям, в сообществе отмечается разочарование новой технологией
Склон просвещения	Устраняются основные недостатки, интерес к технологии медленно возвращается, технология начинает внедряться в коммерческих проектах
Плато продуктивности	Наступление зрелости технологии, сообщество воспринимает технологию как данность, осознавая её достоинства и ограничения

Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным:
1.The Official Website of Gartner / – Режим доступа: https://www.gartner.com (дата обращения: 06.12.2019) [60].
2.Белова Л. Инновации в мировой экономике: учебное пособие / – М.: Экономический факультет МГУ им. Ломоносова, 2018. – 148 с. [117].

Табл. 38 – Уровни готовности технологий

Уровень готовности технологии	Описание
TRL 1	Сформулирована фундаментальная концепция технологии и обоснование её полезности
TRL 2	Определены целевые области применения технологии и её критические элементы
TRL 3	Получен макетный образец и продемонстрированы его ключевые характеристики
TRL 4	Получен лабораторный образец, подготовлен лабораторный стенд, проведены испытания базовых функций связи с другими элементами системы.
TRL 5	Изготовлен и испытан экспериментальный образец в реальном масштабе по полупромышленной технологии, проведена эмуляция основных внешних условий
TRL 6	Изготовлен полнофункциональный образец на пилотной производственной линии, подтверждены рабочие характеристики в условиях, приближенных к реальности
TRL 7	Прототип системы продемонстрирован в составе системы в реальных условиях эксплуатации
TRL 8	Окончательное подтверждение работоспособности образца. Разработка. функционирующей реальной системы завершен
TRL 9	Изделие удовлетворяет всем требованиям: инженерным, производственным, эксплуатационным, по качеству и надёжности. Возможна модификация по снижению себестоимости, развитию и эволюции системы. Функционирующая реальная система подтверждена в ходе реальной эксплуатации через успешное выполнение испытательных заданий

Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным:
1.The Official Website of NASA / Режим доступа: https://www.nasa.gov (дата обращения: 08.12.2019) [117].
2.Definition Of Technology Readiness Levels / NASA. – 1 p. – Режим доступа: https://esto.nasa.gov/files/trl_definitions.pdf (дата обращения: 08.12.2019) [119].

Примечание: TRL – Technology Readiness Level

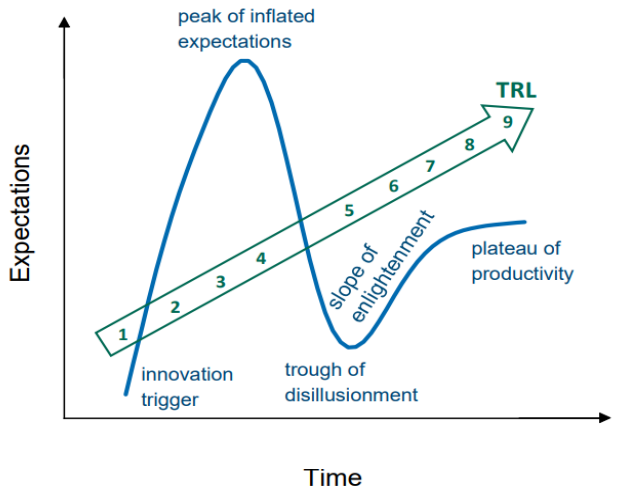


Рис. 48 – Сопоставление хайп-цикла Гартнера и метода TRL

Источник: Naftaly M., Vieweg N., Deninger A. Industrial Applications of Terahertz Sensing: State of Play / Sensors. – №19. – 2019. – 35 p. [123].

Табл. 39 – Процент проникновения технологии на рынок

Стадия цикла Гартнера	**Процент проникновения технологии на рынок**
Запуск технологии	Менее 1% целевой аудитории или от 1% до 5% целевой аудитории
Пик завышенных ожиданий	От 1% до 5% целевой аудитории или от 5% до 20% целевой аудитории
Пропасть разочарования	От 1% до 5% целевой аудитории или от 5% до 20% целевой аудитории
Склон просвещения	От 5% до 20% целевой аудитории или от 20% до 50% целевой аудитории
Плато продуктивности	От 20% до 50% целевой аудитории или более 50% целевой аудитории

Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным:
1. The Official Website of Gartner / Режим доступа: https://www.gartner.com (дата обращения: 06.12.2019) [60].
2. Hype Cycle for Emerging Technologies / Gartner, 2011. – 79 p. [67].

Табл. 40 – Скорость адаптации технологии на рынке

Скорость адаптации технологии на рынке	**Описание**
Низкая	Более 10 лет до выхода на стадию «Плато продуктивности» цикла Гартнера
Средняя	От двух до десяти лет до выхода на стадию «Плато продуктивности» цикла Гартнера
Высокая	Менее двух лет до выхода на стадию «Плато продуктивности» цикла Гартнера или выход из цикла Гартнера

Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным:
1. The Official Website of Gartner / Режим доступа: https://www.gartner.com (дата обращения: 06.12.2019) [60].
2. Hype Cycle for Emerging Technologies / Gartner, 2011. – 79 p. [67].

Табл. 41 – Воздействие технологии на бизнес

Уровень воздействия технологии на бизнес	**Описание**
Низкий	До двух сфер бизнеса, на которые оказывает влияние технология
Средний	От двух до пяти сфер бизнеса, на которые оказывает влияние технология
Высокий	Более шести сфер бизнеса, на которые оказывает влияние технология

Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным:
1. The Official Website of Gartner / Режим доступа: https://www.gartner.com (дата обращения: 06.12.2019) [60].
2. Hype Cycle for Emerging Technologies / Gartner, 2011. – 79 p. [67].

Табл. 42 – Преимущества от внедрения технологии

Уровень преимуществ от внедрения технологий	**Описание**
Низкий	Незначительное улучшение бизнес-процессов, не влияющее на увеличение доходов или сокращение затрат организации
Средний	Улучшение существующих бизнес-процессов, что приводит к увеличению доходов или сокращению затрат организации
Высокий	Новые способы реализации горизонтальных и вертикальных бизнес-процессов, внедрение которых приводит к значительному увеличению доходов или сокращению затрат организации
Преобразовательный	Новые методы ведения бизнеса, внедрение которых приводят к положительным сдвигам в отраслях хозяйства

Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным:
1. The Official Website of Gartner / Режим доступа: https://www.gartner.com (дата обращения: 06.12.2019) [60].
2. Hype Cycle for Emerging Technologies / Gartner, 2011. – 79 p. [67].

ПРИЛОЖЕНИЕ В

Табл. 43 – Применение OEM-модулей в мобильных устройствах

Производители НАП и OEM-модулей	Разработчики операционных систем	Производители готовой продукции						Провайдеры услуг и контента		Разработчики приложений / Ритейлеры				Магазины приложений	Потребители
		Мобильные устройства	Wearable-устройства	Персональные навигаторы	ODM	Камеры	Компьютеры	Разработчики картографических приложения	Операторы сотовой сети	Ключевые разработчики приложений	Мобильная коммерция (mCommerce)	Мобильная медицина (mHealth)	Ритейлеры		
• ANALOG DEVICES • ALLYSTAR • BROADCOM • HISILICON • INFINEON • INTEL • MEDIATEK • NIHON DEMPA KOGYO • QUALCOMM • SAMSUNG • SEIKO EPSON • SPREADTRUM COMMUNICATIONS • SONY • U-BLOX	• APPLE (iOS) • CANONICAL (UBUNTU) • GOOGLE (ANDROID) • JOLLA (SAILFISH) • LINUX FOUNDATION (LINUX) • MICROSOFT (WINDOWS)	• APPLE • BLACKBERRY • BQ • DORO • HTC • HUAWEI • LENOVO • LG • MALATA • MICROSOFT • OPPO • SAMSUNG • VIVO • XIAOMI • ZTE • ONEPLUS • SONY • NOKIA	• APPLE • CITIZEN • FITBIT • GARMIN • MICROSOFT • POLAR • SUUNTO • SAMSUNG • TIMEX • XIAOMI • AMER SPORTS	• GARMIN • POCKET FINDER • SPOT • TELTONIKA	• AVNET • COMPAL ELECTRONICS • FOXCONN • PEGATRON • WISTRON	• CANON • NIKON • SONY	• ACER • APPLE • ASUS • DELL • HP • LENOVO	• APPLE • GOOGLE • HERE • MAPQUEST • MICROSOFT	• AT&T MOBILITY • ORANGE • RXNETWORKS • TELEFÓNICA • VERIZON WIRELESS • VODAFONE	• APPLE • FACEBOOK • FOURSQUARE • GOOGLE • IAC • MICROSOFT • NIANTIC • NOKIA • TRIPADVISOR • YELP • ZYNGA	• AMAZON • FOURSQUARE • GROUPON • PAYPAL • ZALANDO	• AZUMIO • EPOCRATES • FITBIT • FITNOW • IHEALTH • SANOFI	• Авиакомпании • Банки • Компании розничной торговли • Медиакомпании • Операторы сотовой сети • Транспортные перевозчики • Производители транспортных средств	• 360 MOBILE ASSISTANT • AMAZON APP STORE • APPLE APP STORE • BLACKBERRY WORLD • GOOGLE PLAY • TENCENT MYAPP • WINDOWS PHONE STORE	Потребители

Источник: GNSS Market Report / GSA, 2019. – 112 p. [120].

Табл. 44 – Применение OEM-модулей в автомобилестроении

Производители НАП и OEM-модулей	Системные интеграторы			Производители дополнительного оборудования и провайдеры услуг						Потребители
	Поставщики 1 уровня		Производители транспортных средств	Производители дополнительного оборудования	Провайдеры услуг					
	Поставщики продукции	Поставщики услуг: Провыйдеры картографических данных			Операторы сотовой сети	Поставщики информации о движении транспортных средств	Провайдеры дорожных сборов	Провайдеры систем дифференциальной коррекции	Прочие	
• ANALOG DEVICES • BEIJING BDSTAR NAVIGATION • BROADCOM • FURUNO ELECTRIC CO • GARMIN • HEXAGON • HIRSCHMANN • JAPAN RADIO CO • KATHREIN-WERKE KG • LAIRD • MEDIATEK • NXP SEMICONDUCTORS • ORBCOMM • PULSE ELECTRONICS • QUALCOMM • STMICROELECTRONICS • TE CONNECTIVITY • TOMTOM • TRIMBLE NAVIGATION • U-BLOX	• ACTIA • ALPINE • BOSCH • CONTINENTAL • DENSO • FICOSA • GEMALTO • PIONEER • SIEMENS • STONERIDGE • VALEO	• GOOGLE • HERE • TOMTOM	• BMW • CHINA FIRST AUTOMOBILE GROUP CORPORATION • DAIMLER • FIAT • CHRYSLER AUTOMOBILES • FORD • GM • HONDA • HYUNDAI • MAZDA MOTOR • NISSAN • PEUGEOT-CITROEN • RENAULT • SUBARU • SUZUKI • TATA MOTORS • TOYOTA • VOLKSWAGEN • ZHEUJIANG GEELY HOLDING	• GARMIN • MAGNETI MARELLI • MASTERNAUT • OCTO TELEMATICS • TOMTOM • TRAKM8 • WABCO	• AIRTEL • AT&T • CHINA MOBILE • T-MOBILE • TELEFONICA • VODAFONE	• GARMIN • GOOGLE • TOMTOM	• KAPSCH • MHIESA • NTPS • SATELLIC • SIEMENS • SKY TOLL • TOLL COLLECT	• SAPCORDA	• Поставщики услуг каршеринга • Поставщики услуг телематики • Поставщики нефтепродуктов и топливных карт • Поставщики услуг технического обслуживания и ремонта транспортных средств	• Владельцы автомобилей • Водители коммерческого автотранспорта • Правохранительные органы • Операторы парка транспортных средств • Страховые компании • Государства-члены • Операторы автомобильных дорог

Источник: GNSS Market Report / GSA, 2019. – 112 p. [120].

Табл. 45 – Применение OEM-модулей в самолетостроении

Производители устойств	Производители ЛА			Авиакомпании и владельцы ЛА		Поставщики аэронавигационных услуг	Аэродромы
	Производители ЛА для авиакомпаний	Прочие производители	Городская аэромобильность	Основные альянсы	Ассоциации		
● AVIDYNE CORP ● COBHAM ● COLLINS AEROSPACE ● ESTERLINE TECH CORP ● GARMIN ● HONEYWELL ● KANNAD ● MCMURDO ● THALES AVIONICS* ● TRIG AVIONICS* ● UNIVERSAL AVIONICS	● AIRBUS ● ATR ● BOEING ● BOMBARDIER ● EMBRAER	● LEONARDO-AW (AGUSTAWESTLAND) ● CESSNA ● CIRRUS ● DAHER ● DASSAULT ● DIAMOND AIRCRAFT ● GULFSTREAM ● PILATUS ● PIPER ● PIPISTREL ● TECNAM	● UBER ● LILIUM	● ONEWORLD ● SKYTEAM ● STAR ALLIANCE	● AIRCRAFT OWNERS AND PILOTS ASSOCIATION (AOPA) ● EUROPEAN BUSINESS AVIATION ASSOCIATION (EBAA) ● EUROPEAN HELICOPTER ASSOCIATION (EHA) ● EUROPEAN REGIONS AIRLINE ASSOCIATION (ERA) ● INTERNATIONAL AIR TRANSPORT ASSOCIATION (IATA) ● INTERNATIONAL AIR CARRIER ASSOCIATION (IACA) ● A4E ● PPL/IR ● EUROPEAN AIR SPORTS	● CIVIL AIR NAVIGATION SERVICES ORGANISATION (CANSO) ● INTERNATIONAL CIVIL AVIATION ORGANISATION (ICAO)	● Международные аэропорты ● Региональные аэропорты ● Частные аэродромы ● Международный совет аэропортов

Источник: GNSS Market Report / GSA, 2019. – 112 p. [120].

Табл. 46 – Применение OEM-модулей в судостроении

Профильные организации	Производители НАП и OEM-модулей	Системные интеграторы	Потребители		Потребители радионавигационной информации		
			Судовладельцы и судоходные компании	Прочие пользователи			Аналитические компании
● CIRM ● EFCA ● EMSA ● IALA ● IAPH и ESPO ● ICS и BIMCO ● IMO ● IMPA и EMPA	● BEIJER ELECTRONICS ● BEIJING BDSTAR NAVIGATION ● BEIJING UNISTRONG COBHAM ● COBRA ELECTRONICS ● FURUNO ● GARMIN ● GMT CO ● JAPAN RADIO CO ● JOHNSON OUTDOORS ● KONGSBERG MARITIME ● NAVICO ● OROLIA ● SAMYUNG ENC	● AB VOLVO ● HYUNDAI HEAVY INDUSTRIES ● INMARSAT ● KAWASAKI HEAVY INDUSTRIES ● MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES ● PRONAV ● ST ELECTRONICS ● SUNGDONG SHIPBUILDING & MARINE ENGINEERING YANMAR	● APL ● CMA CGM GROUP ● EVERGREEN LINE ● HAPAG-LLOYD ● MAERSK LINE ● MSC	● Операторы рыболовных судов ● Компании-операторы по добыче и/или транспортировке нефти и газа ● Владельцы моторных лодок и катеров ● Добыча соли	Администрация портов	Органы государственного надзора и контроля	● MARINETRAFFIC ● MYSHIPTRACKING ● VESSELTRACKER

Источник: GNSS Market Report / GSA, 2019. – 112 p. [120].

Табл. 47 – Применение OEM-модулей при производстве БЛА

Беспилотные летательные аппараты																		
Производители компонентной базы[1]		Поставщики программного обеспечения[2]		Производители БЛА				Управление движением БЛА				Провайдеры услуг[4]						Потребители
				ЛА с неподвижным крылом		Винтокрылые ЛА		Предоставление сопутствующих услуг		Операторы[3]								
Камеры и прочие системы наблюдения	ГНСС-чипсеты	Машинное распознавание образов и навигация	Управление полетом ЛА	Без дополнительных систем	Оснащенные системой вертикального взлета и посадки	Одновинтовые ЛА	Многовинтовые ЛА	Поставщики услуг по управлению движением БЛА	Провайдеры аэронавигационных услуг	Интеграция функций оператора и поставщика услуг								
										Сельское хозяйство	Пограничный контроль	Оказание услуг по доставке товара	Наблюдение за акваторией водоема	Осуществление фото- и видео съемки	Геодезия	Городская аэромобильность		
• DST CONTROL • LIDARUSA	• HEXAGON AB • NOVATEL • QUALCOMM • SEPTENTRIO • U-BLOX	• AEGIS • AIRFUSION • GMV • VISION FOR UAVS	• AIMEST • SKYWARD	• AIRBUS • ALTAVISION • DELAIR • MARQUESAVIATION	• AEROVINCI • AITI • ATMOS UAV	• 3D ROBOTICS • EUPHORIX • PARROT • YUNEEC	• BABCOCK	• AIRMAP • ALTITUDE ANGEL • UNIFLY		• AGRIBOTIX • DEVERON UAS • PRECISIONHAWK	• FRONTEX • NATIONAL COAST GUARDS	• AMAZON • GOOGLE	• EMSA • MARTEK AVIATION	• AERIAL SOLUTIONS • AEROS • DRONES DRAGONS EYE • FILMING SKY VIEW	• AIRMAP • CYBERHAWK • SENSEFLY • UAVONIC	• AIRBUS • LILIUM	

Источник: GNSS Market Report / GSA, 2019. – 112 p. [120].

[1] вкл. навигационное и дополнительное оборудование (лидары, камеры, двигательные установки, связь)

[2] вкл. составление программы полета, навигацию, систему управления ЛА и пр.

[3] Специализированные компании, осуществляющие управление БЛА для конечных потребителей, чьей первичной функцией является поддержание сохранности и безопасности использования БЛА

[4] Услуги по обратоке данных, получаемых с БЛА, для конечного потребителя (например, услуги страхования - компания FLOCK).

Табл. 48 – Применение OEM-модулей на аварийно-спасательных работах

Аварийно-спасательные службы					
Производители НАП	Производители аварийных радиомаяков			Потребители	Потребители радионавигационной информации
	EPIRB и PLB	AIS-SART и AIS-MOB	ELT		
• QUECTEL • STMICROELECTRONICS • U-BLOX AG	• ACR ELECTRONICS • JOTRON AS • MOBIT TELECOM • OCEAN SIGNAL • OROLIA	• ACR ELECTRONICS • JOTRON AS • OCEAN SIGNAL • OROLIA	• ACR ELECTRONICS • ASTRONICS CORPORATION • OROLIA • SAMYUNG ENC • ELTA • ECA GROUP	• Пилоты ЛА • Операторы рыболовных судов • Туристы • Альпинисты • Компании-операторы по добыче и/или транспортировке нефти и газа • Владельцы моторных лодок и катеров • Добыча соли	• Береговая охрана • КОСПАС-САРСАТ • Группы по ликвидации последствий стихийных бедствий • Объединённые координационные центры

Источник: GNSS Market Report / GSA, 2019. – 112 p. [120].

Табл. 49 – Применение OEM-модулей на железнодорожном транспорте

Производители НАП и OEM-модулей	Системные интеграторы	Производители железнодородного транспорта	Владельцы и операторы		Операторы железнодорожной инфраструктуры
			Железнодородные и логистические компании	Операторы рельсовых подвижных составов	
● ANALOG DEVICES INC ● BEIJING BDSTAR NAVIGATION ● BROADCOM ● COMNAV TECHNOLOGY LIMITED ● CORE CORPORATION ● GARMIN ● GENERAL ELECTRIC ● GMV* ● HITACHI ● LANNER ELECTRONICS INC. ● NOTTINGHAM SCIENTIFIC LIMITED ● OHB SE ● SATEL OY ● SEPTENTRIO ● THALES ● TRIMBLE NAVIGATION ● U-BLOX	● ALSTOM TRANSPORT ● AZD PRAHA ● BOMBARDIER ● CAF ● CATERPILLAR INC. ● CRRC CORPORATION LIMITED ● GENERAL ELECTRIC ● GMV ● HITACHI ● KAWASAKI ● KINTETSU RAILCAR ENGINEERING ● MITSUBISHI ● SIEMENS ● ST ELECTRONICS ● STADLER RAIL AG	● ALSTOM ● BOMBARDIER ● CHINA SOUTH LOCOMOTIVE AND ROLLING STOCK ● HITACHI ● SIEMENS	● ARRIVA ● COLAS ● DEUTSCHE BAHN ● RENFE ● SBB ● SNCF ● STAGECOACH ● TRENITALIA ● Операторы городского транспорта	● Консорциумы ● Инвестиционный банки ● Национальные компании	● ADIF ● DEUTSCHE BAHN ● INFRAESTRUTURAS DE PORTUGAL ● NETWORK RAIL ● RFI ● SBB ● SNCF ● Операторы городского транспорта

Источник: GNSS Market Report / GSA, 2019. – 112 p. [120].

Табл. 50 – Применение OEM-модулей в сельском хозяйстве

Поставщики услуг дифференциальной коррекции		Производители НАП и OEM-модулей	Системные интеграторы		Поставщики услуг		Потребители	
Основные	Прочие		Производители устройств	Производители с/х техники	Поставщики услуг и приложений по организации с/х производства	Поставщики услуг страхования		
• GEOFLEX • HEMISPHERE (ATLAS) • HEXAGON (SMARTNET, TERRASTAR) • JOHN DEERE & CO (STARFIRE) • SPACEOPAL (NAVCAST) • TOPCON (TOPNET LIVE) • TRIMBLE (RTX, OMNISTAR)	Национальные и региональные операторы RKT-сетей	• AGJUNCTION • AMAZONEN-WERKE • HEMISPHERE • HEXAGON (LEICA, NOVATEL) • LAIRD • NAVCOM • PULSE ELECTRONICS • SEPTENTRIO • TOPCON • TRIMBLE	• HEMISPHERE • HEXAGON (LEICA GEOSYSTEMS) • NAVCOM • TOPCON • TRIMBLE	• AGCO (CHALLENGER, FENDT, MASSEY FERGUSON, VALTRA) • BERNARD KRONE • CATERPILLAR INC • CLAAS • CNH Global (CASE IH, NEW HOLLAND, STEYR) • DEUTZ-FAHR • JOHN DEERE & CO • J.C.B SERVICE • KUBOTA • LAMBORGHINI • MAHINDRA	• AGRIMAP • AGRINAVIA • AGRIVI • AGROPTIMA • AGWORLD • BAYWA (FARMFACTS, VISTA) • CONSERVIS • FARMERS EDGE • FARMFLO • FARMLOGS • GRANULAR • JOHN DEERE & CO • N.S.T NEW SCIENCE TECHNOLOGIES • THE CLIMATE CORPORATION • TRIMBLE • 365 FARMNET	• ACE AMERICAN INSURANCE COMPANY • ALLIANZ • AVIVA • AXA • GENERALI • PRUDENTIAL PLC • WELLS FARGO • XL GROUP	Фермеры	Организации

Источник: GNSS Market Report / GSA, 2019. – 112 p. [120].

Табл. 51 – Применение OEM-модулей в геодезии

Поставщики услуг дифференциальной коррекции		Производители НАП	Системные интеграторы	Поставщики программного обеспечения, приложений и дополнительных услуг	Профессиональные пользователи	Потребители геодезических услуг
Основные	Прочие					
• DEERE & CO • FUGRO • GEOFLEX • HEMISPHERE (ATLAS) • HEXAGON • SAPCORDA • SPACEOPAL • SWIFT • TERIA • TOPCON • TRIMBLE	Национальные и региональные операторы RKT-сетей	• BEIJING BDSTAR NAVIGATION CO • BEIJING UNISTRONG SCIENCE & TECHNOLOGY • CHCNAV • DEERE & CO • HEXAGON (LEICA GEOSYSTEMS, NOVATEL)* • HI-TARGET SURVEYING INSTRUMENT CO. • KONGSBERG • TOPCON • TRIMBLE	• AB VOLVO • CATERPILLAR • CNH INDUSTRIAL • DEERE & CO • FARO TECHNOLOGIES • HITACHI • J.C.B. SERVICE • KOMATSU • RIEGL • CHCNAV • VAISALA OYJ	• CARLSON • FUGRO • HEMISPHERE • HEXAGON (LEICA GEOSYSTEMS) • HYPACK • JAVAD • SEPTENTRIO • SOUTH • STONEX • TOPCON • TRIMBLE	• Строители • Преподаватели • Инженеры • Специалисты по вопросам окружающей среды • Фермеры • Горнодобывающие компании • Нефтегазодобывающие компании • Ученые • Геодезисты	• Гидрографические службы • Компании по по вопросам рационального использования природных ресурсов • Морские ветровые электростанции • Частные компании (строительные, страховые и т.д.) • Физические лица • Общественные организации • Укладчики подводных кабелей и труб

Источник: GNSS Market Report / GSA, 2019. – 112 p. [120].

Табл. 52 – Применение OEM-модулей при синхронизации времени и частоты

Производители компонентной базы	Производители устройств	Системные интеграторы Дизайн-центры Проведение испытаний и технического обслуживания	Сетевые операторы
● FURUNO ● NOVATEL ● SEPTENTRIO ● STMICROELECTRONICS ● TRIMBLE ● U-BLOX	● ARBITER ● BRANDYWINE ● CHRONOS TECHNOLOGY ● ELPROMA ● ENDRUN ● GORGY TIMING ● HOPF ELEKTRONIK ● JACKSON LABS ● MASTERCLOCK ● MEINBERG ● MICROSEMI ● OMICRON ● OROLIA SPECTRACOM ● OSCILLOQUARTZ ● SEIKO ● SEL ● SEVEN SOLUTIONS ● SYNERGY SYSTEMS ● TIMELINK	● ABB ● ACCENTURE ● ALSTOM ● CHRONOS TECHNOLOGY ● EATON ● ERICSSON ● HUAWEI ● IBM ● JUNIPER ● MOTOROLA ● NOKIA ● SIEMENS	● Банки и биржи ● Операторы связи ● Системные операторы

Источник: GNSS Market Report / GSA, 2019. – 112 p. [120].

ПРИЛОЖЕНИЕ Г

Табл. 53 – Стадии развития компаний

Наименование стадии	**Описание**
Посев (Seed)	На данной стадии компания находится в процессе формирования, имеется лишь идея или проект, идет процесс создания управленческой команды, проводятся НИОКР и маркетинговые исследования, определяется концепция бизнеса, происходит сбор начальных финансовых ресурсов, выполняется создание прототипа.
Запуск (Startup)	На данном этапе идет создание команды, проводится анализ конкуренции, осуществляется поиск и привлечение первых клиентов, выполняется переход от прототипа к действующему продукту.
Ранний рост (Early stage, early growth)	На данном этапе компания осуществляет выпуск и коммерческую реализацию готовой продукции, хотя пока не имеет устойчивой прибыли; происходит увеличение количества клиентов, выполняется поиск средств на развитие компании, комплектуется штатный персонал компании. На эту стадию приходится «точка безубыточности».
Расширение (Expansion)	Венчурная компания занимает определенные позиции на рынке, становится прибыльной, ей требуются расширение производства и сбыта, проведение дополнительных маркетинговых исследований, увеличение основных активов и капитала. На этапе расширения происходит переориентация продукта на массового пользователя и экспоненциальный рост продаж.
«Промежуточная» стадия (Mezzanine)	Привлекаются дополнительные инвестиции для улучшения краткосрочных показателей компании, что влечет за собой общее повышение ее капитализации, в компанию средства вкладывают инвесторы, ожидающие быструю отдачу от вложений.
Выход (Exit)	Этап развития венчурной компании, на котором происходит создание публичной компании, продажа доли инвестора другому стратегическому инвестору

Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным:

1.The Official Website of Crunchbase / Режим доступа: https://crunchbase.com (дата обращения: 09.12.2019) [84].
2.The Official Website of AngelList / Режим доступа: https://angel.co (дата обращения: 09.12.2019) [85].
3.Гершанока Г.А. Основы инновационного предпринимательства : учебное пособие / Пермь : Изд-во ПНИПУ, 2012. – 165 С. [121].

Табл. 54 – Этапы финансирования проекта (типы сделок входа/выхода)

Раунд финансирования	**Описание**
Angel	Инвестиции для запуска компании
Pre-Seed	Стартовый раунд, в котором либо нет институциональных инвесторов, либо очень небольшая сумма, часто ниже $150 тыс.
Seed	Финансирование в компанию, которая только начала свою деятельность, набирает обороты. Размеры финансирования колеблются от $ 10 до 2 млн.
Venture - Series Unknown	Инвестиции, полученные от венчурной фирмы, и включающие серию А, серию В и последующие раунды. Этот тип финансирования используется для любого раунда финансирования, который явно является венчурным, но не указан.
Series A and Series B	Финансирование для компаний на ранней стадии развития в объеме от $ 1 до 30 млн.
Series C	Финансирование компании, закрепившейся и зарекомендовавшей себя на рынке в размере более $10 млн.
Equity Crowdfunding	Инвестиции в компанию с использованием краудфандинговых платформ в обмен на акции. Как правило, на этих платформах инвесторы вкладывают небольшие суммы денег, хотя синдикаты создаются для того, чтобы человек мог руководить оценкой инвестиций.
Product Crowdfunding	Инвестиции в компанию с использованием краудфандинговых платформ в обмен на продукт, производимый компанией.
Private Equity	Финансирование инвестиционной фирмой или хедж-фондом компании на поздней стадии развития.
Convertible Note	Промежуточное финансирование, которое помогает компаниям удерживать средства до тех пор, пока они не запланируют перейти на следующий раунд финансирования.

Продолжение таблицы 2

Debt Financing	Финансирование предоставляется в рамках долгового цикла с обязательным возмещением с добавленным процентом.
Secondary Market	Мероприятие по сбору средств, в ходе которого один инвестор покупает акции компании у других существующих акционеров, а не напрямую у компании.
Grant	Компания, инвестор или государственное учреждение предоставляют капитал компании без участия в капитале компании.
Corporate Round	Инвестирование одной компании в другую. Чаще всего данный этап осуществляется с целью партнерства.
Initial coin offering (ICO)	Привлечение финансирования посредством краудфандинга с использованием криптовалюты в качестве капитала.
Post-IPO Equity	Фирмы инвестируют в компанию после того, как компания уже стала публичной.
Post-IPO Debt	Фирмы предоставляют денежные займы после того, как компания уже стала публичной. Подобно долговому финансированию, компания обязана погасить основную сумму, а также добавить проценты по долгу.
Post-IPO Secondary	Инвестор покупает акции компании у других, существующих акционеров, а не напрямую у компании после того, как компания уже стала публичной.
Non-Equity Assistance	Компания или инвестор предоставляют офисные помещения или наставничество не получая в обмен капитал.

Источник: The Official Website of Crunchbase / Режим доступа: https://crunchbase.com (дата обращения: 09.12.2019) [84].

Табл. 55 – Критерии поиска информации в базах данных Crunchbase и AngelList

Технология	Поисковый запрос
LAT	Navigation technology
LAA	Navigation application
LBS	Local based service
GSM / GPRS / EDGE (2G)	Mobil communication
UMTS (3G)	
LTE (4G)	
NB-IoT	
Bluetooth	Personal area network
ZigBee	
Wi-Fi	Local area network

Источник: составлено НП «ГЛОНАСС» по данным:

1.The Official Website of Crunchbase / Режим доступа: https://crunchbase.com (дата обращения: 09.12.2019) [84].

2.The Official Website of AngelList / Режим доступа: https://angel.co (дата обращения: 09.12.2019) [85].