

ПЛАН
мероприятий («дорожная карта»)
Национальной технологической инициативы
«Аэроспейснет»

Москва, 2019 г.

ПЛАН

мероприятий («дорожная карта»)

Национальной технологической инициативы

«Аэроспейснет»

I. Паспорт плана реализации («дорожной карты»)

Наименование рабочей группы (соруководители)	<p>Рабочая группа по разработке и реализации дорожной карты «Аэроспейснет» Национальной технологической инициативы (НТИ).</p> <p>Жуков Сергей Александрович, генеральный директор АНО Аналитический центр «Аэронет».</p> <p>Бочаров Олег Евгеньевич, заместитель Министра промышленности и торговли Российской Федерации.</p>
Ответственный федеральный орган исполнительной власти	Министерство промышленности и торговли Российской Федерации
Заинтересованные федеральные органы исполнительной власти (ФОИВ)	Министерство образования и науки Российской Федерации, Министерство транспорта Российской Федерации, Министерство экономического развития Российской Федерации, Министерство финансов Российской Федерации, Государственная корпорация «Роскосмос»
Цели плана мероприятий («дорожной карты»)	<ul style="list-style-type: none"> - Создание к 2035 г. новой конкурентоспособной на внутреннем и глобальном внешнем рынках аэрокосмической отрасли российской экономики, преимущественно состоящей из частных предприятий. - Разработка линейки глобальных инновационных продуктов, формирующих новые сегменты рынка, создающих условия для возникновения и развития сети малых научно-технических и технологических компаний, оказывающих существенное влияние на социально - экономические условия в стране. - Создание к 2035 г. системы подготовки кадров, сети научных лабораторий, способных на постоянной основе и в долгосрочной перспективе проводить научные исследования по формированию опережающего научно-технического задела, необходимого для разработки и вывода на рынок глобальных инновационных продуктов, рассчитанных на завоевание существенной доли мирового рынка.

<p>Перечень целевых показателей плана мероприятий («дорожной карты»)</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Количество (доля) российских частных высокотехнологичных малых и средних компаний, действующих по направлению «Аэроспейснет» (далее компании «Аэроспейснет»), на внутреннем и внешнем рынке. - Объем годовой выручки компаний «Аэроспейснет». - Объем экспорта компаний «Аэроспейснет». - Количество действующих исследовательских центров и лабораторий «Аэроспейснет».
<p>Этапы и сроки реализации</p>	<p><i>2016-2019 г. - посевной этап. Результаты:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> - Выявлены основные технологические барьеры (ТБ), недостающие критические технологии (КТ), препятствующие развитию рынков «Аэроспейснет»; - Сформулированы цели и задачи развития инфраструктуры, научной и образовательной среды, правового регулирования применения беспилотных авиационных систем (БАС) и малых космических аппаратов (МКА) и сверхлегких ракет-носителей (СЛРН); - Проведены пилотные эксперименты по применению БАС/МКА в различных сегментах рынка работ и услуг с целью подтверждения технико-экономической эффективности их использования в сравнении с традиционными технологиями; - Выявлены на рынке научные коллективы, обладающие компетенциями, необходимыми для разработки беспилотных воздушных судов (БВС) и БАС, МКА и СЛРН; - Сформирована в начальной стадии кооперация малых и средних предприятий, лабораторий университетов и научных центров как росток будущей отрасли «Аэронет»; - В рамках «мета-проектов», создания платформ «Аэроспейснет» разработаны увязанные между собой технические требования к БАС/БВС/МКА/СЛРН, услугам и сервисам; - Создано экспертное сообщество «Аэроспейснет», осуществляющее акселерацию проектов «Аэроспейснет», их экспертизу в рамках конкурсов на поддержку, проводимых институтами развития и ФОИВ.
	<p><i>2020-2025 г. - этап становления отрасли.</i></p> <p>Планируемые результаты:</p> <ul style="list-style-type: none"> - При Аналитическом центре «Аэронет» создан методический центр в ранге Национальной лаборатории, осуществляющий научно-технические, патентные, законодательные, прогностические исследования в области БАС/БВС/МКА/СЛРН и услуг на их основе; - Осуществлены первые поставки на экспорт;

- Системно ведутся прикладные научные исследования (ПНИ) по созданию опережающего научно-технического задела, необходимого для разработки и вывода на мировой рынок конкурентоспособных глобальных инновационных продуктов (GP);
- Сняты критические нормативные барьеры развития «Аэроспейснет», ведется разработка GP с перспективой завоевания существенной доли мирового рынка;
- Системно ведутся научно-исследовательские и опытно-конструкторские работы (НИОКР) по преодолению ТБ и разработке выявленных на первом этапе отсутствующих КТ.
- Разработаны и запущены в производство платформы «Аэроспейснет», на их основе разрабатываются и производятся серийно системы, узлы и комплектующие для БАС, БВС, МКА, СЛРН.

2026-2035 г. - этап интенсивного развития отрасли.

Планируемые результаты:

- Сняты все нормативные барьеры развития «Аэроспейснет»;
- Сформирована отрасль «Аэроспейснет», научные лаборатории, предприятия и коллективы которой действуют в кооперации друг с другом, доминируют на внутреннем рынке, занимают заметную долю на мировом рынке «Аэроспейснет»;
- Завершено создание гибкой сетевой структуры разработки и производства БАС, БВС, МКА, СЛРН, систем и сервисов по оказанию услуг;
- Разработаны GP;
- Освоены передовые технологии персонализированного проектирования и производства БАС, БВС, МКА, СЛРН, позволяющие производить продукцию небольшими партиями, оперативно изменяя конструкции и технологии под требования потребителя;
- Завершено создание системы подготовки кадров, слияние авиационных и космических направлений, сети научных лабораторий, способных к воспроизводству и проведению на постоянной долгосрочной основе ПНИ по созданию опережающего научно-технического задела и прорывных технологий.

<p>Направления реализации плана мероприятий («дорожной карты»)</p>	<ol style="list-style-type: none"> 1. Создание, развитие и продвижение передовых технологий, продуктов и услуг, обеспечивающих приоритетные позиции российских компаний на формируемых глобальных рынках (далее - Направление 1 «Передовые технологии, продукты и услуги»). 2. Поэтапное совершенствование нормативной правовой базы в целях устранения барьеров для использования передовых технологических решений и создания системы стимулов для их внедрения (далее - Направление 2 «Нормативная база»). 3. Совершенствование системы образования для обеспечения перспективных кадровых потребностей динамично развивающихся компаний, научных и творческих коллективов, участвующих в создании новых глобальных рынков (Далее - Направление 3 «Образование и кадры»). 4. Развитие системы профессиональных сообществ и популяризации НТИ (Далее - Направление 4 «Популяризация»). 5. Организационно-техническая и экспертно-аналитическая поддержка, информационное обеспечение НТИ (Далее - Направление 5 «Аналитика»)
<p>Значимые контрольные результаты реализации</p>	<p><i>IV кв. 2020 г.</i></p> <p>Направление 1 «Передовые технологии, продукты и услуги» Запущена разработка трех платформ. Запущена сборка двух «мета-проектов»: «Аэронет» и «Спейснет».</p> <p>Направление 2 «Нормативная база» Согласно Плану мероприятий ("дорожной карте") по совершенствованию законодательства и устранению административных барьеров в целях обеспечения реализации плана мероприятий («дорожной карты») Национальной технологической инициативы по направлению «Аэронет» (ЗДК «Аэронет»).</p> <p>Направление 3 «Образование и кадры» В одном из университетов создан научно-образовательный центр «Аэроспейснет», реализующий исследования и образовательные программы по направлениям: цифровое проектирование и испытания БАС, СЛРН, МКА и космические системы, системы связи и сенсорики, системы управления роями БВС, облачные сервисы. В двух университетах запущены инженеринговые центры, имеющие в своей тематике работы «Аэроспейснет». В трех университетах запущен процесс перевода традиционных образовательных программ в предметной области «Аэроспейснет» на цифровые методы по программам ускоренной подготовки. В пяти университетах запущены программы по направлениям преодоления выявленных ТБ и разработки отсутствующих КТ.</p>

	<p><i>IV кв. 2021 г.</i></p> <p>Направление 1 «Передовые технологии, продукты и услуги» Запущена разработка всех шести платформ «Аэроспейснет».</p> <p>На основе компетенций, приобретенных в ходе разработки платформ, начаты продажи технологий, продуктов и услуг. Осуществляются первые продажи на экспорт.</p> <p>Запущены НИОКР по преодолению всех выявленных ТБ и разработке отсутствующих КТ.</p> <p>Направление 2 «Нормативная база» Согласно ЗДК «Аэронет».</p> <p>Направление 3 «Образование и кадры» В пяти университетах запущены исследования и образовательные программы по направлению «Аэроспейснет», сформированы научно-образовательные центры по направлению «передовые технологии, продукты и услуги «Аэроспейснет».</p> <p>В трех университетах запущены инжиниринговые центры по направлению «Аэроспейснет».</p>
	<p><i>IV кв. 2022 г.</i></p> <p>Направление 1 «Передовые технологии, продукты и услуги» Завершен первый этап разработки трех платформ, на их базе выпущены коммерческие продукты, начата их реализация на рынке.</p> <p>В рамках сборки двух мета-проектов представлены функциональные макеты демонстраторов технологий будущих GP.</p> <p>Осуществляются регулярные поставки продуктов на экспорт.</p> <p>Направление 2 «Нормативная база» Согласно ЗДК «Аэронет».</p> <p>Направление 3 «Образование и кадры» Завершено формирование научно-образовательных центров по всем направлениям разработки передовых технологий, продуктов и услуг, преодолению выявленных ТБ.</p>
<p>Общий объем финансового обеспечения по основным этапам, включая оценки объемов государственной поддержки реализации мероприятий</p>	<p>Общий объем финансирования на 2020 - 2022 гг. - 27 806 500 тыс. руб, в том числе, предельные объемы за счет средств федерального бюджета в разбивке по годам:</p> <p>2020 г. - 2 300 000 тыс. руб; 2021 г. - 6 500 000 тыс. руб; 2022 г. - 12 800 000 тыс. руб.</p>

II. Целевые ориентиры и показатели плана мероприятий («дорожной карты»)

1 Краткое описание сферы реализации «дорожной карты»

1.1 Цели и задачи дорожной карты

Сфера реализации плана мероприятий («дорожной карты»)

Дорожная карта «Аэропейснет» охватывает рынки БАС и авиационных работ; «малой» частной космонавтики; геоинформационных цифровых сервисов данных, источником которых являются системы дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса, результаты аэрофотосъемки с пилотируемых и беспилотных воздушных судов.

Предметом плана мероприятий являются: разработка передовых технологий, продуктов и услуг, нормативной базы, создание и совершенствование системы подготовки кадров, аналитическая деятельность и популяризация, снятие инфраструктурных ограничений.

Стратегические цели

Цель №1 - Создание к 2035 г. новой конкурентоспособной на внутреннем и глобальном внешнем рынках отрасли российской экономики в секторе разработки, производства и эксплуатации беспилотных и опционально пилотируемых аэрокосмических систем, космической деятельности, выполнения авиационных работ, оказания услуг, предоставления сервисов по хранению, обработке, анализу и доведению до потребителя данных, полученных при помощи аэрокосмических систем, преимущественно состоящей из частных малых и средних предприятий.

Отрасль должна стать лидером в ряде сегментов мирового рынка беспилотных аэрокосмических систем, продуктов и услуг на их основе.

Цель №2 - Разработка линейки глобальных инновационных продуктов, формирующих новые сегменты рынка, создающих условия для возникновения и развития сети малых научно-технических и технологических компаний,

оказывающих существенное влияние на социально - экономические условия в стране.

Цель №3 - Создание к 2035 г. системы подготовки кадров, сети научных лабораторий, способных на постоянной основе и в долгосрочной перспективе проводить научные исследования в области формирования опережающего научно-технического задела, необходимого для разработки и вывода на рынок глобальных инновационных продуктов, рассчитанных на завоевание существенной доли мирового рынка, осуществление разработки глобальных продуктов, сопровождение их в течение жизненного цикла.

Социально-экономические ориентиры

Дорожная карта «Аэропейснет» ориентирована на удовлетворение фундаментальных потребностей человека, государства и общества. Предполагается, что к концу целевого периода национальная отрасль БАС, МКА и услуг на их основе будет представлять собой диверсифицированную систему компаний-разработчиков и производителей конечной продукции, поставщиков комплектующих и решений для них, сервисов, услуг для конечного потребителя.

Развитие рынка услуг с применением БАС и МКА позволит эффективно реализовать целый ряд национальных программ и проектов, направленных на ускорение социально-экономического развития страны и обеспечение национального суверенитета, повышение доступности необходимых для жизни ресурсов и инфраструктуры, как следствие – улучшение связанности территории страны. Переход к опционально пилотируемым и беспилотным транспортным системам существенно повысят безопасность полетов, внедрение укороченного и вертикального взлета/посадки позволит компенсировать катастрофическое отставание от развитых стран по количеству аэродромов, позволит приблизить сервисные компании, предоставляющие услуги в области авиационных работ, к местам их потребления.

Важной составляющей сферы деятельности Аэропейснет является развитие сквозных компонентов, касающихся геоинформационного обеспечения для таких направлений НТИ как «Маринет», «Автонет», «Кружковое движение».

Целевое состояние сферы действия Аэропейснет по итогам реализации «дорожной карты» предполагает, что развитие БАС, беспилотных авиа-

ционно-космических систем, низкоорбитальных и высокоэллиптических космических систем приведет к распространению распределенных сетевых коммуникаций, повышению безопасности полетов и интенсификации обмена информацией, создаст информационную основу развития отечественного сегмента киберпространства. Повышение надежности защищенных сетевых коммуникаций между летательными аппаратами обеспечит массовое безопасное использование беспилотных аппаратов, в том числе и в городских условиях.

Реализация «дорожной карты» будет способствовать как развитию внутреннего рынка Российской Федерации, так и росту экспортного потенциала за счет выхода российских поставщиков изделий (БАС, БВС, МКА, СЛРН) и услуг на их основе на международную арену.

Стадии развития рынка «Аэроспейснет» - видение будущего

2020-2025 - становление и «разбег» отрасли при поддержке ФОИВ.

- Сняты критические нормативные барьеры;
- Разработаны масштабируемые интегрированные платформы, на их основе налажено производство изделий и комплектующих;
- Запущена сборка «системообразующих проектов», ведется разработка GP с перспективой завоевания существенной доли мирового рынка.

На рубеже 2020-2022 гг. ожидается перелом негативных тенденций, сформировавшихся на первом этапе развития отрасли (2016-2019 гг.). Основные тенденции и события, начиная с 2022 г.:

- переход основных технологических решений в стадию коммерциализации;
- запуск полномасштабных программ по подготовке кадров;
- зарождение и постепенное развитие рынка сопутствующих инфраструктурных сервисов в сфере БАС и МКА, а также производных геоинформационных сервисов;
- развитие испытательной и сертификационной инфраструктуры;
- повсеместное развитие и доминирование цифровых и виртуальных методов исследования, проектирования и испытаний изделий и систем;

- постепенное формирование национальной нормативной базы;
- формирование и закрепление индустриальных стандартов на мировых рынках;
- частичная интеграция БВС в воздушное движение России во всех категориях воздушного пространства.

2026-2035 г. - этап интенсивного развития отрасли.

- Сняты все нормативные барьеры развития «Аэроспейснет»;
- Сформирована отрасль «Аэроспейснет», научные лаборатории, испытательные полигоны, предприятия и коллективы которой действуют в кооперации друг с другом, доминируют на внутреннем рынке, занимают заметную долю на мировом рынке, релевантном «Аэроспейснет»;
- Завершено создание гибкой сетевой структуры разработки, производства, испытаний и послепродажного обслуживания БАС, БВС, МКА, СЛРН;
- Осуществлены системообразующие крупные проекты, в ходе выполнения которых разработаны GP, доминирующие на внутреннем рынке и занимающие заметную долю на внешнем;
- БАС признаны равноправным участником воздушного движения на международном уровне;
- Получило развитие пассажирских перевозок с помощью БАС;
- Освоены передовые технологии персонализированного проектирования и производства БАС, БВС, МКА, СЛРН, позволяющие производить продукцию небольшими партиями, оперативно изменяя конструкции и технологии под требования потребителя;
- Завершено создание системы подготовки кадров, сети научных лабораторий, способных к воспроизводству и проведению на постоянной долгосрочной основе ПНИ по созданию опережающего научно-технического задела и прорывных технологий, НИОКР по разработке GP, их сопровождение в течение всего жизненного цикла;
- Налажена промышленная эксплуатация БАС, БВС, МКА, а также внедрены геоинформационные системы обработки, анализа и доведения до

потребителя данных дистанционного зондирования Земли, получаемых аэрокосмическими системами.

1.2 Характеристика рынка, возникающего в ходе реализации плана мероприятий («дорожной карты»)

Сегментация рынка

Список аналитических отчетов и статей, на основе которых выполнено описание тенденций рынка, приведен в Приложении А. Список использованных источников по тенденциям развития технологий приведен в Приложении Б. По видам деятельности и конечным потребителям рынок «Аэроспейснет» делится на следующие сегменты:

Беспилотная авиация - БАС и авиационные работы [¹];

Коммерческая космонавтика - «малая» частная космонавтика;

ГеоХаб - сервисы геопространственных данных.

По стадиям жизненного цикла продуктов и услуг каждый из сегментов рынка «Аэроспейснет», в свою очередь, делится на сегменты: разработка и производство продукта (research&design, production&assembly), работы и услуги (value-added services, далее услуги и работы), сервис и обслуживание (maintenance&insurance).

Продукты проектной и производственной деятельности: БВС/БАС, СЛРН, МКА, бортовое радиоэлектронное оборудование, силовые установки, наземное оборудование, целевое оборудование, компонентная база.

Услуги и сервисы: Пусковые услуги, предоставляемые при помощи СЛРН, услуги космической связи, интернета, дистанционного зондирования Земли из космоса (ДЗЗ), сервисы геопространственных данных, авиационные работы. В приложении В приведен классификатор БАС и глоссарий.

Текущий мировой рынок БАС и авиационных работ, динамика его развития

Производство легких БАС. По данным агентства Gartner [²], продажи легких гражданских дронов в 2016 г. составили 2.8 млрд.\$ (110 млн. шт.), а

1

уже в 2017 г. объем продаж увеличился на 60%, до 170 млн. шт. В стоимостном выражении - 6 млрд.\$, из которых 3.7 млрд. \$ приходилось на коммерческие дроны и 2,3 млрд.\$ на персональные. В 2016 г. количество продаж легких гражданских дронов для коммерческих применений (в шт.) составило не более 6%, остальные (94%) приходились на персональные дроны (для личного использования, развлекательные, игрушки). Высокая стоимость легких коммерческих дронов (от 100 тыс.\$ и выше) приводит к тому, что в суммарной выручке в денежном выражении они занимают около 60%. По мнению Goldman Sachs [3], суммарный объем рынка поставок коммерческих дронов между 2018 и 2020 гг. может достичь значения 13 млрд.\$.

Таким образом, с 2016 г. произошло изменение тенденции на ускоренное развитие рынка поставок БАС.

В промежутке между 2016 и 2018 гг произошло увеличение доли БАС, реализуемых на рынке Китае, а также на развивающихся рынках, крупнейшим из которых является Бразилия.

Услуги и работы с использованием легких БАС. В настоящее время доходы ведущих зарубежных компаний - операторов услуг на основе БАС относительно невелики из-за недостаточного масштаба рынка и существующих нормативных ограничений на эксплуатацию БАС. Общий мировой объем продаж услуг на основе применения БАС составляет менее одного миллиарда долларов. Рынок услуг рос в последние годы примерно на 11% в год.

Развивающиеся рынки БАС. Лидирующими странами по коммерческому использованию БАС в мире являются США, страны Евросоюза, Канада, Китай, Сингапур, Австралия. Среди развивающихся стран заметным объемом рынка обладает только Бразилия.

В соответствии с прогнозом компании Markets&Markets, гражданский и коммерческий рынок, как ожидается, зарегистрирует самый высокий темп роста - 19,09% за период 2014-2020 гг. в латиноамериканском макрорегионе,

2

Forecast: Personal and Commercial Drones, Worldwide, 2016. Gartner. 28 December 2016. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.gartner.com/doc/3557717>, платный, яз.англ. (Дата обращения 20.12.2018).

3

Drones. Reporting for Work. Режим доступа: Goldman Sachs. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.goldmansachs.com/insights/technology-driving-innovation/drones/>, свободный, яз. англ. (Дата обращения 20.12.2018).

а также в России (17,34%). Ниже приведены сведения по ключевым развивающимся рынкам [4].

Бразилия. 2016 г. - \$154 млн. Прогнозируется динамичный рост, в основном, в сельском хозяйстве (С/Х) и строительстве, до 400 млн. \$ в 2020 г.

Ближний Восток. В Саудовской Аравии и Иране рынок коммерческих услуг с применением БАС развит слабо - чуть более 14-17 млн.\$ в год.

Вьетнам. 2016 г. - \$8,6 млн с перспективой роста до \$31 млн к 2020 г.

Прогноз развития мирового рынка БАС и авиационных работ

К 2050 г. прогнозируется, что из общего объема рынка БАС и услуг в 50 млрд.\$ 48% (23 млрд.\$) составят платные услуги, оказываемые с помощью БАС. На разработку и производство БАС в общей сложности будет приходиться только 14%. Еще порядка 15% составит рынок научных исследований как в области разработки БАС, так и выполняемых работ при помощи БАС.

Производство БАС. *Forecast International* оценивает рынок БАС за период с 2014 по 2023 годы в 67,3 млрд.\$. Около 35,6 млрд.\$ будет израсходовано на производство, 28,7 млрд.\$ – на проведение НИОКР в области беспилотной техники, 3 млрд.\$ – на сервисное обслуживание БАС. Расходы на производство распределятся следующим образом: производство БВС – 14,2 млрд.\$, производство наземных станций управления – 6,6 млрд.\$, выпуск бортовых полезных нагрузок – 14,8 млрд.\$. Прогноз, сделанный в 2014 г., в целом, соответствует фактическим показателям за 2014-2018 гг.

Прогноз перехода к ускоренному росту производства БАС основывается на прогнозе того факта, что между 2020 и 2022 гг. будут сняты основные нормативно-правовые барьеры коммерческого использования БАС, а также будут преодолены все технологические барьеры в сегменте легких БВС/БАС.

Общий объем рынка коммерческих БАС, по оценке PWC, составит в 2035 г. 127 млрд.\$ (без учета услуг транспортной беспилотной авиации). Насыщение рынка ожидается после 2035 г.

4

Drones Market Global Analysis (Manufacturers, Application, Technology) & Market Overview Report 2018-2022. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.marketwatch.com/press-release/drones-market-global-analysis-manufacturers-application-technology-market-overview-report-2018-2022-2018-11-16>, платный, яз.англ. (Дата обращения 20.12.2018).

Авиационные работы с использованием БАС. По прогнозу BCG [5], на рубеже 2021-2022-ого года прогнозируется перелом тенденций и начало ускоренного роста рынка услуг со скоростью более 17% в год, когда должны быть сняты критические нормативные барьеры коммерческого использования БАС. Рост продлится до 2030 г.

Общий объем рынка услуг, которые в принципе могут оказываться при помощи БАС, PwC [6] оценивает в 127 млрд.\$. Насыщение рынка ожидается после 2035 г. Доля России на мировом рынке БАС находится в пределах статистической погрешности.

Текущий и прогнозный мировой рынок МКА, пусковых услуг, ДЗЗ из космоса и производных геоинформационных сервисов

Рынок МКА и пусковых услуг. Общий объём мирового рынка разработки космических аппаратов (КА) в 2017 г. составил 15,5 млрд. \$. [7]. За последние 10 лет сегмент нано- и микроспутников вырос более, чем в 2 раза. В 2016 г. он составил \$991,4 млн [8]. По данным Forecast International Inc. [9] в 2017 г. было запущено 177 МКА ДЗЗ на сумму чуть более 1 млрд. \$.

В 2017 г. объём рынка пусковых услуг в области легких РН составлял 9 млрд. \$. По данным отчёта Frost & Sullivan [10], объём рынка запусков малых

5

Alexandre Amoukteh , Joel Janda , and Justin Vincent. Drones Go to Work. BCG. APRIL 10, 2017. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.bcg.com/publications/2017/engineered-products-infrastructure-machinery-components-drones-go-work.aspx>, свободный, яз.англ. (Дата обращения 20.12.2018).

6

Infrastructure drone market worth \$45 bn, says PwC. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://press.pwc.com/News-releases/infrastructure-drone-market-worth--45-bn--says-pwc/s/66f16868-ae72-4a83-a3eb-b1854598ebf9>, свободный, яз. англ. (Дата обращения 20.12.2018).

7

State of the Satellite Industry Report, BRYCE space and technology. June 2017. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.sia.org/wp-content/uploads/2017/07/SIA-SSIR-2017.pdf>, свободный, яз.англ. (Дата обращения 20.12.2018).

8

Nanosatellite and Microsatellite Market Analysis Report By Mass, By End Use (Defense & Security), By Application (Communication & Navigation, Scientific Research), And Segment Forecasts, 2019 - 2025. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.grandviewresearch.com/industry-analysis/nanosatellite-microsatellite-market>, свободный, яз.англ. (Дата обращения 20.12.2018).

9

FAA Aerospace Forecasts Fiscal Years 2018-2038. FAA. 2018.

10

An exhaustive database of launched Small-satellites & interactive outputs including small-satellite forecast until 2030 [Электронный ресурс] Режим доступа: <https://store.frost.com/global->

спутников составит более 62 млрд.\$ к 2030 г. Объем рынка к 2023-2025 гг. должен составить до 500 МКА в год в мире.

Сегодня быстрее всего растут рынки малых спутников массой от 100 до 300 кг. Более 3600 МКА массой до 500 кг будет запущено в 2017-2025 гг., что на 76% больше, чем за период 2006-2016 гг. Ожидается, что размер рынка пусковых услуг к 2025 г. увеличится до 27 млрд.\$.

Космические аппараты ДЗЗ и сервисы геопространственных данных. Мировой рынок коммерческой космосъемки переживает в последние годы значительный рост: 181 спутник гражданского и коммерческого назначения (весом более 50 кг) был запущен в период 2007-2016 гг. В течение следующего десятилетия планируется запуск еще более 600 спутников. По оценке [11], объем выручки в 2017 г. - свыше 2 млрд.\$, а в 2027 году он может составить 2,4 млрд.\$ благодаря появлению новых операторов спутниковых группировок [12]. Рынок сервисов, базируемых на данных ДЗЗ, должен превысить 5,7 млрд.\$ к 2027 году, а рынок сервисов, специализирующихся на выявлении изменений с высокой степенью повторяемости, достигнет 9 млрд.\$ [13], по данным Euroconsult - 8,5 млрд.\$ к 2026 г.

Текущий и прогнозный размер рынка БАС и авиационных работ в России

В 2018 г. на портале Госзакупки было опубликовано 634 конкурса, связанных с закупкой, техническим обслуживанием, страхованием и применением БАС, на общую сумму 1 млрд. 429 млн. руб. Из них на проектирование и производство БАС приходится 40%. Эту сумму закрывает всего 31 контракт. Анализ государственных закупок за период 2016-2017 гг., учет рынка коммерческих заказов, развлечений и образовательных услуг на основе БАС дает суммарную оценку рынка в России порядка 1.5 млрд. руб. в год за последние 2 года.

small-satellite-database-and-launch-demand-forecast-to-2030.html, платный, яз.англ. (Дата обращения 20.12.2018).

11

Отчёт Ecoruspace.me «Рынок дистанционного зондирования Земли:2017», раздел «Анализ состояния сегмента продаж данных ДЗЗ и продуктов.

12

Satellite-Based Earth Observation: Market Prospects to 2027. Издание 11-е.

13

Аналитический отчет «Обзор рынка спутниковой съёмки» [Электронный ресурс] // Satellite-Based Earth Observation: Market Prospects to 2027 URL: http://www.euroconsult-ec.com/17_October_2018.

Объем российского гражданского рынка услуг БАС (более 85%) сосредоточен в двух сферах: картографии и мониторинге протяженных объектов (железных дорог, линий электропередач, дорожных покрытий, мостов, карьеров, нефте- и газопроводов). Порядка 10% рынка занимает применение БВС в сельском хозяйстве и, по некоторым прогнозам, это направление со временем способно занять ведущую роль. Остальные 5% занимают сферы, связанные с другими видами мониторинга, в т.ч. экологического – разведка ледовой обстановки, обнаружение и мониторинг лесных пожаров и другие исследования.

В 2017-2018 гг. наблюдалась стагнация рынка, причем рынок был почти полностью сформирован государственным заказом. Появляющиеся в печати оценки составлены на основе интервью с самими участниками рынка, и, как показало их сравнение с реальными показателями рынка в 2016-2018 гг., завышены, как минимум, на порядок.

Текущий и прогнозный размер рынка МКА, СЛРН и пусковых услуг, ДЗЗ из космоса и сервисов геопространственных данных в России

Спутнико- и ракетостроение, пусковые услуги. В 2015 г. общее количество участков, отснятых по заявкам федеральных и региональных органов власти отечественной группировкой спутников ДЗЗ составило 71,7 тыс. участков, тогда как в 2017 г. – превысило 92,4 тыс. участков. Предполагаемый объем рынка к 2023–2025 гг. должен составить более 50 МКА ДЗЗ в год. Ожидается, что в России потребность в запусках МКА с массой до 250 кг через 5-7 лет может составить до 100 аппаратов в год. Доля России на мировом рынке спутникостроения недопустимо мала и уменьшается: она составляла в 2014 г. 5%, в 2015 г. – 2%, в 2016 г. - 1%.

Возрастает потребность в запусках МКА «по требованию» (Launch on Demand), например, в течение суток после поступления запроса со стороны заказчика. Это позволяет оценить рынок пусковых услуг, предоставляемых отечественными компаниями при помощи СЛРН, в 20 пусков при цене пуска 2-3 млн.\$, начиная с 2025 г.

Сервисы геопространственных данных. Вполне сформированным рынком услуг, основанным на использовании данных ДЗЗ, предоставляемых космическими и авиационными системами, является сфера картографо-геодезических и мониторинговых работ. Данная сфера относится к инфра-

структурной деятельности, обеспечивает базовыми пространственными данными (геоданными) государственные и частные организации.

Рынок коммерческих геоданных России за 2018 г. (без учета стоимости авиационных работ) составил порядка 1 млрд. руб. Ещё порядка 1 млрд. руб. в 2018 г. было потрачено на развертывание и поддержку существующих геоинформационных систем.

Развитие рынка геоданных в ближайшие годы будет определяться началом реализации государственного инфраструктурного проекта Единой Электронной Картографической Основы (ЕЭКО), создаваемой как базовой основы для системы кадастра. Данный проект включен в перечень проектов, реализуемых в рамках Национального проекта «Цифровая экономика». Исполнителем назначено АО «Роскартография» (Росреестр).

Проектом предусмотрено составление цифровых планов и ортофотопланов масштаба 1:2000 на городскую территорию (около 100 тыс. км²), а также ортофотопланов масштаба 1:10 000 на сельскую территорию и Дальневосточный федеральный округ. ЕЭКО должна быть полностью развернута в период с 2020 по 2024 гг.

Тренды развития рынка БАС и авиационных работ в мире

Беспилотная отрасль в мире развивается за счет новых игроков, преимущественно, малых предприятий. Традиционные крупные производители авиатехники, доминировавшие ранее, сменяются новыми, менее известными компаниями, часто стартапами, предлагающими более инновационную продукцию по аналогичной или меньшей цене. В 2016 г. в мире насчитывалось, по крайней мере, 483 производителя легких БАС (из них 276 гражданских и 308 военных). Некоторые компании работают в обоих сегментах рынка одновременно, включая крупных производителей военных систем, таких как Boeing, Lockheed Martin, Northrop Grumman и Sikorsky Aircraft [14]. Однако, военные производители играют малую роль на гражданском рынке. Большинство производителей гражданских БАС – это компании малого и среднего размера со средним возрастом работы на рынке 6,5 лет и числом сотрудников 8,3 человека.

Венчурные инвестиции направляют в развитие платформенных решений и транспортных БВС. Объем частных фондов венчурных инвестиций в БАС в мире в 2017 г. составил более 200 млн. \$. Начиная с 2012 и по

2017 гг. венчурными фондами было проинвестировано 681 млн.\$. Обращает на себя внимание то обстоятельство, что венчурные инвестиции в области легких БАС в настоящее время направляются исключительно в платформенные решения.

Малая беспилотная авиация. Замена традиционных пилотируемых воздушных судов (ВС) на БВС при выполнении авиационных работ, например, при обработке полей и внесении удобрений, является привлекательной перспективой. В области малой авиации можно выделить ВС для личного использования, экспериментальные, транспортные, а также ВС для авиационных работ. Данный сегмент рынка линейно растет во всем мире, но, что особенно интересно для российских производителей, в Индии. Рынок Китая отличается ускоренным ростом.

БВС или опционально пилотируемые ВС должны быть дешевле пилотируемых аналогов, иметь упрощенную схему взлета и посадки, в идеале - вертикальные взлет и посадку (ВВП), а также, как минимум, не уступать пилотируемым ВС по летно-техническим характеристикам.

Еще одной характерной тенденцией является стабильный рост поставок всеми классическими поставщиками малых ВС самолетного типа при сокращении поставок вертолетов. Причина состоит в низкой транспортной эффективности и высокой стоимости летного часа последних.

По состоянию на 2017 г. в США действовало в области авиации 12 тыс. малых предприятий, во Франции - 4500, в Великобритании - 3000, в Чехии - 650, в России - только порядка 60.

В категории экспериментальных воздушных судов в 2018 г. в мире эксплуатировалось более 25 тыс. летательных аппаратов.

Аэротакси - бурный рост числа стартапов. Под аэротакси подразумевается личный или коммерческий летательный аппарат с полностью автоматическими взлетом и посадкой. Это является основой безопасной эксплуатации, поскольку исключается вмешательство человека на аварийно опасных участках полета. Таким образом, аэротакси можно рассматривать как БВС. Всего в мире на начало 2019 г. насчитывалось 117 проектов аэротакси, в том числе, опционально пилотируемых, находящихся в разной степени готовности.

Сегодняшняя доля объемов перевозок при помощи аэротакси в общем объеме перевозок составляет 0.01% на дальность до 100 км и 0.5% на даль-

ность до 250 км. Опросы демонстрируют, что при стоимости перевозки с помощью аэротакси в два раза больше, чем на микроавтобусе, при равном времени подачи транспортного средства (30 минут), аэротакси могут занять до 1% рынка перевозок на дальность до 100 км и до 15% рынка перевозок на дальность до 250 км.

Частные аэромобили потребуют участия пилотов в пилотировании, что является сдерживающим фактором для роста соответствующего сегмента рынка.

Беспилотная сельскохозяйственная (С/Х) авиация. Сельскохозяйственная (С/Х) авиация повсеместно заменяет собой обработку полей с помощью наземной техники, но только там, где имеются взлетно-посадочные полосы и базы технического обслуживания воздушных судов. Считается, что в случае решения задачи ВВП/КВП в сегменте С/Х авиации речь может идти о полной замене наземной техники в сфере внесения химикатов и биологических агентов на стандартных полях. Наземной технике останутся только «неудобища». Но и эти уголья в перспективе могут обрабатываться «роем» БВС, который будет доставляться к полю наземным транспортом со станцией базирования. Другим резервом (требующим развития нормативной базы по использованию воздушного пространства) является возможность использования С/Х БВС в темное время суток.

Малые С/Х БАС по данным [15] в ближайшие годы будут развиваться по двум основным направлениям: контроль, мониторинг и управление (почвенно-полевой анализ, мониторинг посевов и урожайности, мониторинг состояния здоровья стада и управление стадом на пастбищах), авиационные работы, не требующие грузоподъемности БВС более 10 кг (опыление растений, точечное внесение биологических средств защиты растений), что должно обеспечить рост рынка в среднем на 38%. Важный тренд развития БАС контроля, мониторинга и управления – обработка данных на борту БВС в режиме реального времени и формирование на основе этих данных заданий для наземной С/Х роботизированной техники. Такие технологии развивают компании John Deere, Amazone, Syngenta, Bayer и другие.

Рынок доставки посылок и экстренных грузов вызывает интерес, поскольку, по оценкам McKinsey&Company [16], 31% клиентов готовы доплачивать при доставке товаров на дом за срочность и регулярность. При доставке дронами в пределах последней мили возможно снижение расходов на доставку на 40%, что позволит получить дополнительную маржу в 15-20% при уменьшении цены доставки на 15-20%. Для доставки экстренных грузов, вакцин и других неотложных медицинских грузов [17] требуются большие дальность и скорость полета, чем для обычных посылок. Типичным условием для данного сегмента является требование времени доставки груза не более 1 часа. Сложились два типичных рынка по дальности полета: с дальностью полета в одну сторону порядка 250 км и 450-800 км (для России, Канады дистанция увеличивается до 800 - 1200 км).

Рой. Наблюдается значительный интерес к исследованиям в области применения самоорганизующихся групповых БАС («рой»), использующих легкие БВС для поисковых и спасательных операций в сложных погодных и природных условиях, при проведении авиационных работ на протяженных и разветвленных инфраструктурных объектах, а также объектах большой площади (сельскохозяйственные угодья, леса, водные акватории).

Интеграция БВС в единое воздушное пространство является ключевым фактором развития рынка гражданских применений БАС. Идеология процесса интеграции основывается на «Концепции интеграции беспилотных воздушных судов и воздушных судов авиации общего назначения в единое воздушное пространство Российской Федерации» (документ Минтранса России). Процесс интеграции будет постепенным и потребует не только нормотворческой деятельности, но и создания новых технологий и технических решений, обеспечивающих безопасное и эффективное применение БВС в едином воздушном пространстве с пилотируемыми воздушными судами без снижения достигнутого уровня безопасности. Потребуется создание пилотных зон для апробации и верификации технических и нормативных решений.

16

Martin Joerss, Florian Neuhaus, and Jürgen Schröder. How customer demands are reshaping last-mile delivery [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.mckinsey.com/industries/travel-transport-and-logistics/our-insights/how-customer-demands-are-reshaping-last-mile-delivery>, свободный, яз.англ. (Дата обращения 20.12.2018).

17

<https://flyzipline.com>

Тренды развития рынка МКА, СЛРН и сопутствующих сервисов в мире

Рост венчурных инвестиций в частную космонавтику прогнозируется до уровня порядка 3 млрд.\$ в год. В космической отрасли в настоящее время происходит смена старых «платформ», предоставляемых государственными или окологосударственными компаниями, на частные платформы, изначально ориентированные на выстраивание сети партнеров, независимо развивающих свои продукты на основе открытой архитектуры. Компании SpaceX и Blue Origin делают принципиальную ставку на развитие среды создателей и потребителей услуг космических аппаратов.

Бурный рост рынка МКА, снижение их массы и стоимости

По оценкам ряда экспертов тенденция снижения массы КА ДЗЗ сохранится. Микроминиатюризация электронных и электромеханических систем, совершенствование оптики и освоение новых материалов позволяют снижать массу спутников ДЗЗ при сохранении высоких технических характеристик. Уже в ближайшем будущем МКА класса «микро» обеспечат пространственное разрешение 2,5 м, а для специализированных спутников массой порядка 100 кг оно достигнет 1 м.

Космические аппараты класса «нано» (кубсаты массой менее 10 кг), в основном, используются для решения образовательных задач и отработки некоторых технологий. Их коммерческая привлекательность сравнительно невелика [18] из-за ограниченного функционала и малого срока службы (недели и месяцы).

Коммерчески привлекательным сегментом в перспективе 10-15 лет будут космические аппараты массой от 10 до 100 кг, максимум до 200 кг, позволяющие решать серьезные научные и прикладные задачи, имеющие срок службы от 1 до 5 лет, а также стоимость от нескольких сотен тысяч до нескольких млн. долл.

Рост числа проектов СЛРН. Если эволюция космических аппаратов очевидно направлена в сторону миниатюризации, то средства выведения практически не меняются уже много лет. МКА выводятся на орбиту как попутный груз вместе с большими аппаратами. Это приводит к тому, что МКА доставляются не туда, куда нужно, а «куда получилось».

Анализ текущей рыночной ситуации [19] приводит к грузоподъемности СЛРН от 150 до 250 кг для вывода МКА на низкую околоземную орбиту и от 50 до 150 кг на солнечно-синхронную орбиту. МКА прикладного назначения массой 50-100 кг имеют стоимость 2-3 млн. \$, что позволяет их владельцам ориентироваться на стоимость пуска того же порядка при сохранении удельной стоимости выведения на уровне кластерного запуска. Соответственно, стоимость пуска в 2-3 млн. \$ обеспечивает приемлемую доходность, позволяющую развивать бизнес даже при умеренной частоте запусков (10-20 в год).

Развитие средств довыведения и маневрирования на орбите. Успехи в совершенствовании и миниатюризации МКА привели к возникновению потребности в новых двигательных установках для ориентации МКА, маневрирования на орбите, а также для разведения по орбитам выведенных в космос в ходе кластерного запуска МКА при помощи космического буксира. Классическим буксирам, использующим ЖРД, присуща низкая эффективность, т.к. максимально достижимый удельный импульс ЖРД даже на кислородно-водородных компонентах не превышает 460 с, а характеристические скорости для перевода полезной нагрузки (ПН) на высокоэнергетические орбиты или траектории могут составлять до 10 км/с, что приводит к массе буксира, сравнимой или большей, чем масса его ПН.

Рассматриваются орбитальные буксиры с электрическими (ионными) двигателями малой тяги, электроракетными двигательными установками (ЭРД), использующими в качестве источника энергии солнечные батареи. Эта альтернатива более перспективна, чем использование ядерной энергетической установки (ЯЭУ) в качестве источника энергии, так как это связано с опасностью радиационного облучения, что делает эксплуатацию орбитального буксира с ЯЭУ чрезвычайно дорогостоящей и непрактичной. Так, ЭРД на эффекте Холла позволяют достичь удельного импульса в 2400 с, а при использовании ионных ЭРД достижим удельный импульс даже 7000 с, однако их тяга значительно ниже, чем у двигателей, использующих эффект Холла.

Рост интереса к дешевым короткоживущим низкоорбитальным МКА. Основной задачей развития сегмента спутниковых систем и ДЗЗ является значительное удешевление комплектующих МКА за счёт их унификации, а также уменьшение стоимости вывода МКА на орбиту. Удешевление

МКА за счет перехода на коммерческую компонентную базу может сокращаться сроком жизни спутниковых группировок в 2-3 раза, но при этом стоимость уменьшается в 10-15 раз. Этот факт стимулирует появление большого числа проектов, прежде всего, низкоорбитальных дешевых спутниковых группировок связи, которые в ближайшие 7-10 лет могут потеснить традиционные системы.

Работы по оптическим системам передачи данных между МКА в ультрафиолетовом диапазоне со скоростью передачи свыше 100 Гб/с позволят сформировать группировки с распределенным хранением данных, что особенно важно для систем спутникового интернета.

Рост рынка суборбитальных космических аппаратов. По прогнозам, к 2025 г. рынок суборбитальных полётов сможет достигнуть объёма в 3 млрд.\$. Быстрое развитие суборбитальных КА обусловлено, в частности, доступностью технологий проектирования, постройки и сертификации данных аппаратов и относительно невысокой технической сложностью по сравнению с пилотируемыми КА и РН. Технически многообещающим выглядит использование суборбитальных КА в качестве многоразовой первой ступени с недорогой одноразовой второй ступенью для быстрого вывода в космос компактной ПН массой до 1 т.

Тренды развития рынка геопространственных данных в мире

Сервисы ДЗЗ и геопространственных данных с помощью БАС является перспективным и быстрорастущим сегментом, который может выступать как в качестве конкурента традиционным сервисам космического ДЗЗ, так и дополнительным «плечом» таких сервисов.

Структурные изменения в секторе ДЗЗ из космоса характеризуются процессом слияния «старых» игроков в большие корпорации (Maxar, Airbus), пик которого пришелся на 2010-2016 гг. Примерно в это же время наблюдалось появление десятков стартапов, внешний успех которых связан с большими инвестициями в маркетинговое продвижение.

Последние годы охарактеризовались большим количеством запущенных микроспутников, которые потенциально дадут возможность видеть изменения на Земле с периодичностью один раз в несколько часов.

Набирает популярность европейский проект Copernicus, в рамках которого были запущены и успешно эксплуатируются спутники серии Sentinel. Данные, получаемые этой группировкой, распространяются бесплатно, во-

влекая в процесс исследования Земли с помощью космических снимков большое количество научно-образовательных и коммерческих компаний.

Успех частных компаний заставил государственные структуры во всем мире пересмотреть своё отношение к имеющимся в их распоряжении национальным системам ДЗЗ.

Информационные продукты на основе данных ДЗЗ (как космических, так и получаемых с БВС) в последние годы росли быстрее самого рынка ДЗЗ. Если тенденция сохранится, то уже к 2026 г. можно ожидать, что рынок информационных продуктов в этой сфере составит порядка 15 млрд.\$.

При этом эксперты отмечают, что более высокие темпа роста рынка информационных продуктов (по сравнению с рынком исходных данных дистанционного зондирования) обусловлены увеличением частоты появления свежих космоснимков и возможностью создавать добавленную стоимость на основе постоянного анализа изменений, даже в случае использования недорогих снимков невысокого разрешения.

Залогом роста рынка аналитики данных ДЗЗ, получаемых из космоса и с использованием ВС и БВС, становится активное развитие средств обработки, визуализации и анализа данных (геоинформационные системы, ГИС). В настоящее время происходит глубокая интеграция средств ГИС с системами принятия решений, в которых данные ДЗЗ являются базовыми.

Тренды развития рынка в России

В сегменте БАС с БВС взлетным весом до 30 кг сегодня имеется широкая линейка продуктов, которые выпускаются с применением доступных коммерческих комплектующих, в основном, импортных. Производимые БАС, в целом, соответствуют текущему технологическому уровню в мире, но не имеют каких-либо преимуществ по сравнению с зарубежными аналогами.

Ключевым драйвером данного сегмента рынка может стать аэрофотосъемка, при условии, что Минэкономразвития России в лице АО «Роскартография» привлечет частные предприятия рынка Аэронет для проведения работ. Легкие БАС удовлетворяют требованиям, которые предъявляются к аэрофотосъемке масштаба 1:2000 и 1:10 000.

В области создания БВС взлетной массой более 30 кг, напротив, речь идет о создании новой авиации, о замене традиционных пилотируемых ВС транспортными БВС для выполнения авиационных работ. Такие отечествен-

ные БВС, отвечающие перспективным требованиям по взлетно-посадочным характеристикам, маневренности, транспортной эффективности и весовой отдаче, на рынке отсутствуют.

Для выполнения аэрофотосъемки с целью составления ортофотопланов городов с высотной застройкой необходимы БВС, способные нести профессиональную аппаратуру весом 50-80 кг и проводить работы на высотах до нескольких тысяч метров. В ближайшие годы потребуется не менее 50 таких БВС. Аппараты такого класса также будут востребованы при проведении съемки для целей таксации лесов, мониторинга состояния сельскохозяйственных угодий, зон распространения природно-техногенных ЧС большого территориального охвата.

Будущее видится в многообразии типов, персонализированных для конкретных рынков и применений, и относительно мелкосерийном производстве. Это позволит удовлетворить потребности министерств и ведомств Российской Федерации, которые недостаточны для выпуска техники крупными сериями, а также гибко реагировать на потребности рынка.

В области ДЗЗ, ГИС и сопутствующих сервисов ключевым драйвером рынка является конвергенция источников данных и технологий их обработки. Геоинформационные системы и продукты на основе ДЗЗ перестают существовать в отдельных решениях и интегрируются с другими системами, позволяющими принимать оперативные решения на основе многообразия данных. Эксперты признают, что удовлетворить запрос в актуальных данных ДЗЗ можно только с помощью мультиагентных систем, которые используют совместно возможности КА, пилотируемой аэросъемки и БВС [20]. Перспективными видятся механизмы взаимодействия экосистемы «Аэронет» с Фондом пространственных данных Росреестра и федеральным фондом данных дистанционного зондирования Земли (ГК «Роскосмос») для обеспечения доступа к хранимой съемке в целях создания сервисов по получению вторичной информации.

Приоритетные сегменты рынка

Приоритетные рыночные направления в области БАС и авиационных работ:

- переход малой коммерческой авиации и авиации общего назначения к опционально пилотируемым и беспилотным воздушным судам;
- транспортные БВС для региональных перевозок с полезной нагрузкой до 1,5 т;
- транспортные БВС для внесения средств защиты растений;
- транспортные БВС для доставки посылок, срочных и экстренных грузов в городских условиях, на морские суда и платформы, для транспортировки профессиональной аппаратуры аэрофотосъемки, таксации лесов;
- групповые БВС для поисковых и спасательных операций в сложных погодных и природных условиях, при проведении авиационных работ на протяженных и разветвленных инфраструктурных объектах, а также объектах большой площади (сельско-хозяйственные угодья, леса, водные акватории).

Приоритетные направления в сфере интеграции БВС в единое воздушное пространство:

Под «интеграцией БВС» понимается выполнение полетов беспилотной авиацией на регулярной основе, совместно с пилотируемыми воздушными судами в едином воздушном пространстве, повсеместно: в сельской местности, городах, на промышленных предприятиях с обеспечением необходимого уровня безопасности для людей и собственности в воздухе и на земле.

Для решения задачи интеграции необходимо развивать следующие основные технологии:

- система для замены органов зрения дистанционного пилота техническими средствами наблюдения, а также интеграции (для дистанционного пилота) средств предупреждения о различных угрозах в воздухе и на земле, включая: окружающий трафик, препятствия на земле и опасные метеорологические явления;
- линии контроля и управления движением БВС;
- пилотные зоны для валидации и верификации новых технологий, сбора и анализа полётных данных, отработки алгоритмов, уточнения технических требований к оборудованию и процедур, программ и методик испытаний/сертификации аэронавигационного оборудования;
- система автоматизированного управления полетами БВС;

- перспективная система связи/навигации/наблюдения для интеграции БВС, технологии защиты информации.

Опыт «большой авиации» за 60 лет использования аэронавигационных технологий дает хорошую методологическую и технологическую основу для начала поэтапного движения к реализации задачи интеграции, но уже на новом уровне современных цифровых и информационных технологий.

Приоритетные направления разработок КТ в области БАС. Ниже перечислены технические концепции, масштабируемые интегрированные платформы и отдельные технологии, которые являются на этапе становления отрасли приоритетными для перехода беспилотного авиастроения к новому технологическому укладу.

Новые аэродинамические схемы, силовые и формообразующие конструкции, элементы планера и несущей системы, шасси и системы наземного базирования БВС, позволяющие эффективно и надежно решать специфические задачи БАС за счёт уникальных свойств, не применяемых сегодня в пилотируемой авиации, обеспечивать сочетание взлетно-посадочных характеристик, дальности, скорости и экономичности полета, недоступных для традиционных пилотируемых летательных аппаратов. Уровень готовности технологии (УТГ, TRL) -4 в 2025 г, УТГ-7 в 2030 г.

Глубокая интеграция силовой установки и планера летательного аппарата, энергетические методы управления сопротивлением и подъемной силой, обеспечивающие сочетание транспортной эффективности и взлетно-посадочных характеристик на уровне, недоступном традиционным летательным аппаратам. УТГ-4 в 2025 г, УТГ-7 в 2030 г.

Платформа распределенных силовых установок с электротягой винтов (вентиляторов), включая: генераторы редукторные и синхронные с приводом от двигателей внутреннего сгорания (ДВС), газотурбинных двигателей (ГТД); подъемные и подъемно-маршевые двигатели и движители на основе электродвигателей, ГТД, ДВС; системы отклонения вектора тяги; электрические, газодинамические и механические трансмиссии для привода винтов (вентиляторов), а также их узлы, структурные элементы и подсистемы. УТГ-6 в 2025 г, УТГ-9 в 2030 г.

Платформа средств связи и беспроводной передачи данных - помехозащищенные системы связи; системы связи, способные устойчиво работать в арктических широтах; оптические системы связи, работающие в УФ, ИК и

видимом диапазоне; антенные решетки с синтезированной апертурой, создаваемые группировкой БВС; беспроводные коммуникационные модули для построения помехозащищенных беспроводных сенсорных сетей, проприетарные протоколы передачи данных для беспроводных сенсорных сетей, самоорганизующиеся сенсорные сети, размещенные на БВС в составе групповой БАС. УТГ-6 в 2025 г, УТГ-9 в 2030 г.

Платформа бортовой силовой электроники, источников энергии (включая нетрадиционные) и исполнительных систем - комплекты базовых элементов оборудования энергетических и силовых систем БВС с высоким коэффициентом преобразования различных видов энергии, массовой и габаритной эффективностью, повышенной надежностью, контролепригодностью и адаптивностью управления преобразованием энергии, включая элементы силовой электроники, контроллеров, генераторов тока, аккумуляторных батарей, топливных элементов, сервоприводов, актуаторов, в том числе механических, электромеханических, гидравлических и электрогидравлических. УТГ-6 с 2025 г, УТГ-9 в 2030 г.

Платформа интегрированной модульной авионики - бортовые навигационные комплексы и комплексы интеллектуального управления с высоким уровнем точности и надёжности навигационного определения во всех условиях эксплуатации за счёт применения широкого спектра перспективных технологий автономной навигации, коррекции навигационного определения, комплексной обработки разнородной навигационной информации, включая навигацию в составе самоорганизующейся группы (роя) БВС, навигацию при отсутствии сигналов глобальных навигационных систем, астроориентацию, ориентацию по картинке местности и карте высот. УТГ-7 в 2025 г, УТГ-9 в 2030 г.

Модульные приборные отсеки с профессиональным оборудованием для аэрофотосъемки, магнитометрических, спектральных замеров.

Приоритетные направления в сфере космической деятельности: пусковые услуги при помощи СЛРН, кластерные пуски с предоставлением услуг орбитального буксира для разведения МКА по целевым орбитам; пуски суборбитальных КА; услуги связи, ДЗЗ, космического интернета.

Приоритетные направления разработок в сфере МКА, СЛРН. Ниже перечислены технические концепции и отдельные технологии, которые явля-

ются на этапе становления отрасли приоритетными для выхода отечественных предприятий на глобальный рынок частной «малой» космонавтики.

Технологии СЛРН - силовые и формообразующие конструкции с показателем индекса конструктивного совершенства (отношение массы заправленного топливом и подготовленного к запуску носителя к массе пустой конструкции) не менее 30, в том числе, способные выдерживать перегрузки до 30g; вытеснительная подача топлива; электрические топливные насосы.

Двигатели для СЛРН - широкодиапазонные ракетные двигатели и двигатели типа «Аэроспайк» для СЛРН, сопла с внешним расширением и внезапным расширением, эжекторы и резонаторы усилители тяги; ракетные и ракетно-прямоточные двигатели, использующие термодинамические циклы Хамфри и Фикетта-Джакоббса; ракетные двигатели на метане, на унитарных и трехкомпонентных топливах; технологии изготовления камер сгорания и сопел с помощью аддитивных технологий.

Платформа МКА - унифицированная платформа модульного принципа построения для разработки МКА в сроки менее 1 года, унифицированные бортовые комплексы управления, камеры в оптическом диапазоне сверхвысокого разрешения; компактные бортовые источники энергии; системы ориентация и стабилизации; системы электропитания; волноводные тракты и кабельная сеть; беспроводные системы передачи информации на борту МКА; комплексы интегрированной бортовой электроники, в том числе, построенные на основе коммерческой компонентной базы; оптические системы связи, в том числе в ультрафиолетовом диапазоне.

МКА ДЗЗ сверхвысокого пространственного разрешения (30-50 см), способные выполнять стереоскопическую съемку, необходимые для целей обновления ортофотопланов масштабом 1:10 000 (ЕЭКО).

Технологии ЭРД – электроракетные двигатели позволяют создать высокоэффективные межорбитальные буксиры и ступени довыведения индивидуальных МКА при их кластерном запуске на РН; ЭРД основанные на эффекте Холла (ионные двигатели с анодным слоем), позволяющие менять тягу, удельный импульс и мощность в широких пределах, -60 до +30 % от номинальных значений; ЭРД Холла по схеме с несколькими коаксиальными анодными излучателями для увеличения тяги, повышения эффективности, уменьшения массы и габаритов; система магнитного экранирования, магнитная изоляция анодных излучателей повысит рабочий ресурс ЭРД Холла с нескольких сотен часов сегодня, до десятков тысяч часов в будущем, делая воз-

возможным применением дозаправляемых буксиров для сбора космического мусора и миссий к астероидам, Луне и Марсу.

Приоритетные направления в области сервисов на основе данных ДЗЗ - интеграторы услуг ДЗЗ и мониторинга, систем хранения и передачи данных, геоинформационные системы и сервисы, интегрированные с ЕЭКО.

Ограничения развития сферы реализации плана мероприятий («дорожной карты») в России

Нормативные (правовые) ограничения, отсутствие программ финансирования опережающего научно-технического задела, общее технологическое отставание, даже по сравнению со странами, имеющими средний уровень развития, определяют ограниченность применения отечественных БАС на внутреннем рынке и их неконкурентоспособность на внешнем.

Правовые ограничения (барьеры), обусловленные особенностями национального законодательства в области БАС (в том числе техническими регламентами и стандартами), приведены в ЗДК «Аэронет» [21].

В области космической деятельности требуется сочетание серьезного дерегулирования, направленного на снижение порога входа, и заполнения лакун законодательства, не позволяющих сегодня, например, распространять на космическую деятельность государственно-частное партнерство (ГЧП). Административные барьеры делают практически невозможными запуски ракет-носителей вне космодромов, что лишает смысла разработку СЛРН и суборбитальных носителей. Основными ограничениями для новых компаний, выходящих на космический рынок, являются следующие инструменты:

а) система государственного лицензирования (Положение о лицензировании космической деятельности);

б) система сертификации и контроля порядка создания и использования космической техники (РК-11-КТ, НА-99 и разрабатываемое Положение НО-МКА-17);

в) система экспортного контроля.

В области ГИС требуется серьезное дерегулирование, направленное на снятие ограничений на доступ к геопространственной информации, упрощение процедур контрольного просмотра результатов аэрофотосъемки. В настоящее время, аэрофотоснимки отнесены к сведениям, составляющим государственную тайну, несмотря на то, что по пространственному разрешению они могут быть идентичны с космической съемкой, с которой снят гриф секретности.

Кадровые ограничения - отсутствие квалифицированных специалистов и дефицит отдельных компетенций, связанных со спецификой создания и эксплуатации БВС и их систем, отсутствуют образовательные программы подготовки и переподготовки кадров по целому ряду дисциплин. Например, к экипажам БВС, проводящих аэрофотосъемку для задач картографии, всегда предъявляются повышенные требования.

Инфраструктурные ограничения: отсутствие опытно-испытательной базы, доступной по разумным тарифам и расценкам и в необходимой номенклатуре для российских стартап компаний; разрывы инновационного цикла; отсутствие целевого финансирования фундаментальных и прикладных исследований, формирующих опережающий научно-технический задел.

Технологические ограничения (барьеры), связанные с отсутствием ряда критических технологий и практик, обеспечивающих эффективное масштабирование продуктов и услуг нового рынка, приведены в [22].

Разработан перечень приоритетных направлений НИОКР, направленных на преодоление ТБ и разработку отсутствующих КТ [23].

В области легких БВС почти все основные технические проблемы преодолены. В технологической сфере актуальными являются задачи обеспечения эксплуатации легких БАС в арктической зоне, при отсутствии устойчивой связи, сигналов глобальных навигационных систем, в условиях сильных помех, в составе роя и организованного ордера, а также задачи разработки легкой полезной нагрузки и аэронавигационных технологий.

В области создания БВС взлетной массой более 30 кг, напротив, имеется множество барьеров и отсутствующих технологий. Для проведения многих работ требуется совмещение тяжелой полезной нагрузки, например, магнитометра, с необходимостью полета в сложных условиях, при высокой турбулентности, например, при полете по верхней кромке деревьев или вдоль горного склона. При решении задач аэрофотосъемки с целью составления ортофотопланов городов с высотной застройкой и таксации лесов требуются БВС, способные нести полезную нагрузку массой более 50 кг, с максимальным потолком полета до 6000 м, продолжительностью полета до 12 часов и скоростью от 100 до 400 км/ч, в зависимости от дальности полета.

Для успешного выхода на рынок транспортные БВС грузоподъемностью до 120 кг должны иметь весовую отдачу на уровне 55-65%, что сегодня недостижимо за счет применения имеющихся на рынке технологий.

Особенно остро стоит вопрос в сегменте тяжелых транспортных БВС с грузоподъемностью более 400 кг и ВВП/КВП. Анализ текущего уровня развития техники и технологий, а также ведущихся в мире поисковых НИР и НИОКР в данной сфере показывает, что при традиционном подходе к проектированию летательных аппаратов и их систем решить поставленную потребностями общества задачу невозможно. Даже при достижении теоретического предела в эволюционном развитии силовых установок, материалов, формообразующих конструкций планера практически все удельные показатели оказываются на 30-40% хуже требуемых.

В области создания СЛРН основными барьерами для выхода на рынок являются чрезвычайно жесткие требования к низкой стоимости единичного запуска, что заставляет рассматривать нетрадиционные технические решения. Учитывая, что удельная стоимость запуска при кластерном выведении МКА составляет 30-50 тыс. \$/кг и имеет тенденцию к снижению, обеспечить конкурентоспособность отдельного запуска космического аппарата на СЛРН сложно. Использовать для снижения себестоимости многократность применения в случае с СЛРН также сложно, т.к. относительные потери грузоподъемности будут выше, чем для более совершенных в весовом отношении «больших» ракет. Относительные затраты на проведение комплекса мероприятий по спасению и восстановлению ступеней СЛРН могут оказаться заметно выше, чем для «больших» ракет. Для одноступенчатых СЛРН требуется высочайшее весовое совершенство (отношение веса полностью заправленной СЛРН к весу пустой ракеты должно быть больше, чем 30:1), а также способ-

ность двигателя и его сопел работать в условиях глубокого дросселирования и больших перегрузок (до 30g). Одним из возможных путей преодоления технологических барьеров могут быть очень дешевые СЛРН с отказом от турбо-насосных агрегатов и вытеснительной подачей топлива.

В области создания МКА основными барьерами является отсутствие производств приборного ряда, телекоммуникационных полезных нагрузок на цифровой основе, базовых технологий управления многоспутниковыми системами, систем передачи больших объемов данных со скоростями свыше 100 Гбит/сек. Цифровые реконфигурируемые телекоммуникационные полезные нагрузки (ЦРПН), в том числе для сетей 5G критически важны для развития МКА, так как в отличие от современных ПН на аналоговой основе, ЦРПН имеют на порядок большую пропускную способность, меньшую массу и практически неограниченные возможности для комплексирования с другими цифровыми ПН. Также необходимо создание недорогой, отказоустойчивой системы энергоснабжения МКА со способностью парирования тиристорного эффекта. Такая система должна иметь релейные команды, подаваемые напрямую, минуя бортовой цифровой компьютер. Требуются компактные, лёгкие ЭРД малой тяги (могут быть на основе абляционных импульсных плазменных двигателей), необходимые для поддержания и фазирования орбиты МКА, а также сведения их с орбиты. Необходимо разработать унифицированные программы и методики проведения наземной экспериментальной отработки для малых МКА, а также программное обеспечение для проектирования и расчёта миссий малых космических аппаратов (МКА), переводимых на рабочие орбиты с помощью орбитальных буксиров с на основе ЭРД.

В области ГИС основными барьерами выступают большие объемы данных, обработка которых требует создание мощных вычислительных ресурсов, работающих в автоматическом режиме, развитие национальной системы высокоскоростной передачи данных (включая 5G), создание принципиально новых алгоритмов распознавания объектов.

2 Сведения о документах стратегического планирования

1. Государственная программа «Развитие авиационной промышленности на 2013-2025 гг.».
2. Постановление Правительства Российской Федерации от 18 апреля 2016 г. № 317 «О реализации Национальной технологической инициативы» (с изменениями и дополнениями от 20 декабря 2016 г., 29 сентября 2017 г., 3 апреля, 10 сентября 2018 г., 20 апреля 2019 г.).
3. Транспортная стратегия Российской Федерации на период до 2030 года.
4. Стратегия развития авиационной промышленности на период до 2030 года.
5. Программа инфраструктурного центра по развитию направления «Аэро-нет» Национальной технологической инициативы (Программа).
6. Федеральная космическая программа России на 2016–2025 гг.
7. Концепция долгосрочного социально-экономического развития Российской Федерации до 2020 года.
8. Стратегия развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года.
9. Прогноз социально-экономического развития Российской Федерации на 2016 год и на плановый период 2017 и 2018 годов.
10. Прогноз научно-технологического развития Российской Федерации на период до 2030 года (подготовлен Минобрнауки России).
11. Закон 172-ФЗ «О стратегическом планировании в Российской Федерации».
12. Постановление Правительства Российской Федерации от 24 октября 2015 г. № 1141 “О порядке разработки, утверждения и реализации планов мероприятий ("дорожных карт") Национальной технологической инициативы”.
13. Национальная технологическая инициатива [Электронный ресурс] - Режим доступа: <http://nti.one/nti/>, свободный. Яз. рус. (Дата обращения 16.06.2017).

13. Актуализированная версия Стратегической программы исследований и разработок Технологической платформы «Авиационная мобильность и авиационные технологии» - апрель 2015 г.
14. Государственная программа «Цифровизация сельского хозяйства». [Проект] 2019.
15. Стратегия развития лесного комплекса Российской Федерации до 2030 года (Распоряжение Правительство РФ от 20 сентября 2018 г. № 1989-р).
16. «Концепция развития российской космической системы дистанционного зондирования Земли на период до 2025 года».
17. Постановление Правительства РФ № 370 от 10 июня 2005 г. с изменениями от 28.02.2015 № 182 «Об утверждении Положения о планировании космических съемок, приеме, обработке и распространении данных дистанционного зондирования Земли высокого линейного разрешения на местности с космических аппаратов типа «Ресурс-ДК».
18. Постановление Правительства РФ № 326 от 28 мая 2007 г. «О порядке получения, использования и предоставления геопространственной информации».
19. Поручение Президента РФ № Пр-619ГС от 13 апреля 2007 г. и поручение Правительства РФ № СИ-ИП-1951 от 24 апреля 2007г. о разработке и реализации комплекса мер по формированию в РФ системы федеральных, региональных и иных операторов услуг, оказываемых с использованием данных ДЗЗ из космоса.
20. План реализации этих поручений, утвержденный Руководителем Роскосмоса 11 мая 2007 г. «О реализации комплекса мер по формированию в РФ системы федеральных, региональных и иных операторов услуг, оказываемых с использованием данных ДЗЗ из космоса».
21. Государственная программа Российской Федерации «Космическая деятельность России на 2013-2020 годы» утверждена постановлением Правительства Российской Федерации от 15 апреля 2014 г. № 306.
22. Основы государственной политики Российской Федерации в области космической деятельности на период до 2030 года и дальнейшую перспективу, утвержденных Президентом Российской Федерации от 19 апреля 2013 г. № Пр-906.

23. Федеральный закон от 27 июля 2006 г. N 149-ФЗ «Об информации, информационных технологиях и о защите информации» с изменениями и дополнениями от: 27 июля 2010 г., 6 апреля, 21 июля 2011 г., 28 июля 2012 г., 5 апреля, 7 июня, 2 июля, 28 декабря 2013 г., 5 мая 2014 г.
24. Закон № 559495-6 б 2018 г. "О внесении изменений в Закон Российской Федерации "О космической деятельности" (о создании федерального фонда данных дистанционного зондирования Земли из космоса и порядке его функционирования).
25. ГОСТ Р 52438-2005. Географические информационные системы. (утв. Приказом Ростехрегулирования от 29.12.2005 N 423-ст).
27. Паспорт национальной программы «Цифровая экономика Российской Федерации». Протокол №16 от 24 декабря 2018 г. Президиума Совета при Президенте Российской Федерации по стратегическому развитию и национальным проектам.

3 Перечень целевых показателей «дорожной карты» и их значений

Доля российского рынка технологий Аэроспейснет - НТИ от мирового рынка (доля годовой выручки компаний рынка) - 12-15%.

Объем российского рынка - не менее 2 млрд.\$ в год (130 млрд. руб.)

Объем экспорта (доля экспорта в структуре выручки) - не менее 10-13 млрд.\$.

Количество малых предприятий на рынке (количество компаний, которые вывели на рынок новые продукты) - 1700.

Количество поданных российских и зарубежных заявок РСТ (количество выданных международных патентов) - 42500.

Количество реализуемых прорывных проектов - 15.

Количество разработанных масштабируемых платформ - 9.

4 Сведения о сформированном в Российской Федерации научно - техническом заделе для реализации плана мероприятий («дорожной карты»)

4.1 БАС и авиационные работы

Авиационные работы

С 2016 г. по 2019 г. был выполнен целый ряд проектов, связанных с авиационными работами, которые позволили подтвердить одни гипотезы о потребностях рынка и опровергнуть другие.

Компания «Геоскан» выполнила аэрофотосъемку Тульской области, в ходе которой было выявлено более 50 тыс. нарушений, незаконных построек, несанкционированных свалок и т.п., что подтвердило наличие потребности общества в подобных работах. Ход выполнения проекта показал высокую степень зависимости качества выполнения работ от подготовленности операторов, что позволило сформулировать требования к перспективным образовательным программам в этой области. В результате выполнения этого и других аналогичных менее крупных проектов выявлены ряд отсутствующих технологий, а также потребность в новых БВС, позволяющих поднимать на высоту более 1 км тяжелую профессиональную съемочную аппаратуру.

Компании «Научно-производственный комплекс Интеграл», «Вершина» выполнили опытные проекты, связанные с полетами в горах и прибрежных акваториях, а также в сложных природных и погодных условиях. В этих условиях были осуществлены ортофотосъемка, магнитная съемка, поиск полезных ископаемых, поиск терпящих бедствие. По итогам работ были подготовлены развернутые технические задания к специализированным БВС, предназначенным для полета в тяжелых условиях, обладающих грузоподъемностью от 30 до 120 кг и дальностью полета до 250 км. Также были сформулированы требования к специализированным полезным нагрузкам и бортовому оборудованию, в частности, к РЛС бокового обзора, магнитометрам, сигнальным буям и т.п.

В Белгородской области осуществлен опытный проект АгроНТИ, в ходе которого была выполнена съемка более 200 тыс. Га С/Х угодий, обработка биологическими агентами 1200 Га (компания FIXAR), выполнены работы по кадастровой съемке, мониторингу свиноводческих хозяйств, выполнена обработка полученных данных, вычисления индекса NDVI растений и т.д. В це-

лом, данный опыт подтвердил выводы аналитических обзоров, что специфическими авиационными в данной области фактически являются работы по аэрофотосъемке, контролю и наблюдению, а также химической и биологической обработке полей. В этой части БАС являются полноценной заменой пилотируемой авиации. Точное земледелие в разрезе авиационных работ является на данном этапе убыточным, т.к. затраты на создание соответствующей авиационной техники превосходят экономический эффект.

БАС среднего и тяжелого класса

Основные работы по средним и тяжелым БАС ведутся по заказу Министерства обороны. Среди проектов частных компаний следует выделить тяжелый беспилотный самолет - разведчик «Орион» (группа компаний «Кронштадт»), соответствующий мировому уровню в данной области. Большим достижением является тяжелый ударный БВС «Охотник-Б», разработанный КБ «Сухой». Специфичность требований не позволяет использовать данные летательные аппараты в гражданских целях, но отдельные наработки и опыт, полученные в ходе проектов, будут востребованы.

Новосибирский институт авиационных технологий разрабатывает и производит по заказу Министерства обороны динамически подобные копии пилотируемых воздушных судов, в частности, Бе-200. С точки зрения рынка «Аэроспейснет» данные модели являются крупными дистанционно пилотируемыми БВС среднего класса, на которых отрабатываются режимы взлета и посадки, а также маневрирования. Данный опыт имеет значение, как с точки зрения собственно разработки и изготовления БВС, так и с точки зрения создания летно-испытательной базы.

Работы над беспилотными вертолетами ведут компании «Аэроб» и «ВР-технологии». Представленные образцы, в целом, подтвердили, что имеется ниша для беспилотных вертолетов с дальностью полета до 200 км и грузоподъемностью до 100 кг, в которой эффективность применения вертолетов выше, чем у БВС самолетного типа.

Перспективные поисковые работы в области беспилотной транспортной авиации выполнены компаниями «Кронштадт», «ЦТТ Кулон», «Проблемная лаборатория Турбомашин», БГТУ «ВОЕНМЕХ». В результате сформулированы требования к перспективным транспортным системам, задачи в области аэродинамики, силовых установок и бортового оборудования.

Предложено несколько концепций, подразумевающих полную интеграцию планера, силовой установки БВС.

Силовые установки

Проблема отсутствия отечественных двигателей и силовых установок для легких и тяжелых БВС является критической, поэтому рабочей группой «Аэронет» ей уделяется большое внимание. Работы ведутся как частными компаниями («Проблемная лаборатория Турбомашин», «Миландр-СМ», «Центр Трансфера Технологий Кулон», «Наука-Софт», «Производственно-техническое предприятие «Поршень» и др.), так и государственными институтами (ФГУП ЦИАМ, Фонд Перспективных Исследований-ФПИ, Институт проблем химической физики РАН) и университетами (БГТУ «ВОЕНМЕХ», МГТУ им. Баумана, МАИ). Известны также многочисленные проекты двигателестроительных и агрегатных заводов Объединенной двигателестроительной корпорации.

Среди проектов, претендующих на создание прорывных решений, следует отметить следующие:

- Роторно-поршневой двигатель в классе 100 л.с. с турбонаддувом и уплотнениями на основе матричных композитов, разработанный лабораторией ФПИ, созданной на основе ФГУП «ЦИАМ»;
- Роторно-поршневой двигатель в классе 150 л.с. предприятия «Поршень»;
- Законченная платформа силовой установки с электроприводом винтов, включающая программируемую аккумуляторную батарею, силовой контроллер, набор разъемов, электродвигатели класса 15-30 кВт («Миландр-СМ»);
- Платформа бортовой силовой электроники для легких БВС («Наука-Софт»);
- Криогенные электрические силовые установки с использованием высокотемпературной сверхпроводимости («Супер-Окс»);
- Распределенная силовая установка для БВС с использованием активного управления обтеканием, включающая синхронный электрический генератор на 100 кВт, электроприводы тоннельных вентиляторов, электро-

двигатель для привода биротативных винтов противоположного вращения, силовой контроллер (Университет ИТМО, «Кулон», «Фокус-Техно»);

- Линейка турбореактивных и газотурбинных двигателей, в конструкции которых широко используются узлы, изготовленные с применением аддитивных технологий (БГТУ «Военмех», Инжиниринговый центр БГТУ «ВОЕНМЕХ», «Проблемная Лаборатория Турбомашин»).

Бортовое радиоэлектронное оборудование

В настоящее время достаточно активно ведутся работы по разнообразному бортовому оборудованию для БВС, в том числе, с использованием отечественной компонентной базы:

- АО «АБРИС» совместно с Университетом ИТМО разработало концепцию и ключевые технологии беспроводных сенсорных сетей и предложило протокол обмена данными между блоками управления и беспроводными датчиками БВС;

- Инжиниринговый центр СевГУ совместно с компанией МКОд разработал экспериментальный полетный контроллер, полностью построенный на отечественной компонентной базе;

- Компания Лазэкс разработала лазерный гироскоп с использованием сверхгладких карбидкремниевых зеркал, что позволяет в будущем создавать на этой базе высокоточные и инерциальные комплексы навигации;

- Компании «Вершина» и «Фокус-Техно» предложили комплекты высокоинтегрированных приборных отсеков, в которых решена задача построения на модульной основе комплекса навигации, управления, разведки и обслуживания полезных нагрузок.

- В целом, решенной является задача автономного взлета и посадки на аэродром, полета по заданному маршруту, аэрофотосъемки и др. стандартные задачи, решаемые военным БВС - разведчиками, а также гражданскими БАС, предназначенными для кино- и фотосъемки с воздуха (Геоскан, СТЦ, НТТ, Птеро, Финко и др.).

4.2 Коммерческая космонавтика

Наибольшим заделом обладают ООО «Спутникс» с платформой легких МКА массой до 220 кг, ООО «НПЦ «МКА», ООО «5 поколение», АО «ИСС» с рядом платформ малых космических аппаратов связного назначения и «РКЦ «Прогресс» с коммерческими аппаратами серии «Аист». БГТУ «ВОЕНМЕХ» совместно с ИСС им. Решетнева разработана концепция короткоживущих низкоорбитальных группировок, построенных на промышленной компонентной базе. Отказ от исполнения military позволил в 6-15 раз снизить прогнозную стоимость МКА, что существенно повышает рентабельность проекта. Прогнозное время жизни снижается с 5 до 2 лет, что для низкоорбитальных группировок не является критичным.

СЛРН и двигатели

Работы в данной области отличаются высокой степенью конструктивной и технологической сложности.

Наиболее крупным достижением является создание демонстрационного детонационного двигателя НПО «Энергомаш» в кооперации с Институтом Химической Физики и Институтом Гидродинамики им. Лаврентьева. Двигатель тягой 7 т работает на керосине, что является мировым приоритетом. До сих пор детонационные двигатели работали на газовом топливе. Данный двигатель потенциально может быть использован на СЛРН с вытеснительной системой подачи топлива. По удельному импульсу пока детонационные двигатели уступают традиционным ЖРД, но превосходят последние простотой.

Перспективным является совмещение технологии детонационных двигателей с технологией метановых ЖРД. Такие двигатели в варианте РД0162 для многоразовой ступени и РД0162СД для СЛРН разрабатывает «КБ Химавтоматики».

ВНХ-Энерго осуществило демонстрационный пуск макета широкодиапазонного жидкостного ракетного двигателя с резонаторным соплом внешнего расширения. Испытания показали лучший на 5% удельный импульс, чем у модельного ЖРД с соплом Лавалья.

Альтернативным решением являются трехкомпонентные ЖРД, которые обладают большей степенью дросселирования, чем традиционные ЖРД, их созданием занимается НПО «Энергомаш».

Работы над ЖРД с турбонасосными агрегатами, приводимыми в действие электродвигателями, в течение ряда лет проводила компания «Лин

Индастриал». Компания обосновала облик и выполнила серию расчетов, которые подтвердили область существования одно- и двухступенчатых СЛРН.

БГТУ «ВОЕНМЕХ», АО «Московский радиотехнический институт РАН», ООО «ВНХ-Механика» и ООО «ВНХ-Энерго» разработали и экспериментально подтвердили способ ускорения сжигания топливных смесей в камерах сгорания ракетных и прямоточных воздушно-реактивных двигателей в среде холодной неравновесной плазмы, в том числе в сверхзвуковом потоке. Разработан эжекторный усилитель тяги, позволяющий в плотных слоях атмосферы увеличить удельный импульс на 30-50%.

МКА, элетроракетные двигатели и орбитальные буксиры на их основе

ФГУП «Центр Келдыша», МГТУ им. Баумана, Московский авиационный институт, БГТУ «ВОЕНМЕХ» имеют многолетний опыт разработки электроракетных двигательных установок различных типов и размерностей и опыт их экспериментальной отработки в лабораторных и натурных (космических) условиях. Калининградский ФГУП «КБ Факел» является многолетним мировым лидером в области электрореактивных двигателей [24], в 2018 получил премию в номинации «лучший экспортер года».

4.3 Геоинформационные системы

В области конечных сервисов данных ряд российских продуктов известны на мировом рынке и имеют функционал, вполне сопоставимый с мировым лидером Esri (<https://www.esri.com/ru-ru/home>):

- Продукт «Фотоскан» компании «Геоскан» - самый известный на мировом рынке российский продукт обработки материалов аэрофотосъемки БВС;
- Продукт АО «Ракурс» предоставляет полный спектр программных решений для обработки данных космической и аэрофотосъемки, поставляется в 80 стран и имеет 30 партнерских программ с ведущими операторами в мире.

Рядом компаний разработаны отдельные решения, которые при их должном развитии могут стать основой национального облачного сервиса данных:

- НекстГИС – облачные системы хранения и доступа к данным, а также их аналитика;
- СканЭкс – тематическая аналитическая обработка данных ДЗЗ, получаемых со спутника;
- Иннотер - комплексная система обработки спутниковых снимков, а также комбинирования динамических и статических данных (<https://innoter.com/projects/>);
- ИнноГеоТех (совместное предприятие Университета Иннополис и Фонда НТИ) - система обновляемых во времени 3D-карт местности.

5 Оценка рисков реализации плана мероприятий («дорожной карты») и сведения об инструментах их минимизации

5.1 Финансовые риски

В настоящее время, поддержка конкретных проектов осуществляется по трем каналам: через «Фонд НТИ» АО РВК, «Фонд содействия развитию малых форм предприятий в научно-технической сфере» (ФСИ). ФСИ финансирует посевную стадию, Фонд НТИ - проекты высокой стадии готовности с непосредственным выходом на рынок, об участии Минпромторга можно пока говорить в предположительном ключе. К недостаткам методов поддержки ФСИ относится противоречие между посевным характером работы Фонда и целевым характером дорожных карт. К недостаткам методов поддержки Фонда НТИ относится чрезмерно усложненная схема отбора проектов, ведущая к длительной процедуре, а также неоптимальная размерность поддерживаемых проектов. Проекты менее 50 млн. руб не финансируются, но многие проекты 3-5 стадии готовности технологии (TRL 3-5) в области «Аэроспейснет» относятся именно к этой размерности.

Разработка критических технологий «Аэроспейснет» и создание опережающего научно-технического задела на будущее, без чего разработка продуктов, конкурентных на глобальном рынке, невозможна, в настоящее время системно не финансируется вовсе.

Конкурсы на прикладные научные исследования (ПНИ), соответствующие TRL 2-3 проводятся Министерством образования и науки на основе инициативных предложений образовательных организаций, поэтому проекты-победители лишь фрагментарно покрывают предметную область «дорожных карт» НТИ.

Практика четырех стартовых лет НТИ показала, что финансирование ДК «Аэроспейснет», осуществляемое по разным каналам, недостаточно координируется с точки зрения достижения целей и задач, направляется в частные, разрозненные и слабо связанные друг с другом проекты, которые иницируются «снизу».

На основании мировой практики можно сделать вывод, что при подобной организации отбора проектов и их финансирования, до выхода на рынок доходит не более 5% проектов. Такое положение дел создает критические риски для достижения целей ДК «Аэроспейснет».

5.2 Технологические риски

Потенциал выхода на международный рынок услуг весьма ограничен, поэтому создание GP возможно только в области опережающих технологий. Однако в настоящее время наблюдается нарастающее технологическое отставание России от передовых и даже средних по уровню научно-технического и технологического развития стран, сопровождающееся выбытием целых отраслей промышленности.

Сегменты рынка, перспективные с точки зрения создания высокомаржинальных продуктов и появления фирм - «национальных чемпионов», такие как: разработка аэротакси, тяжелых транспортных БВС для региональных перевозок, СЛРН и мобильных пусковых установок для них; требуют преодоления многочисленных и весьма сложных ТБ и разработки множества отсутствующих КТ.

Степень влияния риска оценивается как критическая, а вероятность его наступления - как высокая, поэтому для снижения данного риска предпринят ряд мероприятий.

По направлению 1 «Передовые технологии, продукты и услуги» Дорожной картой «Аэроспейснет» детально проработаны приоритетные направления исследований (см. Приложение Г), направленные на преодоление выявленных к настоящему моменту ТБ (см. Приложение Д) и разработку отсутствующих КТ.

По направлению 3 «Образование и кадры» предусмотрены мероприятия по организации при университетах инжиниринговых центров и научно-образовательных центров «Аэроспейснет», разработка образовательных программ укороченного цикла по цифровым методам проектирования БАС, БВС и МКА, РН.

5.3 Макроэкономические риски

Макроэкономические риски связаны, в первую очередь, с проводимой государством финансово-экономической политикой, выражающейся в продолжающемся с 2003 г. ограничением на рынке предложения денежной массы. Отсутствие на рынке свободных денежных средств исключает возможность венчурных инвестиций, которые, на основании мирового опыта, составляют обычно 2,5-5% от свободных кредитных ресурсов.

Второй по значимости макроэкономический риск связан со сложившейся в России административно-хозяйственной системой, выражающейся в абсолютном доминировании государственных корпораций, концернов и холдингов. Сыграв важную мобилизующую роль в консолидации производственных мощностей в оборонной и сырьевой сфере, создание госкорпораций привело к фактической ликвидации конкуренции, а, как следствие, к утрате отраслевой науки и инструментов инновационного развития.

Отсутствие свободных инвестиционных ресурсов и спроса на инновационную продукцию со стороны госкорпораций создают критические риски для малых и средних инновационных предприятий.

При разработке ДК «Аэроспейснет» принята гипотеза, что к 2025 г. нормативы денежного предложения будут доведены до уровня, характерного хотя бы для стран со средним уровнем развития, а структурная политика государства будет направлена на поощрение частных инновационных предприятий.

5.4 Нормативные и инфраструктурные риски

Нормативные риски изложены в ЗДК «Аэронет», они состоят в том, что реализация намеченных планов по устранению нормативных барьеров лишь в малой степени зависит от деятельности РГ «Аэронет».

Инфраструктурные риски состоят в том, что сегодня сложившиеся в институтах развития способы финансирования мероприятий в рамках дорожных карт НТИ не предусматривают финансирования мероприятий по преодолению инфраструктурных барьеров.

Не имея возможности самостоятельно устранить или снизить данные риски, РГ «Аэронет» предпринимает на постоянной основе усилия по разработке новых документов, нормативных актов, а также описанию имеющихся инфраструктурных потребностей и доведении их до ответственных ФОИВ. Соответствующие мероприятия отражены в планах мероприятий ДК и ЗДК «Аэронет».

III. План реализации дорожной карты

№	Основные направления плана мероприятий	Срок начала реализации	Срок окончания реализации	Значимые контрольные результаты реализации плана мероприятий («дорожной карты»)	Ожидаемый результат	Исполнители
I. Создание, развитие и продвижение передовых технологий, продуктов и услуг, обеспечивающих приоритетные позиции российских компаний на формируемых глобальных рынках						
1.1	БАС и авиаработы	I кв. 2020 г.	IV кв. 2025 г.	1.1.1 Запущены проекты транспортных БВС «Трансформер/Аэротакси/Аэрогазель» - I кв. 2020 г.	Продемонстрированы первые летные экземпляры почтовых и транспортных БВС с вертикальным взлетом и посадкой; транспортных БВС с укороченными взлетом и посадкой для региональных перевозок; БАС для работы в сложных погодных условиях, условиях обледенения, в горах, над прибрежными акваториями, групповые БАС для контроля и мониторинга протяженных	Минпромторг, Минтранс, Минобрнауки, Ростехнологии, Фонд НТИ, Фонд содействия инновациям, Участники Аэроспейснет
			1.1.2 Разработаны масштабируемые интегрированные платформы БРЭО, на их основе налажено производство изделий и комплектующих - IV кв.2023 г.			
			1.1.3 Разработаны технологии «роя» микро-БВС для обработки полей и лесов, связи, поиска и спасания, контроля и мониторинга инфраструктуры - IV кв.2022 г.			
			1.1.4 Разработана масштабируемая модульная платформа распределенных силовых установок - IV кв.2024 г.			

				1.1.5 На основе платформенных решений разработаны пилотные проекты - IV кв.2025 г.	инфраструктурных объектов и С/Х работ.	
				1.1.6 Разработаны технологии комплексного мониторинга природных сред и инфраструктуры, поиска и спасания, геологоразведки на базе БВС среднего класса вертолетного типа и целевой нагрузки оптического, инфракрасного и радиолокационного диапазона - IV кв.2024 г.		
				1.1.7 Созданы сервисные компании по оказанию услуг на удаленных территориях с применением специализированной целевой нагрузки - IV кв.2024 г.		
1.2	Коммерческая космонавтика	I кв. 2020 г.	IV кв. 2025 г.	1.2.1 Выполнен междисциплинарный анализ, выбраны направления исследований СЛРН, выполнен сравнительный анализ вариантов СЛРН: классической двухступенчатой с «дешевой» вытеснительной подачей топлива и детонационным двигателем против «высокотехнологичной» СЛРН с высоким массовым совершенством, электронасосными ЖРД и соплами типа «Аэроспайк» - IV кв. 2021 г.	Критические технологии разработаны и переведены в стадию коммерциализации, продемонстрированы опытные образцы малой спутниковой платформы низкоорбитальных МКА, широкодиапазонного ракетного двигателя, электронасосного ЖРД,	ГК Роскосмос, Минобрнауки, Минтранс, Фонд НТИ, Фонд содействия инновациям, Участники Аэропейснет

				1.2.2 Разработаны и испытаны ключевые технологии широкодиапазонного двигателя и электронасосного ЖРД для первой ступени СЛРН грузоподъемностью до 250 кг (при выведении на 500 км орбиту) и возможностью оперативного старта по требованию - IV кв. 2024 г.	сверхлегкой ракеты-носителя, орбитального буксира на базе электроракетных технологий, космической системы связи с большой пропускной способностью, системы разведения МКА по орбитам при кластерном запуске, собраны предварительные заказы на пусковые услуги, кластерные пуски с предоставлением услуг орбитального буксира; пуски суборбитальных КА; услуги связи, ДЗЗ, космического интернета.	
				1.2.3 Разработаны и испытаны ключевые технологии широкодиапазонного ракетного двигателя и электронасосного ЖРД для полетов в верхних слоях атмосферы (вторая ступень СЛРН) и в условиях ближнего космоса (разгонный блок) - IV кв. 2024 г.		
				1.2.4 Разработаны и испытаны электроракетные и/или плазменные и/или ионные двигатели, ключевые компоненты и подсистемы для космических буксиров на основе электроракетных технологий - IV кв. 2023 г.		
				1.2.5 Разработаны и испытаны ключевые компоненты и подсистемы для масштабируемой спутниковой платформы для низкоорбитальных МКА массой до 250 кг - IV кв. 2023 г.		
1.3	ГеоХаб	I кв. 2020 г.	IV кв. 2025 г.	1.3.1 Создана облачная геоинформационная платформа «ГеоХаб» - IV кв. 2021 г.		

				1.3.2 Выполнен межрегиональный пилотный проект «Цифровая модель управления ресурсами, цифровой регион, цифровая платформа ГеоХаб» - IV кв. 2023 г.	систем к цифровой облачной платформе «ГеоХаб» для поддержки аналитических решений на основе данных, поступающих с МКА ДЗЗ и БАС.	НТИ, Фонд содействия инновациям, Участники Аэропейснет
			1.3.3 Разработаны прототипы комплексных аналитических решений на основе геоданных - IV кв. 2024 г.			
			1.3.4 Выполнена интеграция перспективных БАС, МКА с платформой «ГеоХаб» - IV кв. 2025 г.			
1.4	Интеграция БВС	I кв. 2020 г.	IV кв. 2025 г.	1.4.1 Разработана система предупреждения столкновений в воздухе	Разработана система предупреждения столкновений в воздухе бортового и наземного базирования для различных типов БВС. Разработана стандартизованная линия контроля и управления БВС. Созданы пилотные зоны для отработки новых аэронавигационных технологий. Создана система инфор-	Минпромторг, Минтранс, Минобрнауки, Ростехнологии, Фонд НТИ, Фонд содействия инновациям, Участники Аэропейснет, отраслевые организации, НИЦ Жуковского, ГосНИИ ГА
			1.4.2 Разработана линия контроля и управления БВС			
			1.4.3 Созданы пилотные зоны для верификации и валидации технологий, проведения сертификационных испытаний.			
			1.4.4. Создана система информационного обеспечения полетов беспилотных воздушных судов (RUTM1)			

				<p>1.4.5 Разработана перспективная система связи/навигации/наблюдения (CNS) для интеграции БВС</p>	<p>мационного обеспечения полетов беспилотных воздушных судов на основе базовых (фундаментальных) сервисов по наблюдению, ситуационной осведомленности и избегания конфликтов, как элемента инфраструктуры, предоставляющего возможность интеграции беспилотной и пилотируемой авиации в единое воздушное пространство, способствующего развитию отрасли, предпринимательства на рынке БВС. Реализована первая фаза начальных сервисов обеспечения безопасных и эффективных полетов БВС.</p> <p>Обеспечена возможность интеграции большого числа БВС в воздушное пространство РФ.</p>	
<p>II. Поэтапное совершенствование нормативной правовой базы в целях устранения барьеров для использования передовых технологических решений и создания системы стимулов для их внедрения</p>						

2.1	БАС и авиаработы	I кв. 2020 г.	IV кв. 2025 г.	2.1.1 Сняты барьеры для эксплуатации БВС на высотах ниже 150 м, а также в выделенных для них зонах - IV кв 2022 г.	План мероприятий по совершенствованию законодательства в области Аэрспейснет выполнен полностью, БАС интегрированы в общее воздушное пространство	Минтранс, участники Аэрспейснет, НИЦ Жуковского, РГ Аэронет по законодательству, АНО «Аналитический центр Аэронет»
			2.1.2 Сняты барьеры для БВС легче 30 кг - IV кв 2023 г.			
			2.1.3 Сняты барьеры для БВС всех классов - IV кв 2025 г.			
			2.1.4 Разработаны нормы летной годности, положения, необходимые для разработки, валидации и сертификации БАС - IV кв 2023 г.			
2.2	Коммерческая космонавтика	I кв. 2020 г.	IV кв. 2025 г.	2.2.1 Внесены необходимые изменения в Положение о лицензировании космической деятельности - IV кв 2023 г.	Достигнуто дерегулирование космической деятельности, устранены пробелы в законодательстве, устранены барьеры для космической деятельности частных фирм, распространено на космическую деятельность государственно-частное партнерство (ГЧП)	ГК Роскосмос, участники Аэрспейснет, АНО «Аналитический центр Аэронет»
			2.2.2 Разработано Положение НО-МКА-17, учитывающее Коммерческую космонавтику.			
			2.2.3 Устранены барьеры для космических запусков вне существующих космодромов - IV кв 2023 г.			
			2.2.4 Внесены необходимые изменения в систему сертификации и контроля порядка создания и использования космической техники (РК-11-КТ, НА-99)			
2.3	ГеоХаб	I кв. 2020 г.	IV кв. 2025 г.	2.3.1 Внесены необходимые изменения в Закон РФ «О государственной тайне» - IV кв 2021 г.	Упрощен доступ к пространственным данным, юридическим и	

				2.3.2 Разработаны поправки к Приказу Минэкономразвития России от 25.07.2014 N 456-деп - IV кв 2021 г.	физическим лицам. Материалы аэрофотосъемки исключены из перечня объектов, составляющих государственную тайну. Сняты ограничения в использовании материалов аэрофотосъемки.	
				2.3.3 Устранены барьеры для использования БАС для целей аэрофотосъемки - IV кв 2023 г.		
III. Совершенствование системы образования для обеспечения перспективных кадровых потребностей динамично развивающихся компаний, научных и творческих коллективов, участвующих в создании новых глобальных рынков						
3.1	БАС и авиаработы	I кв. 2020 г.	IV кв. 2025 г.	3.1.1 В трех университетах запущены инжиниринговые центры по направлению «Аэроспейснет» - IV кв 2021 г.	Завершено создание системы подготовки кадров, способной к самовоспроизводству и разработке на постоянной основе критических и прорывных технологий, необходимых для создания и вывода на международный рынок глобальных продуктов.	Минобрнауки, Университеты, Участники Аэроспейснет, АНО «Аналитический центр Аэронет»
				3.1.2 Запущены научно-образовательные программы в пяти лабораториях Аэроспейснет при университетах - IV кв 2022 г.		
				3.1.3 Завершено формирование сети научно-образовательных центров, лабораторий и инжиниринговых центров по всем направлениям разработки передовых технологий, продуктов и услуг, преодолению выявленных ТБ - IV кв 2025 г.		

3.2	Коммерческая космонавтика	I кв. 2020 г.	IV кв. 2025 г.	3.2.1 Собрана кооперация университетов и промышленных партнеров для преодоления технологических барьеров и разработки критических технологий в области электроракетных и/или плазменных и/или ионных двигателей нового поколения.	Завершено создание тематики исследований, объединяющей лучшие и наиболее приоритетные компетенции российских университетов, позволяющие обеспечить вывод на глобальный рынок конкурентоспособных инновационных продуктов.	ГК Роскосмос, Минобрнауки, Университеты, Участники Аэропейснет
			3.2.2 Собрана кооперация университетов и промышленных партнеров для преодоления технологических барьеров и разработки критических технологий в области СЛРН и широкодиапазонных двигателей.			
			3.2.3 Собрана кооперация университетов и промышленных партнеров для преодоления технологических барьеров и разработки критических технологий в области масштабируемой спутниковой платформы для низкоорбитальных МКА, межорбитальных буксиров, средств разведения МКА по орбитам при кластерном запуске.			

				3.2.4 Собрана кооперация университетов и промышленных партнеров для преодоления технологических барьеров и разработки критических технологий в области систем космической связи с большой пропускной способностью, включая оптические системы связи, космический интернет и интернет вещей, включая разработку компонентной базы, полупроводниковых кристаллов и гетероструктур.		
3.3	ГеоХаб	I кв. 2020 г.	IV кв. 2025 г.	3.3.1 В пяти университетах запущены центры компетенций и развития по направлению «ГеоХаб» - IV кв 2021 г.	Завершено формирование сети научно-образовательных центров по всем направлениям разработки передовых технологий, продуктов и услуг, преодолению выявленных ТБ.	
				3.3.2 Запущены научно-образовательные программы по направлению «ГеоХаб» в университетах, осуществляющих подготовку по направлениям: «Картография и геоинформатика» (05.03.03) и «Информационные системы и технологии» (09.03.02) - IV кв 2022 г.		
IV. Развитие системы профессиональных сообществ и популяризации НТИ						
4.1	БАС и авиаработы	I кв. 2020 г.	IV кв. 2025 г.	Создано сетевое сообщество «Аэронет» в виде экспертной Ассоциации, объединяющей научно-образовательное и прикладное направление развития технологий Аэронет, осуществляется экспертная поддержка проектов Кружкового движения НТИ - IV кв 2021 г.	Завершено создание сетевых сообществ по основным направлениям Аэро-спейснет-НТИ, которые поддерживают научно-образовательную деятельность, направленную на	Участники Аэронет, АНО «Аналитический центр Аэронет»

4.2	Коммерческая космонавтика	I кв. 2020 г.	IV кв. 2025 г.	Создано сетевое сообщество «Спейснет» в виде экспертной Ассоциации, объединяющей научно-образовательное и прикладное направление развития технологий Спейснет, осуществляется экспертная поддержка проектов Кружкового движения НТИ - IV кв 2021 г.	развитие профессионального сообщества Аэро-спейснет и его популяризацию.	
4.3	ГеоХаб	I кв. 2020 г.	IV кв. 2025 г.	Создано сетевое сообщество «ГеоХаб» в виде экспертной Ассоциации, объединяющей научно-образовательное и прикладное направление развития технологий ГИС и ДЗЗ, осуществляется экспертная поддержка проектов Кружкового движения НТИ - IV кв 2021 г.		
V. Организационно-техническая и экспертно-аналитическая поддержка, информационное обеспечение НТИ						
5.1	БАС и авиаработы	I кв. 2020 г.	IV кв. 2021 г.	Сформированы экспертные советы для институтов развития, поддерживающих проекты Аэроспейснет - IV кв 2021 г.	При Аналитическом центре «Аэронет» создан методический центр в ранге Национальной лаборатории, осуществляющий научно-технические, патентные, законодательные, прогностические исследования в области БАС/БВС/МКА/СЛРН и услуг на их основе.	АНО «Аналитический центр Аэронет»
5.2	Коммерческая космонавтика	I кв. 2020 г.	IV кв. 2021 г.	Сформированы экспертные советы для институтов развития, поддерживающих проекты Аэроспейснет - IV кв 2021 г.		
5.3	ГеоХаб	I кв. 2020 г.	IV кв. 2021 г.	Сформированы экспертные советы для институтов развития, поддерживающих проекты Аэроспейснет - IV кв 2021 г.		

5.4	Интеграция БВС	I кв. 2020 г.	IV кв. 2021 г.	Сформированы экспертные советы для институтов развития, поддерживающих проекты Аэроспейснет - IV кв 2021 г.		
-----	-------------------	---------------------	-------------------	---	--	--

IV. Финансовый план реализации «дорожной карты» на 2020-2022 год

Лимиты финансового обеспечения и структура финансирования по направлениям реализации плана мероприятий («дорожной карты»)

(тыс. рублей)

№	Направление	2020 г.		2021 г.		2022 г.		Итого
		Оценка объема финансового обеспечения с привлечением средств из федерального бюджета	Средства внебюджетных источников	Оценка объема финансового обеспечения с привлечением средств из федерального бюджета	Средства внебюджетных источников	Оценка объема финансового обеспечения с привлечением средств из федерального бюджета	Средства внебюджетных источников	
	Создание, развитие и продвижение передовых технологий, продуктов и услуг, обеспечивающих приоритетные позиции российских компаний на формируемых глобальных рынках	1 610 000	483 000	4 550 500	1 365 000	8 960 000	2 688 000	19 656 000

№	Направление	2020 г.		2021 г.		2022 г.		Итого
		Оценка объема финансового обеспечения с привлечением средств из федерального бюджета	Средства внебюджетных источников	Оценка объема финансового обеспечения с привлечением средств из федерального бюджета	Средства внебюджетных источников	Оценка объема финансового обеспечения с привлечением средств из федерального бюджета	Средства внебюджетных источников	
	Поэтапное совершенствование нормативной правовой базы с целью устранения барьеров для использования передовых технологических решений и создания системы стимулов для их внедрения	97 000	0	273 000	0	537 500	0	907 500

№	Направление	2020 г.		2021 г.		2022 г.		Итого
		Оценка объема финансового обеспечения с привлечением средств из федерального бюджета	Средства внебюджетных источников	Оценка объема финансового обеспечения с привлечением средств из федерального бюджета	Средства внебюджетных источников	Оценка объема финансового обеспечения с привлечением средств из федерального бюджета	Средства внебюджетных источников	
	Совершенствование системы образования для обеспечения перспективных кадровых потребностей динамично развивающихся компаний, научных и творческих коллективов, участвующих в создании новых глобальных рынков	248 000	74 000	702 000	211 000	1 382 500	414 500	3 032 000

№	Направление	2020 г.		2021 г.		2022 г.		Итого
		Оценка объема финансового обеспечения с привлечением средств из федерального бюджета	Средства внебюджетных источников	Оценка объема финансового обеспечения с привлечением средств из федерального бюджета	Средства внебюджетных источников	Оценка объема финансового обеспечения с привлечением средств из федерального бюджета	Средства внебюджетных источников	
	Развитие системы профессиональных сообществ и популяризация Национальной технологической инициативы	179 000	53 500	507 000	152 000	998 500	299 500	2 189 500
	Организационно-техническая и экспертно-методическая поддержка, информационное обеспечение Национальной технологической инициативы	166 000	50 000	468 000	140 000	921 500	276 500	2 022 000

№	Направление	2020 г.		2021 г.		2022 г.		Итого
		Оценка объема финансового обеспечения с привлечением средств из федерального бюджета	Средства внебюджетных источников	Оценка объема финансового обеспечения с привлечением средств из федерального бюджета	Средства внебюджетных источников	Оценка объема финансового обеспечения с привлечением средств из федерального бюджета	Средства внебюджетных источников	
Итого по источникам:		2 300 000	660 500	6 500 000	1 868 000	12 800 000	3 678 000	27 806 500

