

**Автономная некоммерческая организация дополнительного образования
«Научно-образовательный центр МГТУ им. Н.Э. Баумана»**

**РЫНОЧНЫЙ ОБЗОР И ФОРМИРОВАНИЕ ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО
РАЗРАБОТКЕ МКА ДЛЯ СОЗДАНИЯ КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМ
С ЦЕЛЬЮ РЕШЕНИЯ ПРИКЛАДНЫХ ЗАДАЧ**

Москва 2022

СПИСОК ИСПОЛНИТЕЛЕЙ

Ответственный исполнитель	А.В. Яковлева
Эксперт	Р.Ю. Жиц
Нормоконтроль	В.О. Осипков

РЕФЕРАТ

Отчёт 87 с. 8 рис., 3 табл., 27 источн.

РЫНОК КОСМИЧЕСКИХ УСЛУГ, МАЛЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ, НАЦИОНАЛЬНАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ИНИЦИАТИВА, АЭРОНЕТ

Целью данной работы являлся аналитический обзор рынка космических услуг и анализ рыночных потребностей, которые могут быть реализованы с помощью космических систем на базе МКА массой от 50 до 250 кг с целью решения прикладных задач, в том числе, и в рамках реализации проекта Национальной технологической инициативы.

Для выполнения работы использовалась информация из открытых источников.

В ходе выполнения работы получены следующие результаты:

1) Проведён анализ рынка космических услуг, структуры формирования рынков космических услуг, ключевых сегментов;

2) Проведён обзор группы современных МКА массой от 50 до 250 кг с целью представления круга целевых задач для оказания услуг в перспективных направлениях. Представлены тенденции развития этих направлений.

3) Сформированы предложения по созданию МКА массой до 250 кг для космической системы по обеспечению связи для беспилотных воздушных судов (БВС).

4) Сформированы предложения по построению космических систем на базе МКА массой до 250 кг и комплексных аэрокосмических систем МКА и БВС.

5) Сформированы предложения по созданию технологических МКА массой до 100 кг для космической системы с целью отработки и продвижения технологий, заложенных в «дорожных картах» Национальной технологической инициативы (НТИ).

б) Определены подходы к реализации проектов, даны предложения по формированию требований к кооперации и оценке стоимости проектов.

Полученные результаты могут быть использованы для формирования предложений по созданию национальных МКА массами от 50 до 100 кг и до 250 кг (составных частей космических систем), которые, с одной стороны, могут стать потенциальной полезной нагрузкой для ракеты-носителя (транспортной системы), разрабатываемой в рамках конкурса АНО «ЦЕНТР «АЭРОНЕТ», с другой, на их основе могут создаваться национальные аэрокосмические системы, которые будут решать целевые задачи в интересах РФ, в том числе, в рамках реализации «дорожных карт» НТИ и других форм частно-государственного партнёрства.

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	6
1 Космическая деятельность и космические услуги	10
2 Сегментация рынка малых спутников	19
2.1 Текущее состояние космического рынка МКА. Обзор групп современных МКА массой от 50 до 250 кг, запущенных в период с 2015- 2021 гг.....	20
3 Тенденции развития сегмента по производству спутников и их составных частей.....	41
4 Модели развития космических программ (систем) в мире и дистрибуции данных	44
4.1 Модели развития космических программ	44
4.2 Дистрибуция спутниковых данных.....	47
5 Тенденции (перспективы) развития космического рынка.....	49
5.1 Рынок дистанционного зондирования Земли	49
5.2 Рынок пусковых услуг (производство ракетополетов транспортных систем сверхлёгкого класса)	55
5.3 Рынок спутниковой связи	57
6 Предложения по разработке и созданию малых космических аппаратов ...	62
7 Подходы к реализации проектов, предложения по формированию требований к кооперации и оценке стоимости	74
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	82
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ	85

ВВЕДЕНИЕ

Бурное развитие мирового космического рынка привело к тому, что объемы продаж продукции, технологий, услуг и коммерческой космической деятельности исчисляются сегодня сотнями миллиардов долларов США. Постоянно развивающимися сегментами космического рынка являются телекоммуникация, навигация и дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ).

Космические услуги, как новый вид наукоёмких услуг, появились в результате переориентации использования ракетно- космических средств и систем, ранее нацеленных на решение задач оборонного и чисто научного характера. В итоге интеграционных мероприятий и внедрения многих научно-технических решений появились уникальные возможности использования упомянутых систем и средств для удовлетворения потребностей производственного и социально-экономического характера отдельных регионов, организаций и частных лиц.

Общий объем рынка мировой космической индустрии в 2020 году, по данным международной Euroconsult, составил \$385 млрд. На долю частного сектора уже приходится более 80% рынка. При этом подавляющую часть доходов отрасли обеспечивают спутниковая навигация и связь — 58% и 34%, соответственно. Под влиянием растущих потребностей развития цифровых технологий на Земле эти два направления будут и дальше драйверами космической индустрии. Для цифровой трансформации необходимы данные, получаемые и передаваемые с помощью космических аппаратов.

Благодаря научным, инженерно-техническим и технологическим решениям в мире наблюдается заметное снижение массы оборудования полезных нагрузок КА (целевой аппаратуры), служебных систем КА при увеличении сроков их активной работы. Кроме того, с развитием технологий, например навигации, спутниковой связи, мониторинга и ДЗЗ, методов сжатия информации и оптимизации процессов ее передачи появилась возможность

ретрансляции большого объема информации с помощью малых космических аппаратов (МКА).

Появляется возможность, находясь в рамках ограниченного финансирования, сроков реализации проекта создать и вывести на орбиту вместо одного большого КА группировку малых космических аппаратов, предназначенных для решения общей задачи. Применение таких группировок позволяет сделать скачок в качестве услуг, предоставляемых космическими средствами, значительно повышая оперативность этих услуг за счет уменьшения сроков разработки и создания МКА.

Ожидается, что мировой рынок малых спутников будет расти за счет увеличения инноваций, снижения затрат на запуск и развития технологий автоматизации. Малые спутники предлагают совершенно новые конструкции для широкого спектра космических операций с потенциалом экспоненциальных скачков в трансформационных исследованиях благодаря технологическим инновациям. Например, в январе 2021 года компания SpaceX запустила ракету Falcon 9 со 143 небольшими спутниками с мыса Канаверал. Развитие многоразовых ракетных технологий снизило стоимость услуг по запуску, позволив большему количеству людей во всем мире использовать информацию с небольших спутников.

Сегодня на первый план выходит коммерциализация космоса. Это требует снижения затрат на этапе наземной экспериментальной отработки изделий, сокращения объемов этой отработки, отказ от всего «штучного» и переход к конвейерному производству. Такой подход оптимален при создании МКА.

В настоящий момент малые космические аппараты зачастую выводятся на орбиту в виде попутного груза (подсадка к штатным КА), так как запуск МКА мощной ракетой-носителем (РН) экономически не выгоден. Это означает привязку к орбите функционирования штатно запускаемых космических аппаратов, что ограничивает функционал МКА и уменьшает его возможности.

В свою очередь, уменьшение массы КА позволяет применить для их выведения РН легкого класса. Возможно использование РН среднего и тяжелого классов для целевого кластерного запуска большого количества МКА, что увеличивает количество выводимых МКА в год, а, следовательно, способствует росту орбитальной группировки, состоящей из небольших спутников.

Началом эффективного (в первую очередь временного, стоимостного и качественного параметров) создания МКА различного целевого назначения должны стать концептуальные решения и технологии. К ним относится проектирование спутников на основе высоконадежной промышленной платформы модульного исполнения с использованием бортовой аппаратуры собственного производства. Особенностью данной платформы является то, что её базовая часть может использоваться для создания спутников ДЗЗ, связи, технологических, научных. При этом изменения касаются лишь специальной части (в зависимости от типа МКА).

Использование модульного принципа построения позволяет снизить затраты, повысить качество продукции, упростить производство космических платформ и МКА и перевести его на более высокий технологический уровень. Становится возможным использование элементов «конвейерного производства», где составные части платформы единожды квалифицированы и поставляются на заключительную сборку изделия. Таким образом, в космической отрасли реализуются подходы «бережливого производства».

В мировой космонавтике складывается тенденция передачи производства МКА, их составных частей и отработки технологий малым частным компаниям. Такой подход способствует снижению имиджевых рисков и технологических затрат крупных предприятий при отработке инновационных решений. Учитывая финансово-организационную структуру малых предприятий, реализация именно таких проектов становится гибкой и экономически выгодной, даёт возможность оперативно вносить изменения в технологические и производственные процессы.

Целью данной работы является обзор рынка комических услуг и анализ рыночных потребностей, которые могут быть реализованы с помощью космических систем на базе МКА массой от 50 до 250 кг для решения прикладных задач, в том числе и в рамках реализации проекта Национальной технологической инициативы.

Задачей является выдача предложений по созданию национальных МКА массой от 50 до 100 кг и до 250 кг (составных частей космических систем), которые, с одной стороны, могут стать потенциальной полезной нагрузкой для ракеты-носителя (транспортной системы), разрабатываемой в рамках конкурса АНО «ЦЕНТР «АЭРОНЕТ», с другой, на их основе могут создаваться национальные аэрокосмические системы, которые будут решать целевые задачи в интересах РФ, в том числе в рамках реализации «дорожных карт» НТИ и других форм частно-государственного партнёрства.

1 Космическая деятельность и космические услуги

В соответствии с Законом Российской Федерации "О космической деятельности" от 20 августа 1993 №5663 (в ред. от 11 июня 2021 г.) космическая деятельность включает в себя создание (в том числе разработку, изготовление и испытания), использование (эксплуатацию) космической техники, космических материалов и космических технологий и оказание иных связанных с космической деятельностью услуг, а также использование результатов космической деятельности и международное сотрудничество Российской Федерации в области исследования и использования космического пространства.

К основным направлениям космической деятельности относятся:

- научные космические исследования;
- использование космической техники для связи, телевизионного и радиовещания;
- дистанционное зондирование Земли из космоса, включая экологический мониторинг и метеорологию;
- инфраструктуру сферы создания и использования космических услуг.

Президентом РФ 14 января 2014 г. Указом № Пр-51 утверждены «Основы государственной политики в области использования результатов космической деятельности в интересах модернизации экономики Российской Федерации и развития ее регионов на период до 2030 года» (далее – «Основы»).

«Основами» определяются государственные интересы, принципы, цель, приоритеты, задачи и этапы реализации политики.

К интересам, в частности, относятся развитие высокотехнологичных и наукоемких секторов экономики, развитие внутреннего рынка космических продуктов и услуг, вхождение российских предприятий в число ведущих участников соответствующего мирового рынка.

В документе даётся определение понятиям «космический продукт», «космическая услуга» и «результаты космической деятельности» (РКД).

«Космический продукт - материальный объект, программно-аппаратный комплекс, информационные продукт или система, в процессе создания, эксплуатации или функционирования которых результаты космической деятельности обеспечивают преимущественный вклад в их потребительскую ценность.

Космическая услуга - услуга, при предоставлении которой результаты космической деятельности обеспечивают преимущественный вклад в ее потребительскую ценность.

Результаты космической деятельности - продукты и услуги, создаваемые в процессе космической деятельности» [1].

Целеполагание деятельности по реализации отдельных направлений проектов НТИ предлагается определять с учётом обозначенных в обсуждаемом документе Приоритетов государственной политики в области использования РКД, к которым относятся:

а) гарантированное удовлетворение потребностей органов исполнительной власти в космических продуктах и услугах;

б) совершенствование нормативно-правовой базы в интересах ускорения создания и повышения эффективности внедрения космических продуктов и услуг;

в) проведение единой технической политики при создании и функционировании элементов инфраструктуры использования результатов космической деятельности в рамках государственных, региональных, ведомственных проектов и программ, проектов и программ органов местного самоуправления и компаний с государственным участием;

г) развитие конкурентоспособного внутреннего рынка космических продуктов и услуг;

д) расширение экспорта российских космических продуктов и услуг;

е) создание системы непрерывного образования в сфере подготовки и повышения квалификации специалистов в области использования результатов космической деятельности.

При планировании своих работ важно понимать ключевые точки, обозначенные в «Основах».

До 2020 г. предусматривалось внедрение отечественных геоинформационных систем и программно-технологических платформ использования РКД в качестве базовых для решения задач государственного и муниципального управления. Планировалось обеспечить широкомасштабное внедрение в транспортном комплексе России отечественных спутниковых навигационных технологий и услуг с использованием системы ГЛОНАСС. Также предполагалось развернуть сеть центров компетенции в сфере использования РКД, других элементов системы подготовки и повышения квалификации специалистов.

До 2025 г. планируется завершить формирование инфраструктуры использования РКД и обеспечить применение последних на всех уровнях государственного и муниципального управления и во всех секторах экономики. Также должны быть созданы условия для интеграции глобальных информационных полей, формируемых с использованием космических средств, для создания на этой основе качественно новых космических продуктов и услуг.

До 2030 г. предусматривается дальнейшее развитие национальной инфраструктуры использования РКД в интересах развития России и укрепления ее позиций на мировом рынке космических продуктов и услуг. Планируется освоить принципиально новые технологии комплексного информационно-навигационного обеспечения и мониторинга, технические средства, программные продукты, перспективные формы и способы создания космических продуктов и оказания космических услуг. Также предполагается создать научно-технологическую основу для дальнейшего развития

инфраструктуры использования РКД в соответствии с потребностями пользователей.

Нужно отметить, что инфраструктура сферы космических услуг является сложной, многогранной системой, которая требует для своего создания значительные материальные и финансовые затраты, высококвалифицированные научные и инженерно-технические кадры; научно-техническую базу, включающую традиционное и специальное оборудование для имитационного моделирования и натурных испытаний, а также стационарные и подвижные авиационные и космические лаборатории, центры и полигоны; информационные базы, включающие комплексы информационно-математического и программного обеспечения, банки (массивы) данных по конструктивно-технологическим решениям, средства и фонды научно-технической информации.

Виды космических услуг, их показатели, свойства, стоимость, пространственная доступность и т.д. в большой степени зависят от технических возможностей и характеристик элементов инфраструктуры космических услуг. В зависимости от решаемых задач по организации (формированию) космических услуг необходимо определить соответствующую оптимальную конфигурацию: ракета-носитель, космический аппарат и целевая аппаратура, наземные центры сбора информации или центры предоставления космических услуг. В настоящее время в составе важнейших компонентов построения инфраструктуры сферы космических услуг можно выделить компоненты, представленные на рисунке 1.



Рисунок 1 - Элементы инфраструктуры сферы создания и использования космических услуг [2]

С экономической точки зрения компоненты инфраструктуры сферы космических услуг представляют собой основные средства производства заранее кем-либо заказанных или выносимых на рынок космических услуг, которые доступны только для заказчика или других потребителей по согласованию с заказчиком.

С точки зрения прав собственности и источников финансирования среди множества космических систем могут быть выделены:

- государственные: в качестве заказчика, инвестора и владельца системы, а кроме того, гаранта закупки оказываемых с ее помощью услуг и необходимых для этого товаров выступает государство в лице своих ведомств;

- коммерческие: инвестирование проекта и инициатива создания космической системы исходит от коммерческого сектора. Коммерческий заказчик является владельцем и по договоренности с государством осуществляет коммерческую эксплуатацию системы. Услуги, оказываемые в процессе функционирования, предлагаются на свободном рынке на общих основаниях наряду с конкурирующими услугами, ориентированными на удовлетворение тех же самых потребностей клиентов. Этот тип систем и соответствующий сектор инфраструктуры космических услуг пока не

является доминирующим, однако в мире развивается очень быстрыми темпами, особенно в США.;

- промежуточные: космические системы создаются, а результаты реализуются в рамках частно-государственного партнерства (например, в случае, когда государство является заказчиком, владельцем и гарантом поддержки системы или субсидирует часть затрат на создание и запуск элементов космических систем, а коммерческий сектор занимается маркетингом, вкладывает собственные средства в создание элементов космических систем или предоставляет космические услуги).

Промежуточные формы существуют, как правило, с одной стороны, на начальном этапе коммерциализации космических систем, когда государство в рамках принятой политики целенаправленно снижает уровень коммерческого риска, а также смягчает действие других негативных для бизнеса факторов с целью привлечения в сферу оказания космических услуг частного капитала, с другой стороны, чтобы снять технологические риски с крупных государственных предприятий, провести оперативную отработку и внедрение новых решений на частных, в том числе малых предприятиях, стартапах.

Рынок космических продуктов и услуг содержит и объединяет в себе два взаимосвязанных сегмента - первичный рынок (рынок конечных пользователей) и вторичный рынок (рынок промышленного назначения).

Можно выделить ряд основных отраслей космического рынка, при этом условно разделить их на сегменты первичного и вторичного рынка.

Услуги первичного космического рынка - это услуги, оказываемые потребителям в процессе целевой эксплуатации космических систем. Данные услуги предназначены для продажи любому заинтересованному в их приобретении лицу - пользователю, потребителю, клиенту. Продажа подобного рода услуг служит источником восполнения затрат на создание и эксплуатацию космических систем, а также средством извлечения прибыли.

Первичный рынок - рынок услуг включает:

- пусковые услуги;
- спутниковые услуги (связь, дистанционное зондирование Земли, технологическая отработка, получение лётной квалификации приборов и т.п.)
- космический туризм;
- космическая добыча полезных ископаемых и энергетика.

Услуги вторичного рынка - это услуги производственного назначения, которые необходимы для создания, развертывания, эксплуатации и утилизации космических систем, являющихся источниками (средствами) производства для первичного рынка. Подобные услуги оказывают научно-исследовательские центры и производственные предприятия ракетно-космической промышленности. Примерами рассматриваемого вида услуг являются услуги научно-исследовательского, опытно-конструкторского, проектного характера. В этот же перечень можно включить услуги, оказываемые в процессе эксплуатации космических систем.

Услуги вторичного рынка не представляют непосредственного интереса для конечных потребителей, могут заказываться компаниями-операторами, государственным и частным сектором, располагающимися между промышленностью и первичным рынком. Затраты на производство вторичных услуг через определенное время окупаются через первичный рынок в процессе коммерческой эксплуатации космических систем.

Вторичный рынок - источник услуг первичного рынка (инструменты для оказания услуг) включает:

- производство транспортных систем, средств выведения, движения спутников, а также услуги, оказываемые в процессе эксплуатации транспортных систем;
- производство спутников и их составных частей;
- производство наземного оборудования и т.п.

На рисунке 2 представлен вариант классификации рынка космических услуг.

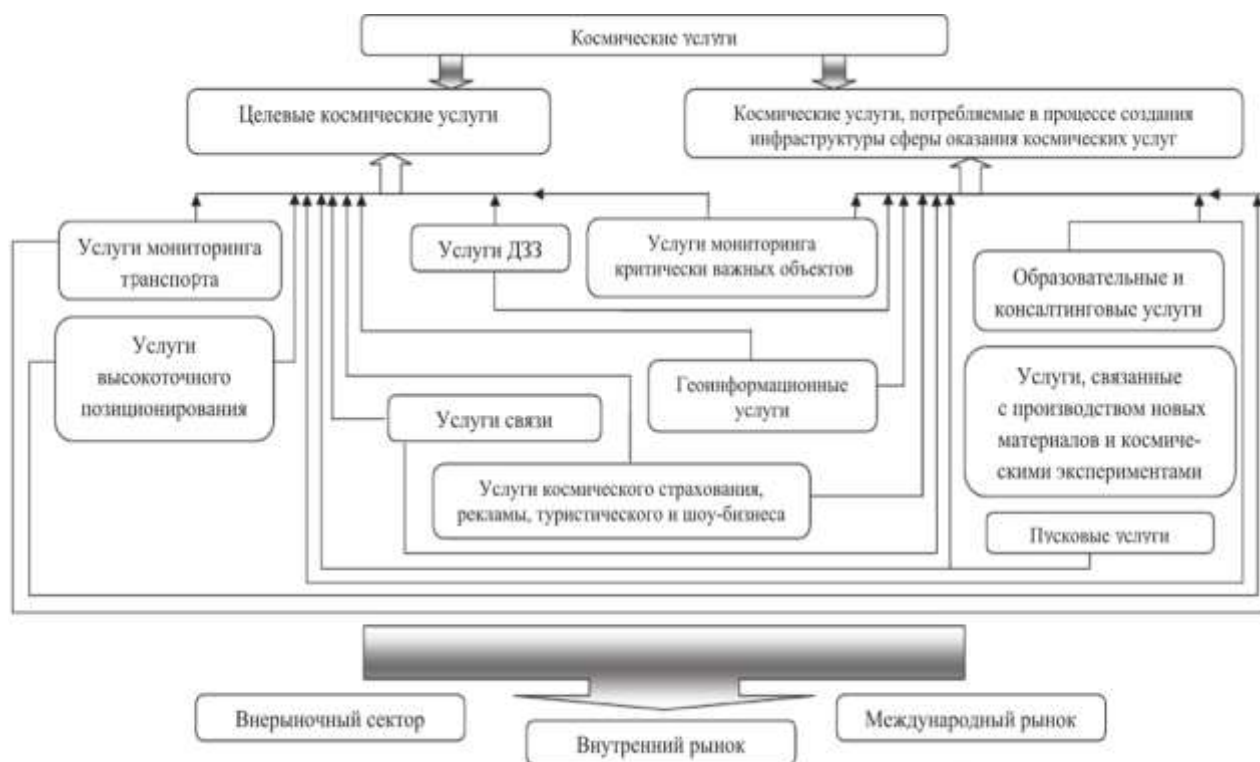


Рисунок 2 - Вариант классификации видов космических услуг [2]

Доля мирового рынка по сегментам распределяется таким образом, что большая часть приходится на услуги (сервисы) и разработку наземного сегмента, и меньшая доля на пусковую индустрию и создание самих спутников (смотри рисунок 3).



Рисунок 3 - Суммарный доход мировой спутниковой индустрии, млрд долл. (2018 год)

На рисунке 4 представлены доли участников на рынке коммерческих запусков спутников в 2010-2018 гг., что было обозначено в докладе Тима Хьюза перед комитетом по торговле, науке и технологий США. Прослеживается тенденция снижения доли России на рынке. Это определяет необходимость создания и развития отечественного космического сегмента услуг.

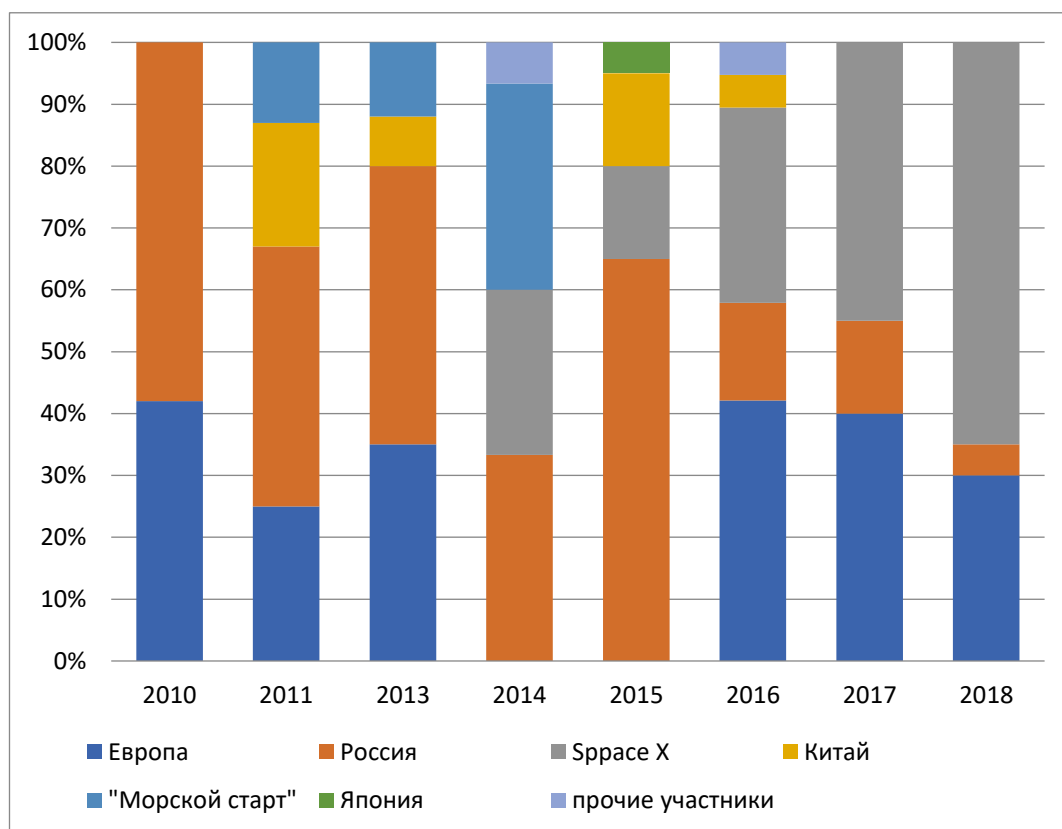


Рисунок 4 – Доля участников на рынке запусков спутников

2 Сегментация рынка малых спутников

В соответствии с ГОСТ Р 53802-2010 «Системы и комплексы космические. Термины и определения», малым космическим аппаратом называется космический аппарат массой менее 1000 кг. Малые космические аппараты в общем случае могут подразделяться по массе на следующие группы: собственно, малые космические аппараты (массой от 100 до 1000 кг), космические мини-аппараты (массой от 1 до 100 кг), космические микроаппараты (массой от 1 до 10 кг), космические пикоаппараты (массой менее 1 кг).

По типу рынок малых спутников делится на миниспутник, микроспутник, наноспутник и другие. По применению он классифицируется на наблюдение Земли и дистанционное зондирование, спутниковую связь, науку и исследования, картографирование и навигацию, космическое наблюдение и другие. По конечному потребителю он делится на коммерческий, академический, правительственный и военный и другие. В региональном разрезе рынок анализируется в Северной Америке, Европе, Азиатско-Тихоокеанском регионе и LAMEA.

Ключевыми мировыми игроками, работающими на рынке малых спутников, являются Airbus S.A.S., GomSpace, L3Harris Technologies, Inc., Lockheed Martin Corporation, Northrop Grumman Corporation, Planet Labs Inc., Sierra Nevada Corporation, Thales Group, Aerospace Corporation и The Boeing Company.

2.1 Текущее состояние космического рынка МКА. Обзор групп современных МКА массой от 50 до 250 кг, запущенных в период 2015-2021 гг.

Пристальное внимание мировых производителей к снижению стоимости МКА способствовало внедрению малых спутников для предоставления передовых услуг, таких как широкополосный интернет, спутниковое телевидение, ДЗЗ, отработка технологий и другие. Небольшие спутники могут быть построены с использованием многоразовых и недорогих аппаратных компонентов и технологий.

Обзор групп современных МКА массой от 50 до 250 кг, запущенных в период 2015-2021 гг. с целью представления круга целевых задач для оказания услуг и отработки перспективных направлений, представлен в таблице 1. В таблице представлена информация по следующим параметрам: наименование МКА (системы), основные функции, состав полезной нагрузки, отбита (НОО - низкая околоземная орбита; ССО - солнечно-синхронная орбита), год запуска, страна-производитель и ракета-носитель.

По итогам проведённого обзора, запущенных в мире МКА массой от 50 до 250 кг в период с 2015 по 2021 гг., можно отметить, что основной целью запуска таких спутников является в первую очередь отработка технологий, апробация технических решений.

Кроме этого, решаются задачи получения и передачи информации (AIS, IoT и т.п.), радиолобительского сигнала.

Большую часть составляют спутники дистанционного зондирования Земли, включая отработку технологий, оборудования.

Достаточное значение отводится образовательным, научным, технологическим проектам.

На рисунке 5 определена доля запущенных в мире МКА массой от 50 до 250 кг.

На диаграмме видно, что лидерами являются США, Китай и Великобритания.

Значительно продвинулась за последние годы Финляндия, четвёртое место в рейтинге занимает Япония.

Соотношение направлений в мире в период 2015-2022 гг. по назначению (решаемым задачам), без учёта общего количества запусков МКА (кол-во в группировке) представлено на рисунке 6.

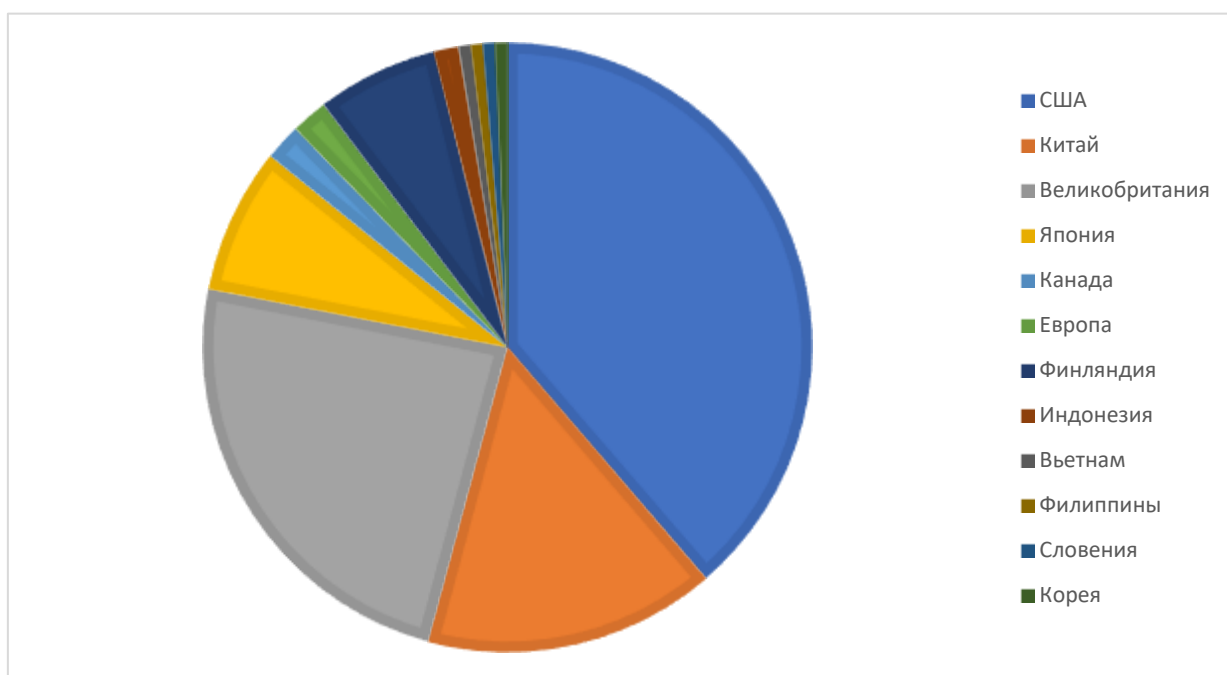


Рисунок 5 - Доля запущенных в мире МКА массой от 50 до 250 кг в период 2015-2021 гг. по странам

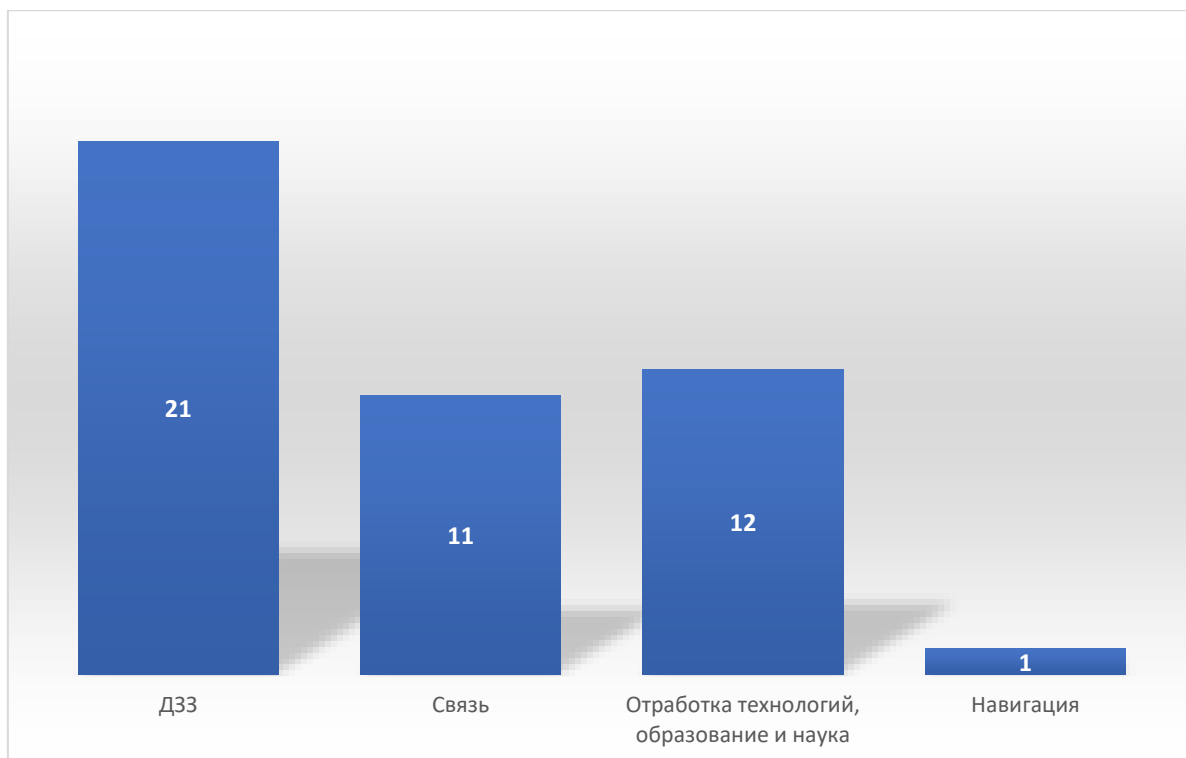


Рисунок 6 - Соотношение направлений в мире за 2015-2021 гг. по назначению (решаемым задачам), без учёта общего количества запусков МКА (кол-ва в группировке)

Таблица 1- Обзор групп современных МКА массой от 50 до 250 кг с целью представления круга целевых задач для оказания услуг и отработки перспективных направлений

№	Наименование МКА (группировки)	Масса МКА, кг	Назначение, целевая задача (полезная нагрузка)	Орбита	Год запуска	Страна производитель, ракетоноситель
1	ChubuSat 2 ChubuSat 3	50	Научный, технологический 1) Наблюдение за излучением радиации Солнца и Земли с помощью детектора излучения 2) Фотографирование Земли и космического мусора с помощью инфракрасной камеры 3) Передача сообщений в любительском режиме. Полезная нагрузка: 1) Детектор излучения (RD): (фиксация нейтронного и гамма-излучений), 2) Инфракрасная камера, 3) Радиолюбительская антенна и антенна S-диапазона, 4. AIS-приемник.	НОО	2016	Япония / Университет Нагоя, H2A202
2	Zhuhai-1 (1 из 2)	50	Технологический, ДЗЗ (оптика), Полезная нагрузка: 1) Видеокамера высокого разрешения (20 кадров/сек, разрешение 1,98 м, ширина полосы обзора 150 км, длина полосы обзора 2500 км) 2) Линейный транспондер	НОО	2017	Китай/ Zhuhai Orbita Control Engineering Ltd, Великий поход

Продолжение таблицы 1

№	Наименование МКА (группировки)	Масса МКА, кг	Назначение, целевая задача (полезная нагрузка)	Орбита	Год запуска	Страна производитель, ракетоноситель
3	Umbra-SAR 2001 Umbra-02	65	Технологический, ДЗЗ (радар) Концепция миссии: функция интегрированной системы космос-земля, формирование радиолокационного изображения с использованием полной полосы пропускания МСЭ 1200 МГц Тестируемые технологические разработки (полезные нагрузки): 1) Развертываемая сетчатая антенна с высоким коэффициентом усиления, разработанная Umbra 2) Радар и радиоэлектроника, разработанные Umbra 3) Новые системы теплового управления 4) Электрические и энергетические системы 5) Радар (SAR X-диапазон) и радиоэлектроника (разрешение 25 см, на площади 16 км ²)	522 км × 535 км, 97.51° ССО	2021 2022	США / Umbra Lab, Falcon-9
4	CE-SAT 1 (Canon Electric Satellite 1)	50	Экспериментальный, ДЗЗ Полезная нагрузка: 1) Оптико-электронная камера (диаметр 40см, фокусное расстояние 3720 мм, детектор на основе камеры EOS 5D mk.3, разрешение 1м, кадр 6х4 км. 2) Экспериментальная магнитно-плазменная система спуска с орбиты	НОО	2017	Япония / Лаборатория космических технологий Canon Electronics Индийская ракета PSLV
5	Kestrel Eye 2M (Kestrel Eye Block 2M)	50	ДЗЗ. Оптико-электронная камера (разрешение 1,5 м)	НОО	2017	США / Maryland Aerospace, Inc. (ex IntelliTech

Продолжение таблицы 1

№	Наименование МКА (группировки)	Масса МКА, кг	Назначение, целевая задача (полезная нагрузка)	Орбита	Год запуска	Страна производитель, ракетоноситель
						Microsystems, Inc.), Falcon-9
6	KazSTSAT	50	ДЗЗ Решение задач социально-экономического назначения Оптико-электронная камера разрешение 22 метра, ширина полосы съемки около 600 км.		2018	Казахстан (В еликобритани я SSTL), Falcon-9
7	Hodoyoshi 2 или RISESat	50	ДЗЗ, технологическая отработка технологий Полезная нагрузка: НРТ (высокоточный телескоп) - телескоп который оснащен двумя разделенными LCTFs (Liquid Crystal Tunable Filters) фильтрами. Каждый из фильтров совмещен с CCD матрицей выступающей в роли сенсора. Разрешение аппарата около 5 метров на точку с высоты 700 км. Целевым предназначением прибора является съемка отраженной от Земли солнечной радиации. LCTF может изменять снимаемую длину волны по командам с Земли. DOTCam (Dual-band Optical Transient Camera) - оптическая камера которая была разработана NCKU (National Cheng Kung University) Тайваня для наблюдения за TLEs (Transient Luminous Events) в верхних слоях атмосферы. ООС (Ocean Observation Camera) - многоканальная камера с широким углом обзора которая работает в VIS диапазоне и	НОО	2019	Япония / Токийский университет, консорциум RISESat Эпсилон-2 CLPS

Продолжение таблицы 1

№	Наименование МКА (группировки)	Масса МКА, кг	Назначение, целевая задача (полезная нагрузка)	Орбита	Год запуска	Страна производитель, ракетоноситель
			предназначена для наблюдения за океанами. Разрешение прибора составляет около 100 метров с шириной полосы захвата 65 км. TriTel (Three-dimensional Telescope) - новый дозиметрический сенсор который был разработан в центре энергетических исследований Венгерской академии наук Timerix (Space Radiation micro-Tracker)- детектор разработанный IEAP CTU (Institute of Experimental and Applied Physics of the Czech Technical University), Прага, Чехия который должен будет измерять радиационные поля и энергетику заряженных частиц источником которых служат космические лучи. μMAG (micro-Magnetometer- a MEMS-прибор базирующийся на разработках ÅAC Microtec, former ÅSTC (Ångström Space Technology Centre) of Uppsala University, Uppsala, Sweden) VSOTA (Very Small Optical TrAnsponder) - оптический телекоммуникационный терминал разработанный NICT (National Institute of Information and Communication Technology), Tokyo, Japan DPD (Data Packet Decoder) - устройство наблюдения за окружающей средой. Базируется на новых технологиях которые были специально разработаны для аппарата Hodooyoshi 2. Данный прибор должен быть запущен в качестве дополнительной нагрузки к аппарату.			

Продолжение таблицы 1

№	Наименование МКА (группировки)	Масса МКА, кг	Назначение, целевая задача (полезная нагрузка)	Орбита	Год запуска	Страна производитель, ракетоноситель
8	MicroDragon	50	Научный, ДЗЗ Наблюдение за прибрежными водами с целью оценки качества воды, определения местоположения водных ресурсов, мониторинга изменений в прибрежных районах и др.	НОО	2019	Вьетнам / VNSC
9	Tianqin	50	Научный, связь, радиолюбительский Астрономические наблюдения за гравитационными волнами, обеспечение связи IoT. Полезная нагрузка: 1) Телеметрический УКВ маяк, 2) Линейный ретранслятор VHF/UHF Mode 20 kHz 3) Детектор атмосферного ветер	614 x 636 км	2018 (1); 2019(3); 2019(2); 2019(4A, 4B); 2019 (7); 2020 (5); 2020 (10); 2020 (6); 2020 (11); 2020 (8); 2021 (9); 2021 (12); 2021 (14); 2021 (15)	Китай / CAMSAT Чанчжэн-4В
10	GMS-T	50	Связь, отработка технологий (прототип спутника широкополосной связи) Обеспечение широкополосной связи, резервирование частоты для планируемой группировки спутников связи. Полезная нагрузка: транспондеры Ku- и Ka-диапазона	1140 км × 1281 км, 89,9°	2021	Китай, Германия / ОНВ, GMS Electron Curie

Продолжение таблицы 1

№	Наименование МКА (группировки)	Масса МКА, кг	Назначение, целевая задача (полезная нагрузка)	Орбита	Год запуска	Страна производитель, ракетоноситель
11	Diwata 2	56	ДЗЗ Целевым назначением аппарата является предоставление в режиме реального времени информации для предотвращения катастроф, наблюдения за посевами и т.п. Полезная нагрузка: -прецизионный телескоп с разрешением около 3-х метров. -мультиспектральный сенсор с LCTF разрешением около 80-и метров. -широкоугольная камера с разрешением около 7 км. -среднеугольная камера с разрешением около 185 метров (данные используются для привязки снимков к местности).	НОО	2018	Филипины / PCIEERD DOST (Hokkaido University и Tohoku University)
12	BlackSky		ДЗЗ (разрешение 1 м) Полезная нагрузка: 1) Система визуализации в различных диапазонах, 2) Тепловизор SapceView-24 (разрешение 0,9-1,1 м)	НОО	2018 (1); 2018 (2); 2019 (3); 2019 (4) 2019 (5-6); 2021 (9)	США / BlackSky Global
13	LAPAN-A2	68	ДЗЗ, радио Мониторинг Земли с целью смягчения последствий стихийных бедствий, мониторинг землепользования, природных ресурсов и окружающей среды. Оснащен системой автоматической идентификации (AIS) для идентификации судов в водах Индонезии Полезная нагрузка: 1) Система AIS,	Круговая экваториаль ная орбита	2015	Индонезия, Индийская ракета PSLV

Продолжение таблицы 1

№	Наименование МКА (группировки)	Масса МКА, кг	Назначение, целевая задача (полезная нагрузка)	Орбита	Год запуска	Страна производитель, ракетоноситель
			2) Видеосборка (две камеры: первая из которых снимает Землю с покрытием 80 км, а вторая обладает возможностью съемки с разрешением 6 м на территории 11 x 6 км, 3) Системы для работы любительского радио, 4) Системы для работы экстренных служб (работают посредством радиолубительской.			
14	NEMO-HD	65	ДЗЗ Получение изображений Земли в среднем и высоком разрешениях Полезная нагрузка: 1) Формирователь изображений (4 спектральных диапазона с разрешением 2,8 м, полоса обзора 10км) 2) Формирователь изображений (разрешение 40м)	ССО	2020	Словения
15	Yijian	66	Гиперспектральный формирователь изображений	ССО	2016	Китай / Шанхайский центр малых спутников Китайской академии наук
16	ETRSS-1		ДЗЗ в интересах развития сельского, лесного и водного хозяйств. Прогнозирование погоды, оповещение о стихийных бедствиях, проведение исследований по изменению климата. Полезная нагрузка: цифровая многоспектральная камера (диапазон 0,45-0,89 мкм, разрешение 13,75 м, полоса в 80 км)	НОО	2019	Китай/ Эфиопия, Великий поход 4В

Продолжение таблицы 1

№	Наименование МКА (группировки)	Масса МКА, кг	Назначение, целевая задача (полезная нагрузка)	Орбита	Год запуска	Страна производитель, ракетоноситель
17	Maritime	75	Технологический Демонстрация и тестирование технологии AIS Полезная нагрузка: 1) Система AIS, 2) Передатчик данных с низкой скоростью LDRS, 3) Датчик электростатического заряда на корпусе (DDCM).	Круговая НОО	2016	Канада / Honeywell
18	Prox 1	71	Образовательный, ДЗЗ Полезная нагрузка: 1) Тепловизор, 2) Формирователь изображений видимого диапазона.	НОО	2019	США / Технологический институт Джорджии
19	Oculus-ASR	70	Образовательный, ДЗЗ Объект для совместной съемки для наземных телескопов Цифровая камера PIXIS (16 битные данные в диапазоне 400-900 нм)	НОО	2019	США / Аэрокосмическое предприятие Мичиганского технологического университета
20	ICEYE X	70	ДЗЗ Получение изображений в реальном времени: Полезная нагрузка: 1) Радиолокационный прибор SAR (разрешение 1м, X-диапазон) 2) Антенна (длина 3.25 м)	НОО	2018 (1); 2018 (2); 2019 (3) Harbinger); 2019 (4, 5);	Финляндия / ICE PSLV-XL

Продолжение таблицы 1

№	Наименование МКА (группировки)	Масса МКА, кг	Назначение, целевая задача (полезная нагрузка)	Орбита	Год запуска	Страна производитель, ракетоноситель
					2020 (6, 7); 2021 (8, 9, 10)	
21	Yizheng 1 или Tianyan 01	72	ДЗЗ Цифровой формирователь изображений высокого разрешения (0,9 м)	ССО	2019	Китай
22	YAM	83	Технологический, ДЗЗ Демонстрация технологий: 1) Интернет передатчик ELO 2, 2) Бортовой компьютер, 3) Оптический датчик изображений, 4) Тепловизор VanZyl-1, 5) Датчик изображений RGB.	НОО	2021	США / Loft Orbital
23	GRUS	80	ДЗЗ, мониторинг Получение изображений высокого разрешения, мониторинг стихийных бедствий, лесного хозяйства, рыболовства, картографирование. Полезная нагрузка: 1) Высокпроизводительный телескоп (ширина захвата 50км), 2) Система визуализации изображений панхроматическая (разрешение 2,5м),	ССО	2018 (1А); 2021 (1В, 1С, 1D, 1Е)	Япония / AXELSPACE

Продолжение таблицы 1

№	Наименование МКА (группировки)	Масса МКА, кг	Назначение, целевая задача (полезная нагрузка)	Орбита	Год запуска	Страна производитель, ракетоноситель
			3) Система визуализации изображений мультиспектральная (разрешение 5м).			
24	M3MSat (Maritime Monitoring and Messaging Microsatellite)	85	Технологический, связь Морской мониторинг и обмена сообщениями, телеобнаружения и обработки технологий Полезная нагрузка: 1) Система AIS (обнаружение сигналов с судов и их местоположение) 2) Передатчик данных с низкой скоростью LDRS (получает низкоскоростные данные AIS ретранслирует эти данные в центры управления) 3) Датчик электростатического заряда на корпусе (DDCM)	НОО	2016	Канада / Honeywell
25	NPSAT 1	86	Образовательный, научный Изучение космической погоды, практическое обучение аспирантов. Полезная нагрузка: 1) Когерентный электромагнитный радиотамограф, 2) Зонд Ленгмюра, 3) Система формирования изображений видимого диапазона, 4) Датчики скорости.	НОО	2019	США / (NPS)
26	Xingyun-2	93	Связь Обеспечение IoT (интернет вещей). Полезная нагрузка: 1) Аппаратура связи L-диапазона (2,4-9,6 кбит/с вверх, 2,4 кбит/с вниз) 2) Аппаратура для лезрной межспутниковой связи	НОО	2020 (1, 2)	Китай / CASIC

Продолжение таблицы 1

№	Наименование МКА (группировки)	Масса МКА, кг	Назначение, целевая задача (полезная нагрузка)	Орбита	Год запуска	Страна производитель, ракетоноситель
27	CentiSpace-1 S1 (Xiangrikui 1)	97	Технологический Тестирование метода функционального дополнения GNSS, тестирование лазерной межспутниковой связи, лазерный приемопередатчик.	НОО	2018	Китай / Future Navigation
28	Carbonite 2 (CBNT 2 / VividX2)	100	Технологический (наблюдение Земли) Оснащен усовершенствованной авионикой для обеспечения большого хранения данных, более быстрой передачи данных по нисходящей линии, улучшенной точности наведения и полноцветной HD-видеокамерой. Улучшения по сравнению с Carbonite 1: – улучшена геолокация за счет добавления звездной камеры; – усовершенствованный дизайн телескопа и тепловизора; – улучшенная емкость данных в x16 раз благодаря двум развертываемым солнечным батареям и большому объему памяти и нисходящей линии передачи данных; – включает эксперименты с аддитивными технологиями дизайна, эволюционными методами дизайна и 3D-печатью.	493 км × 505 км	2018	Великобритан ия / SSTL PSLV-XL
29	RemoveDEBRI S	100	Демонстрация технологий уборки мусора Миссия RemoveDEBRIS - это европейский проект, который состоит из основного КА массой около 100 кг, который на орбите развертывал два кубсата в интересах демонстрации технологий по очистке НОО от искусственного мусора. В целом миссия должна была продемонстрировать следующие технологии: процесс захвата КА DebrisSat 1 при помощи	НОО	2018	Страны Европы (сошел с орбиты)

Продолжение таблицы 1

№	Наименование МКА (группировки)	Масса МКА, кг	Назначение, целевая задача (полезная нагрузка)	Орбита	Год запуска	Страна производитель, ракетоноситель
			разворачиваемой сети. При этом, перед захватом на борту КА DebrisSat 1 была развернута расширяемая структура, которая имитировала габаритный спутник. процесс захвата космического аппарата при помощи специально разработанного гарпуна (поражаемая цель выдвигалась из основного аппарата на штанге). Предполагалось: выполнить отработку технологии навигации, используя в качестве ориентира КА DebrisSat 2; продемонстрировать возможности паруса для сведения КА с орбиты. В миссии были задействованы: -общее руководство проектом SSC (Великобритания). -разработка спутниковой системы ASF (Франция). -разработка платформы и авионики - SSTL (Великобритания). -разработка гарпуна - Airbus (Великобритания). -разработка сети - Airbus (Германия). -разработка системы навигации на основе лидара- CSEM (Швейцария) / INRIA / Airbus (Франция / Тулуза). -диспенсеры кубсатов - Innovative Solutions in Space BV (Голландия). -кубсаты -Суррейский космический центр (Великобритания) / STE. -парус для сведения основного аппарата - Surrey Space Centre (UK).			

Продолжение таблицы 1

№	Наименование МКА (группировки)	Масса МКА, кг	Назначение, целевая задача (полезная нагрузка)	Орбита	Год запуска	Страна производитель, ракетоноситель
30	NEXTSat-1	100	Технологический Основные задачи: – отработать новые производственные технологии миниатюризации; – провести орбитальную верификацию новых технологий, часть из которых разработана в интересах импортозамещения; – протестировать разработанные в Южной Корее системы наблюдения за Землей и проведения астрономических исследований; – решить задачи подготовки специалистов. Полезная нагрузка: 1) Инструмент для изучения космических бурь (ISSS) 2) Спектрометр ближнего инфракрасного диапазона для истории звездообразования (NISS) 3) Высокоскоростное хранилище данных нового поколения (SDR-10) 4) Узел маховика класса 5 мНм (RWA) 5) Трехмерная массовая память (3DMM) 6) Цифровой транспондер (SDT) S-диапазона TCTM 7) Волоконно-оптический гироскоп космического класса (ВОГ) 8) Высокоточный Star Tracker (STR)	ССО	2018	Корея / KAIST Фалькон-9 Block-5
31	Red-Eye-2	110	Технологический Отработка технологий создания дешевых микроспутников. В интересах DARPA протестированы спутниковую связь, бортовые компьютеры и технологии управления тепловым режимом.	НОО	2020	США / Millennium Space Systems

Продолжение таблицы 1

№	Наименование МКА (группировки)	Масса МКА, кг	Назначение, целевая задача (полезная нагрузка)	Орбита	Год запуска	Страна производитель, ракетоноситель
32	LAPAN A3	115	ДЗЗ Полезная нагрузка: 1) Видео камера в формате (PAL RGB) и способна захватывать полосу шириной около 80 км; 2) Трех канальная мультиспектральную систему (снимает поверхность земли с разрешением 24 метра и полосой захвата 154 км); 3) Система AIS и APRS	НОО	2018	Индонезия / Национальный институт аэронавтики и космоса Индонезии/ PSLV-XL
33	QPS-SAR	100	ДЗЗ Получение радиолокационных изображений высокого разрешения. Полезная нагрузка: антенна диаметром 3,6 метров и массой около 10 кг. Способна обеспечить идентификацию объектов длиной около 1 метра и идентифицировать машины на дороге.	НОО	2019 (1) 2021 (2)	Япония / iQPS
34	Capella	112	ДЗЗ (РЛС) Получение высококонтрастных изображений большого разрешения. Полезная нагрузка: 1) РЛС с синтезированной аппаратурой X-диапазона (разрешение 0,5м); 2) Рефлекторная антенная (апертура 3,5 м) Обеспечение потребителей информацией в таких регионах как Ближний Восток, Корея, Япония, Юго-Восточная Азия, Африка и США.	НОО, 570 км	2020(2); 2021 (3, 4); 2021 (5)	США / Capella Space

Продолжение таблицы 1

№	Наименование МКА (группировки)	Масса МКА, кг	Назначение, целевая задача (полезная нагрузка)	Орбита	Год запуска	Страна производитель, ракетоноситель
35	ESAIL	112	Связь Обеспечение AIS, проведения работ в области обработки AIS сигналов	ССО	2020	Канада / ExactEarth / COM DEV PH Bera
36	Flying Laptop	120	Демонстрация и квалификация новых технологий Наблюдение за движением судов Полезная нагрузка: 1) 3 камеры (расширение 25 м) 2) Нисходящий передатчик S-Band	ССО	2017	Германия / IRS
37	SkySat	120	ДЗЗ Получение панхроматических и мультиспектральных изображений с высоким разрешением. Полезная нагрузка: телескоп Ричи-Кретьена Кассегрена(фокусное расстояние 3,6 м; фокальная плоскость состоит из трех 5,5-мегапиксельных CMOS-детекторов изображения; разрешение 1,1 м)	Наклонная полярная круговая ССО 500 км	2016 (3); 2016 (4-7); 2017 (8-11); 2018 (14, 15); 2020 (16-18); 2020 (19-21)	США / Skybox Imaging
38	BIROS	130	ДЗЗ Наблюдение за пожарами из космоса. Полезная нагрузка: 1) Оптический ИК-датчик 2) Оптическая инфракрасная система нисходящего канала OSIRIS	ССО	2016	Германия

Продолжение таблицы 1

№	Наименование МКА (группировки)	Масса МКА, кг	Назначение, целевая задача (полезная нагрузка)	Орбита	Год запуска	Страна производитель, ракетоноситель
			3) Автономная навигационная система и система идентификации цели AVANTI			
39	Athena	138	Технологический Тестирование технологий обеспечения широкополосного доступа в Интернет Полезная нагрузка: Транспондер Е-диапазона (вниз 10 Гбит/с, вверх 30 Гбит/с)	ССО	2020	США / PointView Tech LLC.
40	OneWeb	148	Связь Широкополосный доступ в Интернет Полезная нагрузка: транспондеры Ка и Ку-диапазона	Полярная НОО 1200 км	2019 (L1-1...L1-6); 2020 (L2-1...L2-34); 2020 (L3-1...L3-34); 2020 (L4-1...L4-36); 2021 (L5-1...L5-36); 2021 (L6-1...L6-36); 2021 (L7-1...L7-36); 2021 (L8-1...L8-36)	Великобритан ия / Airbus Defence and Space, Toulouse; OneWeb Satellites

Продолжение таблицы 1

№	Наименование МКА (группировки)	Масса МКА, кг	Назначение, целевая задача (полезная нагрузка)	Орбита	Год запуска	Страна производитель, ракетоноситель
41	LEO Vantage	168	Технологический, низкоорбитальная связь Демонстрация технологий связи высокопроизводительной связи Полезная нагрузка: антенна Ka – диапазона (полоса пропускания 4 ГГц)	НОО	2018	США / SSTL, оператор TeleSat Канада
42	Orbcomm-G2	172	Связь Обеспечение услуг M2M-связи ретрансляция небольших пакетов данных с малыми задержками от мобильных передатчиков к наземным терминалам; обеспечение спутниковой связи.	НОО 700-750 км	2015 - 11 спутников	США / Orbcomm производство Sierra Nevada Corporation
43	FalconSat-6	181	Технологический 1) Эксперименты по определению эффективных режимов тяги 2) Определение наиболее эффективного топлива на орбите 3) Тестирование эффективной беспроводной и проводной телеметрии 4) Тестирование ионных ДУ 5) Обучение студентов Полезная нагрузка: 1) Источник космической плазмы AFRL, Mark II (SPC3-2) 2) Ионные ДУ 3) Универсальный модуль измерения параметров (напряжение, сила тока, температура и т.д.)	НОО	2018	США / Академия BVC США
44	RAPIS-1	200	Технологический (в рамках программы Innovative Satellite Technology Demonstration-1)	ССО	2019	Япония / JAXA, Axelspace

Продолжение таблицы 1

№	Наименование МКА (группировки)	Масса МКА, кг	Назначение, целевая задача (полезная нагрузка)	Орбита	Год запуска	Страна производитель, ракетоноситель
			Полезная нагрузка 1) Программируемая вентильная матрица 2) Передатчик X-диапазона 3) Система управления реакцией зеленого топлива 4) Монитор космических частиц 5) Датчик отношения глубокого облучения 6) Лопатка для тонких мембранных солнечных панелей 7) Миниатюрный космический приемник GNSS			
45	XPNAV-1	240	Навигация (на основе рентгеновского излучения пульсаров) При использовании данных, накопленных таким спутником в течение 5-10 лет, впоследствии можно будет определять местоположение космического корабля в глубоком космосе. Как отмечает CAST, навигация на основе излучения от рентгеновских пульсаров обладает большей точностью, чем система GPS. Полезная нагрузка 1) Рентгеновский детектор НТРС (коллиматорного типа, поле зрения 2 градуса, диапазон энергии от 1 до 10 кэВ) 2) Рентгеновский детектор TSXS (фокусирующая система косого падения с рентгеновскими зеркалами диаметром 17 см)	НОО	2016	Китай / Китайская ассоциация по науке и технике Великий поход 11

3 Тенденции развития сегмента по производству спутников и их составных частей

Если учитывать принципы построения космического рынка в целом, оказание спутниковых услуг невозможно без самих спутников и их соответствующего запуска. При такой постановке вопроса разработка спутников и разработка транспортных систем выходит на первый план.

В 2000-х годах на рынке связи доминировали большие спутники на геостационарной орбите от известных корпораций (Lockheed Martin, Boeing, Astrium, Thales Alenia) – каждый из них был по-своему уникален и стоил десятки, а то и сотни миллионов долларов.

Первые МКА появились как опытные образцы университетских разработок, используемые либо как средство приобретения опыта в создании и эксплуатации космической техники, либо как инструмент для отработки новых инженерных и технологических решений. Однако уже в конце 20 и начале 21-го столетия благодаря новейшим достижениям в электронике и других областях науки и техники, приведшим к миниатюризации практически всех служебных систем КА без ущерба для их функциональных качеств, появилась возможность использовать малые космические аппараты для решения достаточно сложных научных и прикладных задач. При этом относительно небольшая стоимость создания отдельного МКА вместе с возможностью организации группового запуска таких аппаратов позволяют значительно снизить затраты на реализацию различных космических проектов.

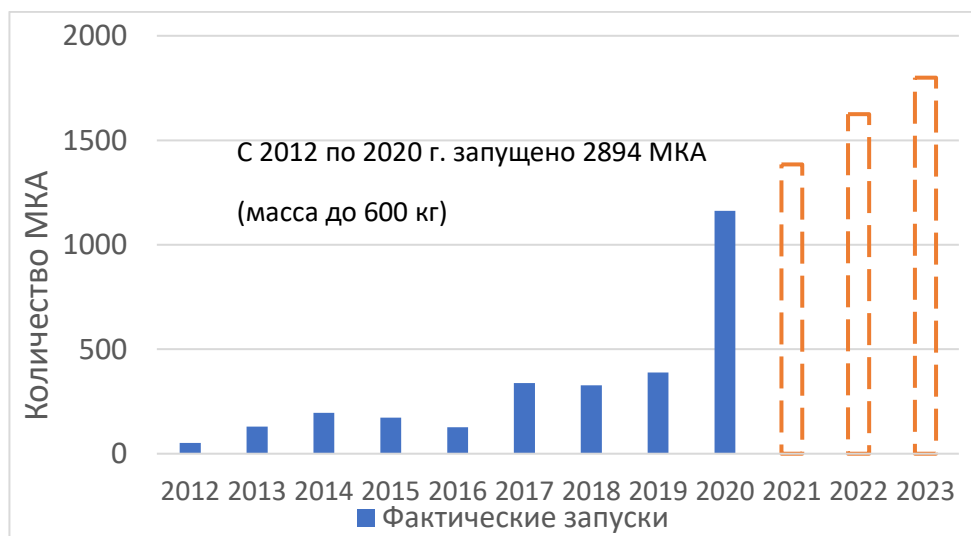
Меняется и назначение спутников. Если раньше драйвером индустрии выступало спутниковое ТВ, то теперь в этой роли осваиваются аппараты, выполняющие ДЗЗ. Когда-то фото- и видеосъёмка была востребована только военными, но теперь быстро растёт гражданский сектор спутниковых данных. Крупнейшим игроком на нем является компания Planet, которой потребовалось шесть лет, чтобы нарастить собственную группировку до 230 мини-спутников Dove («Голубок»), фотографирующих всю земную

поверхность с детализацией 3–5 м – не слишком четко, зато с ежедневным обновлением снимков. Конкурировать с Planet хотят Terra Bella, BlackSky Global, OmniEarth, Satellogic, Hera Systems, AxelSpace.

На рисунке 7 представлено количество запущенных МКА.

В 2019 году на запуск МКА приходилось 11% массы всей выведенной полезной нагрузки транспортными системами (ракетоносителями).

В 2021 году прогнозировалось увеличение количества запускаемых МКА на 19%.



Источник: Catapult Satellite Applications, Bryce Space and Technology

Рисунок 7 - Количество запущенных МКА (факт/прогноз)

Наблюдается тенденция роста запусков и использования МКА.

Тенденция увеличения количества запускаемых малых КА обусловлена следующими факторами:

- дешевизна в разработке и создании, в первую очередь, обусловлена сокращением номенклатуры составных элементов вследствие интеграции, уменьшением массы составных элементов, конструкции, кабельной сети;
- дешевизна запуска на орбиту за счет возможности выведения в виде попутного груза;
- снижение технических рисков из-за отказа РН или самого КА;

- увеличение срока активного существования на орбите (САС) и надёжности до уровня «больших» КА;
- малый срок разработки;
- удобство наземного обслуживания.

Популярности малых КА способствуют и глобальные изменения в мировой космической отрасли, характеризующиеся вступлением в «космический клуб» все новых экономически развитых и даже развивающихся стран (Корея, Сингапур, Малайзия, Таиланд, Аргентина, Чили и др.). Необходимость разработки собственных КА эти страны рассматривают, исходя, прежде всего, из прагматических интересов, а не из соображений престижа. Наступает эра прагматичного космоса - создание экономичных средств, которые должны приносить коммерческий эффект в сжатые сроки.

Крупнейшими производителями малогабаритных КА на сегодняшний день являются компании США, Великобритании, Франции, Германии и Израиля. Эти страны активно осваивают зарубежные рынки Азии и Латинской Америки, предлагая клиентам системы "под ключ" или совместную разработку. Количество малых, мини- и микроспутников, запущенных в интересах ДЗЗ, достигло нескольких десятков, и спрос на них постоянно растёт. Так британская компания Surrey Satellite Technology Ltd (SSTL), которая создана при университете Суррей, является одним из лидеров в области малых КА, выполняет заказы на разработку спутников ДЗЗ в течение 1,5-2 лет стоимостью 3-14 млн. долл.

Под малые спутники можно создавать стандартные комплектующие – батареи, платы, датчики, – что охотно берут на себя специализированные поставщики. Использование принципов мелкосерийного и серийного производства, разделение труда может позволить радикально снизить ценник на космические аппараты. И, как следствие, сделать их массовыми: в 2010 году на орбиту отправились 40 мини-спутников (массой до 600 кг), в 2015-м – более 160 (подсчеты SIA).

4 Модели развития космических программ (систем) в мире и дистрибуции данных

4.1 Модели развития космических программ

Космические программы основных космических держав (США, Россия, Китай) имеют базовые отличия, связанные с разными целями и задачами, исторической базой, государственным устройством, экономической моделью каждой страны.

Лидером по финансированию освоения космоса являются США. Околоземный космический рынок отдан частным компаниям, NASA занимается научными исследованиями на орбите Земли, освоением Солнечной системы и изучением глубокого космоса, зачастую также выполняя роль заказчика услуг у частных компаний. Практически ко всем планетам Солнечной системы отправлены исследовательские станции, идет подготовка к возобновлению пилотируемых полетов на Луну и создание там баз (программа «Артемида»). Подход к международной кооперации прагматичный: США готовы к сотрудничеству на тех направлениях, развитие которых затруднено несовершенством собственных компетенций и технологий.

Соединенные Штаты демонстрируют коммерческую модель развития систем ДЗЗ. Так, в начале 2000-х годов появились первые полностью коммерческие программы съемки метрового разрешения, созданные на средства частных инвесторов. Однако из-за недостаточного уровня развития рынка данных ДЗЗ основным источником доходов современных операторов являются государственные (прежде всего оборонные) заказы. В то же время информация государственных программ, реализованных за счет средств налогоплательщиков, распространяется по цене копирования (Landsat) или бесплатно (EOS, датчик MODIS).

Франция, Германия, Италия, Канада и Израиль демонстрируют различные варианты частно-государственного партнерства в развитии

программ ДЗЗ. Частный капитал участвует в финансировании изготовления спутников, получая взамен права на коммерческое распространение информации. Так, действующие многоцелевые спутники SPOT-2, -4, -5 созданы на средства французского космического агентства CNES и инвесторов, продажами данных занимается компания SPOT Image (агентство CNES один из ее акционеров).

В финансировании радарного проекта TerraSAR-X участвовала компания-оператор Infoterra GmbH (Германия), а в проекте RADARS AT-2 компания MDA (Канада).

Индия использовала подход государственного финансирования отрасли ДЗЗ и создала одну из успешных программ ДЗЗ IRS, сбалансированную по составу и спектру решаемых задач. Маркетинговое сопровождение и коммерческое распространение космической информации IRS за рубежом осуществляет государственная корпорация ANTRIX (коммерческое крыло национального космического агентства ISRO), благодаря чему средства, поступающие от мировых продаж геоданных, аккумулируются для дальнейшего развития отрасли. Основу индийской группировки составляют три многоцелевых спутника IRS-1C, -1D, -P6, картографический спутник IRS-P5 Cartosat-1 с двухкамерной оптической системой для стереосъемки и новый спутник Cartosat-2 с метровым разрешением.

Модель с государственным финансированием программ ДЗЗ также распространена в Китае, Корее, Японии и Тайване.

Китай стремительно компенсирует технологическое отставание от США и России. Имеет автономную космическую программу с сильной господдержкой, почти без сотрудничества с другими странами. Это объясняется не только намерением Китая самостоятельно осваивать космос, но и опасениями потенциальных партнеров из-за возможного копирования технологий. Пока CNSA идет по исторически проложенному маршруту:

создает собственную орбитальную станцию, осуществляет запуск пилотируемых аппаратов, имеет программу освоения Луны. Одновременно развивается рынок коммерческих запусков. Надежность китайской техники постепенно повышается, аварийность падает, европейские страны уже рассматривают возможность пользоваться услугами Китая для вывода на орбиту полезной нагрузки. В 2018 году Китай стал абсолютным лидером по количеству запусков ракет космического назначения, осуществив 39 пусков.

Китайская модель управления космической отраслью, по сути, повторяет экономическую модель КНР, говорят эксперты. Государство полностью контролирует реализацию важнейших проектов. Формально частный бизнес в космос допускается, но чаще всего это проекты с частичным прямым или косвенным государственным финансированием. Так, многие проекты отданы на аутсорсинг крупным китайским университетам, которые сотрудничают с частными лабораториями. Но поскольку сами университеты являются государственными, то финансирование проектов, по сути, осуществляется из бюджета. Важно, что таким образом Китай на государственном уровне поддерживает конкуренцию за заказы между частными или получастными лабораториями. Еще одна особенность Китая – «дискретное производство», когда разработка разных узлов космического оборудования и спутников отдана на аутсорсинг частным компаниям. При этом как минимум 60% ракетно-космического производства и все военные технологии – это государственные разработки.

Одним из лидеров остается Европейское космическое агентство (ESA): по количеству коммерческих запусков ракет, и по объемам финансирования космических программ. Политика Европы в отношении освоения космоса и финансирования этой деятельности описывается понятием «международная кооперация». ESA нацелено на научное, технологическое и финансовое сотрудничество с основными партнерами-конкурентами, в том числе с Россией.

Европа, Канада и Израиль, создавшие коммерчески успешные

программы ДЗЗ, сети дистрибьюции и технологии обработки данных, а также предлагающие востребованные услуги и сервис, создали спутники, работающие на отдельные сегменты рынка. Например, Канада планирует развивать серию спутников RADARSAT, укрепляя лидирующие позиции на рынке радарной съемки. Израиль создал первую систему высокодетальной панхроматической съемки из двух спутников EROS-A и EROS-B. Германии – это радарный спутник метрового разрешения TerraSAR-X.

В России государственную программу по освоению космоса реализует госкорпорация «Роскосмос», вся космическая деятельность контролируется государством. Подход к космонавтике прагматичный, требующий четкого экономического, научного и/или политического обоснования. Все этапы реализации космических проектов – от производства ракет, космических аппаратов и их комплектующих, вывода полезной нагрузки на орбиту до предоставления услуг связи и ДЗЗ – находятся в ведомстве «Роскосмоса». Это, с одной стороны, позволяет строго контролировать космическую деятельность на всех этапах ввиду ее значимости для национальной безопасности, с другой стороны, сдерживает вливание частных инвестиций и инновационное развитие.

4.2 Дистрибуция спутниковых данных

Положение страны, компании или организации-оператора программы ДЗЗ на рынке геоданных при прочих равных условиях во многом определяется наличием развитой сети дистрибьюторов.

Основные компании-операторы систем ДЗЗ США, Франции, Индии, Канады и Израиля распространяют космическую информацию через международные сети станций прямого приема.

Корея и Тайвань используют другой подход. Не имея сетей дистрибуции на мировом рынке данных ДЗЗ, продали права на распространение космической информации новых спутников KOMPSAT-2 и Formosat-2 одному из лидеров рынка компании SPOT Image, благодаря чему

получили дополнительные финансовые средства для развития отрасли и вышли на мировой рынок.

Китай и Бразилия эксплуатируют совместную систему ДЗЗ CBERS, охватывающую пока только их внутренние рынки. Политика национальных операторов «данные системы CBERS для национальных заказчиков бесплатны» привела к значительному снижению стоимости зарубежной космической информации.

В борьбе за расширение рынков сбыта мировые операторы программ ДЗЗ предоставляют новые услуги и сервисы. Компании GeoEye и ImageSat International предлагают услуги «виртуального оператора», когда клиент с собственной станции закладывает на борт спутника IKONOS-2 или EROS рабочую программу съемок и становится владельцем принимаемой информации. Другая разновидность сервиса «виртуальный терминал» позволяет клиенту заказывать через Интернет-интерфейс съемку на заданный район и получать данные или готовые продукты.

Все большую популярность среди пользователей завоевывают такие формы представления пространственной информации, как геопорталы и геосервисы. Пример сервиса Google Earth продемонстрировал возможность удобного представления пространственных данных на основе спутниковых снимков в виде геопортала с Web-доступом.

Преимущества геопортала очевидны: быстрота и удобство поиска и отображения геоданных, возможность наращивания и хранения архивов космических снимков, совмещения снимков с дополнительной семантической информацией для анализа и принятия решений и т. д.

5 Тенденции (перспективы) развития космического рынка

5.1 Рынок дистанционного зондирования Земли

Компания «Евроконсалт» опубликовала результаты исследования «Спутниковое наблюдение Земли. Перспективы рынка до 2024 года» [3], согласно которым емкость мирового рынка ДЗЗ в 2019 г. составила 2,59 млрд долл. Эксперты прогнозируют рост этого показателя до 4,6 млрд долл. к 2024 г. Базовыми факторами, определяющими рост, являются: повышение качества и разрешения снимков, а также развитие технологий, позволяющих комплексно обрабатывать космические данные с возможностью их последующей интерпретации, как в интересах частных заказчиков, так и в интересах государственных структур. При этом необходимо учитывать, что важную роль в развитии рынка ДЗЗ играет спрос на данные космической съемки именно со стороны государственных структур различных стран. В течение последних двух десятилетий государственные инвестиции в развитие этого сектора существенно выросли.

Исследовательская компания NSR в отчете «Спутниковое дистанционное зондирование Земли» приводит следующую структуру рынка информационных продуктов и услуг, полученных с помощью технологий ДЗЗ [4]:

- снимки (данные и телеметрия, 36 %);
- обработанные продукты (цифровые модели рельефа и мозаика, 19 %);
- информационные услуги (услуги на основе информации ДЗЗ, в том числе услуги по управлению данными, 45 %).

Основными драйверами развития рынка ДЗЗ являются:

- рост населения Земли (рост потребности в ресурсах и необходимость развития инфраструктуры);
- необходимость обеспечения безопасности людей и имущества;

- экологические проблемы;
- стихийные бедствия.

Структура рынка по секторам выглядит следующим образом:

- оборонный сектор (38 %);
- институциональный сектор (35 %);
- коммерческий сектор (27 %).

Европейская ассоциация дистанционного зондирования Земли (EARSC) приводит данные, согласно которым наиболее востребованными являются данные ДЗЗ, полученные с помощью оптических сенсорных систем, среди которых примерно 60 % составляют космические данные высокого пространственного разрешения (лучше 2,5 м).

Отчет компании «Евроконсалт» «Планы по строительству и запуску спутников» содержит следующие прогнозные данные по запуску космических аппаратов: в среднем 17 спутников в год в период с 2021 по 2031 гг. Колебания численности ежегодно запускаемых аппаратов являются незначительными. «Евроконсалт» прогнозирует рост емкости рынка, что связывается с повышением роли сектора ДЗЗ в мировой экономике и ростом спроса со стороны государственных и коммерческих структур.

Прогнозируется, что в 2025 г. доля государственных структур в общем объеме заказов превысит 75 % (около 250 млрд долл.) [4].

Государство продолжит быть основным игроком отрасли, практически все страны – лидеры рынка продолжают увеличивать группировки своих спутников. Тем не менее, на рынок космических продуктов и услуг выйдут новые страны, которые будут развертывать оперативные спутниковые системы, предназначенные преимущественно для предоставления телекоммуникационных услуг, видовой разведки и ДЗЗ. Более 80 % заказов от государственных структур на рынке дистанционного зондирования Земли будут принадлежать 10 странам, лидирующим в космической отрасли. Однако

рост рынка в государственном секторе будут обеспечивать спутниковые системы 30 стран, недавно вышедших на этот рынок или планирующих выйти на него. Ежегодные затраты этих стран составят примерно 2 млрд долл., значительная часть из которых будет приходиться на заказы зарубежным поставщикам, однако будут развиваться и национальные космические системы.

«Евроконсалт» прогнозирует, что в ближайшее десятилетие негосударственные компании запустят более 300 спутников, большинство из них придет на смену уже эксплуатируемым космическим аппаратам. Более 80 % в стоимостном выражении будет приходиться на спутники на геостационарной орбите, на которую планируется вывести более 200 аппаратов для нужд телекоммуникаций (у спутников будет примерно 30 компаний-эксплуатантов). Емкость рынка данных ДЗЗ, получаемых со спутников, запускаемых на негеостационарные орбиты, превысит 1 млрд долл. в год [5].

Многие компании, специализирующиеся на производстве космических аппаратов, проводят регулярный мониторинг рынков и ищут специальные возможности для взаимовыгодного партнерства. Например, компания DigitalGlobe заключила соглашение с высокотехнологичной компанией TAQNIA (Саудовская Аравия) и организацией KACST (King Abdulaziz City for Science and Technology), занимающейся научными исследованиями и деятельностью по стимулированию научно-технического развития в Саудовской Аравии. Соглашение предусматривает производство и запуск нескольких высокопроизводительных малых спутников дистанционного зондирования Земли, задачей которых будет снабжение космической информацией заказчиков в десятках стран мира.

На ближайшие годы можно прогнозировать следующие тенденции развития мирового рынка:

- рост в сегменте радиолокационных данных;

- рост количества радиолокационных и оптоэлектронных спутников высокого и сверхвысокого разрешения;
- отказ от многофункциональных космических аппаратов в связи с их дороговизной;
- увеличение количества группировок малых спутников;
- формирование орбитальных группировок спутников связи и ДЗЗ;
- комплексное использование источников информации из различных источников;
- развитие транспортных услуг, включая доставку космических аппаратов на целевую орбиту.

В последнее время наблюдается динамичный рост российского рынка информационных продуктов и услуг дистанционного зондирования Земли. При этом для рынка характерен высокий уровень концентрации.

По данным GIS MARKET SUPPORT ASSOCIATION, крупнейшие операторы – ИТЦ «Сканэкс», НЦ ОМЗ, ЗАО «Совзонд», ООО «ГИА «Иннотер»» – имеют совокупную рыночную долю 87 %. Рост рынка является стабильным, что объясняется увеличением спроса в различных секторах народного хозяйства на широкий диапазон информации о земной и водной поверхности.

Кроме того, рынок терминального оборудования находится на начальной стадии своего развития. Единственной компанией, предоставляющей сервисы в данном сегменте, является ЗАО «ГлобалТел» (работает с кластером спутников американской компании Globalstar).

Доля Российской Федерации на мировом рынке дистанционного зондирования Земли составляет всего 0,2 %. Для сравнения: доля США – 61 %, Франции – 18 %, доля Канады – 6 % [6]. В настоящее время основными препятствиями для увеличения доли нашей страны на глобальном рынке можно считать отсутствие соответствующих спутников и низкий уровень развития наземной инфраструктуры. Кроме того, существует множество

проблем в сфере правового регулирования деятельности операторов отрасли.

В последнее время наблюдается рост активности на отечественном рынке крупнейшего разработчика бортовых систем и программного обеспечения АО «Российские космические системы» (РКС). Прежде всего, это касается разработки инновационных технологий обработки данных дистанционного зондирования Земли.

РКС ведет работу над общедоступным сервисом, в котором все желающие смогут получить геоданные со спутников российской группировки. Этот сервис даст пользователю возможность получать в режиме реального времени не только обработанные снимки земной или водной поверхности, но и аналитические данные по различным объектам на поверхности [6].

Дочерняя структура АО «РКС» – Научный центр оперативного мониторинга Земли (НЦ ОМЗ) – является крупнейшим оператором космических систем дистанционного зондирования Земли. Эта организация осуществляет: планирование спутниковых съемок, сбор, обработку, хранение и распространение информации ДЗЗ. Планируется, что в ближайшие годы НЦ ОМЗ станет оператором ДЗЗ, обеспечивающим заказчикам доступ к широкой информационной базе. Для этой цели будут разработаны открытая геоплатформа и ряд сервисов и приложений для работы с данными дистанционного зондирования. Важным событием для российского и мирового рынка стало открытие Роскосмосом в феврале 2019 г. антарктического наземного центра приема и обработки данных, передаваемых с космических аппаратов ДЗЗ.

Важную роль на рынке дистанционного зондирования Земли играют сервисы и программное обеспечение для обработки космических данных, а также геоинформационные системы (ГИС). В настоящее время данная сфера характеризуется высоким уровнем специализации и низкой автоматизацией. Исключением является фотограмметрическая обработка информации дистанционного зондирования, которая фактически полностью

автоматизирована. В данной сфере широко используется программное обеспечение с открытым кодом. Многие геоинформационные системы имеют пользовательские веб-интерфейсы. Наблюдается бурное развитие этих сервисов («Геоаналитика.Агро», «ГРАДИС», WorldEvolution и др.) [6].

Одним из лидеров на рынке сервисов по обработке и распространению данных дистанционного зондирования Земли является дочернее предприятие РКС – АО «Терра Тех». Эта компания уже эксплуатирует ряд популярных сервисов, среди которых: [7]

- геоинформационный веб-ресурс «Наша Россия» позволяет в открытом доступе наблюдать за ходом создания в России важнейших объектов современной инфраструктуры, являющихся драйверами роста национальной экономики, дает возможность контролировать процесс строительства инфраструктурных объектов;

- сервис «Ресурсы.РФ» – программно-аналитический комплекс управления территорией, внедрение которого позволяет увеличить доходы муниципалитетов и регионов по имущественным налогам без повышения налоговых ставок и изменения законодательства благодаря вовлечению в налоговый оборот 100% объектов недвижимости, с помощью ресурса заинтересованные лица могут обнаруживать объекты недвижимости, отсутствующие в базах данных кадастрового учета.

- сервис «Территория», который позволяет с помощью нейронных сетей анализировать состояние лесов, посевных площадей, карьеров, мусорных полигонов, объектов недвижимости.

Ожидается, что в области картографии будет происходить активное внедрение инновационных пространственно-временных моделей. Программное обеспечение для анализа данных ДЗЗ будет предоставляться пользователям преимущественно в виде сервисов, с использованием облачных технологий. Будут развиваться технологии анализа данных ДЗЗ с помощью нейронных сетей и методик ситуационной осведомленности. Кроме того,

существуют прогнозы, что в течение 15 лет в сфере дистанционного зондирования Земли произойдут кардинальные изменения: будут разработаны новые прогрессивные технологии, позволяющие строить пространственно-временные модели территорий на качественно новом уровне. Также ожидается значительный прогресс в технологиях ввода информации: можно будет отказаться от подготовки формализованных заданий.

5.2 Рынок пусковых услуг (производство ракет-носителей сверхлёгкого класса)

Несмотря на то, что в настоящее время реализуется множество программ создания сверхлегких ракет-носителей, получающих как государственное, так и частное финансирование, отсутствует устойчивая бизнес-модель для рынка сверхлегких РН.

Если для развертывания многоспутниковых орбитальных группировок могут быть использованы существующие ракеты-носители легкого и среднего классов, то для наращивания и поддержания будут необходимы сверхлегкие РН, рассчитанные на выведение на низкую околоземную орбиту полезной нагрузки массой от единиц килограммов до 200-300 килограммов. К таким носителям будут предъявляться требования минимальной стоимости и высокой оперативности пуска, простоты подготовки к пуску и надежности, широкого диапазона высот и наклонений целевых орбит.

Так уже сейчас для восполнения состава системы глобальной широкополосной связи OneWeb планируется использовать сверхлегкую РН Launcher One (Virgin Galactic, США), а компания Planet (США) планирует осуществить замену отказавших спутников типа Flock (кубсат формфактора 3U) системы дистанционного зондирования Земли при помощи сверхлегкой РН Electron (Rocket Labs, США) и т.д.

Таким образом, место сверхлегких РН на рынке пусковых услуг

определяется:

1) Возможностью более частых запусков, не привязанных к пускам тяжелых РН.

2) Широким спектром требований к высотам и наклонениям целевых орбит малоразмерных космических аппаратов, которые невозможно удовлетворить при попутном выведении.

3) Перспективами использования сверхлегких РН для решения задачи восполнения многоспутниковых группировок.

4) Снижением стоимости килограмма выводимого полезного груза.

5) Доступностью и упрощением технических и организационных процедур, связанных с подготовкой спутников к выведению.

Учитывая большие затраты на организацию полигонов запуска и сложности в получении разрешительных документов на организацию работ, связанных с осуществлением пусков ракет, самой перспективной бизнес-моделью для развития выглядит частно-государственное партнерство: когда государство поддерживает частные ракетостроительные проекты и предоставляет им необходимые площадки и ресурсы.

5.3 Рынок спутниковой связи

На рынке спутниковой связи также складывается новый сегмент. Одним из перспективных направлений развития систем спутниковой связи может стать ее синергия с промышленными системами IoT. Общемировой тренд цифровизации производственных и бизнес-процессов для использования данных в предикативных системах анализа и прогнозирования требует подключения и других отраслей, в том числе космической отрасли и связи.

Оптимальным способом передачи данных IoT выступают развитые наземные и сотовые сети связи. К сожалению, их охват не глобален и выражается в 20% поверхности Земли. В силу низких требований к скоростям передачи данных и в связи с малым объемом трафика в IoT системах – спутниковые технологии могут стать одним из способов передачи генерируемой информации. Конкурировать с традиционными сетями не придется в следующих отраслях: судоходство, авиация, разработка шельфовых месторождений, добыча в удаленных от связной инфраструктуры регионах. В остальных отраслях, неохваченных наземными сетями, придется уступать LPWAN-сетям. Сегмент не так велик и высоко конкурентен, но он уже влияет на развитие отрасли, заставляя спутниковых операторов рассматривать свой бизнес не как услугу аренды ресурса, а как предоставление готовых решений.

Новые сервисы будут актуальны для сфер грузоперевозок, интеллектуального сельского хозяйства, энергетики и других. Космические проекты, ориентированные на рынок интернета вещей, уже появляются в ряде стран.

Концентрация производства электроники в Китае обеспечила основу для быстрого развития продуктов и услуг Интернета Вещей, что ещё больше стимулировалось массовым внутренним потребительским спросом. По одной из оценок, на Китай пришлось три четверти сотовых IoT-соединений по всему

миру в конце 2020 года. Американский лидер сетевых технологий Cisco прогнозирует, что к 2023 году Китай будет лидировать в мире по подключениям 5G.

Так, Китай к 2022 года планирует сформировать свою первую спутниковую группировку для IoT, которая будет состоять из 38 низкоорбитальных космических аппаратов.

В настоящее время в рамках проекта, который называется «Созвездие Тяньцзи», уже функционируют семь спутников. Они сформировали предварительные условия для предоставления комплексных информационных услуг пользователям по всему миру.

Также французская компания Eutelsat Communications представила свой проект ELO (Eutelsat LEO (low Earth orbit) for Objects), предназначенный для IoT.

Цель ELO – обеспечить глобальное интернет-покрытие, позволяющее подключенным объектам передавать данные независимо от их местоположения. Планируется, что группировка будет состоять из нескольких десятков наноспутников на орбите высотой 500-600 км к 2022 году. Стоимость каждого КА не превысит 1 млн евро.

Парк спутников Eutelsat LEO, называемый ELO (Eutelsat LEO для объектов), обеспечит глобальное покрытие IoT, позволяющее объектам передавать данные независимо от их местоположения, демонстрируя фундаментальную взаимодополняемость между наземными сетями и спутниковыми технологиями.

Полезная нагрузка ELO 1 и ELO 2 размещены на спутниковой платформе, объединяющей несколько миссий. Они используются для поддержки начальных этапов службы ELO, производитель спутников: Loft Orbital, вес платформы, на которой размещены полезные нагрузки Eutelsat – 80 кг, полезная нагрузка ELO 1 и ELO 2 весят 8 кг. Планируется запустить ELO 3 и ELO 4, которые будут использоваться для расширения службы ELO, их масса составит 12 кг [8].

Другой французский проект – новая орбитальная группировка Kineis – будет реализован в рамках сотрудничества между космическим агентством Франции и спутниковым оператором Collecte Localisation Satellites (CLS).

В Eutelsat прогнозируют, что три основных отрасли составят 80% рынка спутникового IoT к 2030 году:

а) грузоперевозки и логистика: управление парком грузовых судов, поездов и грузовых автомобилей.

б) интеллектуальное сельское хозяйство: отслеживание поголовья скота и его мониторинг, цифровизация сельскохозяйственного оборудования, мониторинг почв и управление рыболовством.

в) энергетика и коммунальные сети: безопасность, эффективность и непрерывность в осуществлении критически важных операций благодаря мониторингу топливных и газовых хранилищ, нефте- и газопроводов, добывающих предприятий.

В России планируется разработать и запустить к 2030 году низкоорбитальную спутниковую систему «Марафон-IoT». По словам экспертов, реализация данного проекта будет осуществляться в рамках сформированного государственно-частного партнерства [9]. Запуск первых 4-х экспериментальных спутников планируется к 2024 году.

Сегменты, в которых может развиваться коммерческая космонавтика в России:

- разработка и удешевление ракет-носителей и космических аппаратов для выведения на орбиту полезной нагрузки, пилотируемых полетов и космического туризма;

- спутники и подсистемы для них, продажа данных со спутников, спутниковый интернет;

- сервисы на основе ДЗЗ (сегмент на стыке космоса и искусственного интеллекта);

- наземный сегмент, услуги по приему данных со спутников.

В случае, когда политика государства в отношении космоса предполагает размещение госзаказов в том числе у частных компаний, это приводит к стимулированию конкуренции, способствует снижению стоимости услуг и оборудования, поиску инновационных технологических решений.

Среди барьеров, препятствующих развитию частного космического бизнеса в России, эксперты называют:

- отсутствие поддержки частного бизнеса (в том числе в других отраслях) со стороны государства в целом;
- менталитет предпринимателей, неготовность инвестировать в рискованные проекты;
- неблагоприятный инвестклимат;
- практически непроходимые бюрократические процедуры, отсутствие нормативно-правовой базы для взаимодействия организаций, разработки и выпуска продукции в рамках частно - государственного партнерства.

В связи с описанными выше барьерами эксперты высказывают ряд ожиданий от государственной политики России в отношении ракетно-космической отрасли [10].

Среди основных:

Институциональные:

- разделение космической деятельности на военную и гражданскую;
- создание экосистемы для развития частного бизнеса в различных сегментах космической деятельности;
- актуализация юридической базы, регламентирующей космическую деятельность.

Технологические:

- повышение компетенций в производстве космических аппаратов и космической техники;

- совершенствование средств выведения полезной нагрузки;
- разработка и начало эксплуатации надежных ракетных двигателей нового поколения;
- серийное производство спутников;
- повышение надежности и срока службы космических аппаратов;
- модернизация, цифровизация ракетно-космического производства.

6 Предложения по разработке и созданию малых космических аппаратов

Предлагается рассмотреть возможность создания малых космических аппаратов (МКА) двух классов (от 50 до 100 кг и до 250 кг). С одной стороны, это позволит решать прикладные задачи - оказания услуг и предоставления сервисов конечным пользователям в наиболее крупном сегменте космического рынка, с другой стороны создаст основы для развития сегмента по созданию ракетоносителей (транспортных систем).

1) Основные задачи, решаемые перспективными космическими системами:

- обеспечение различных видов связи;
- сбор данных о космическом пространстве и наблюдение за объектами естественного и искусственного происхождения в космосе;
- дистанционное зондирование Земли;
- обеспечение потребителей навигационной информацией;
- проведение научных и экспериментальных работ, отработка новых технологических решений, получение лётной квалификации приборов и подсистем, в том числе преодоление технологических барьеров «дорожной карты» «Аэронет», а также в рамках комплекса работ по импортозамещению;
- реализация подходов проектного обучения в рамках реализации образовательных программ и подготовки специалистов.

2) Малые космические аппараты будут являться полезной нагрузкой для ракетоносителей, в том числе и новых разрабатываемых транспортных систем сверхлегкого класса, способных выводить на орбиту МКА массой до 250 кг.

Предлагается рассмотреть возможность построения комбинированных систем, например, связи с использованием в своем составе различных технических средств наземного и аэрокосмического сегментов: спутники, беспилотные воздушные суда (БВС), наземные станции.

БВС предназначены для дистанционного наблюдения/мониторинга и контроля местности, объектов, окружающей среды с передачей видеоизображения на землю в реальном масштабе времени.

Значительный прогресс в создании и использовании беспилотных авиационных систем (БАС) с БВС в своем составе объясняется тем, что они в большей степени, чем пилотируемые воздушные средства, отвечают требованию «стоимость-эффективность», а также минимизируют риск для жизни пилотов.

К типичным задачам БВС относятся: пограничное и морское патрулирование, поисково-спасательные работы, обнаружение лесных пожаров, мониторинг стихийных бедствий, измерение загрязнений, наблюдение за дорожным движением, инспектирование источников энергии и трубопроводов, наблюдение за земной поверхностью и т.д.

Способность БВС оставаться в воздухе длительное время и преодолевать значительные расстояния определяет необходимость дистанционного управления полетом, обеспечения постоянной связи с воздушным судном, получения фото и видео данных в режиме on-line.

В ходе эксплуатации БВС большой дальности появляется необходимость удаленно, вне зоны прямой радиовидимости отслеживать местонахождение беспилотника, оценивать состояние бортовых систем, получать телеметрическую и целевую информацию, изменять полетное задание. Эти задачи можно решать за счет использования созданных и создаваемых отечественных спутниковых технологий.

Существует мировой опыт создания таких комплексных систем и положительный опыт решения задач.

Примером является американская компания Иридиум.

«Иридиум» (англ. Iridium, от лат. Iridium — иридий) — всемирный оператор спутниковой телефонной связи. Покрытие составляет 100 % поверхности Земли, включая оба полюса. Одноимённая орбитальная группировка насчитывает 75 МКА (66 основных и 9 резервных) спутников,

расположенных на низких орбитах с наклоном $86,5^\circ$ и высотой 780 км, масса одного МКА - 860 кг [11].

Являясь единственной по-настоящему глобальной коммуникационной сетью, Иридиум позволяет компаниям, организациям и государственным органам сохранять связь со своими дистанционно управляемыми транспортными средствами в воздухе, на суше и на море.

Беспилотные аппараты остаются в зоне прямой видимости независимо от того, куда они отправляются. Это позволяет внедрять инновационные решения, которые делают работу транспортной системы безопаснее и эффективнее, в том числе во время:

- доставки посылок,
- управления дорожным движением,
- стихийных бедствий,
- поисково-спасательных операций,
- мониторинга окружающей среды и климата,
- научных исследований,
- дистанционного управления техникой,
- чрезвычайных ситуаций [12].

Беспилотные аппараты и спутниковая связь работают в большинстве перечисленных сфер.

а) Дистанционный контроль

Глобальная система спутниковой связи Iridium поддерживает проверку инфраструктуры, включая линии электропередачи, трубопроводы, железные дороги и многое другое. Это снижает риск возникновения угрозы и уменьшает затраты на проведение инспекций людьми в отдаленных местах. Это также позволяет персоналу полностью подготовиться и прибыть на место назначения со всем необходимым оборудованием для урегулирования ситуации.

б) Мониторинг окружающей среды

Комплекс беспилотных летательных аппаратов Iridium Connected простирается и за пределы обычной досягаемости человеком. Возможности лидара и теплового зондирования позволяют следить за труднодоступными районами, которые люди раньше не могли посетить из-за местоположения и/или рисков для безопасности.

в) Ликвидация чрезвычайных ситуаций

После стихийного бедствия сотовые сети часто выходят из строя. БВС с глобальной службой прямой видимости Iridium могут производить аэрофотосъемку и вести наблюдение, чтобы контролировать степень ущерба и помогать в восстановительных работах.

г) Тушение лесных пожаров

Когда пожары распространяются слишком быстро, спасатели могут отправить в горячую зону дроны, подключенные к системе Iridium, чтобы определить, где находятся основные очаги возгорания.

Эта информация поможет наземным службам ЧС разработать план действий и рассчитать правильное время и место воздушных доставок огнезащитных средств. Кроме того, траектория распространения огня может меняться, и такие возможности помогут пожарным командам отслеживать ситуацию и наиболее эффективно ликвидировать возгорание.

д) Морская программа

Морские дроны, подключенные к системе Iridium, могут помочь наблюдать за косяками рыб в любом из мировых океанов. Они также могут поддерживать профилирование океана и мониторинг климата, а также автономные грузовые перевозки, осуществляемые по воде.

Существуют практические примеры, как партнеры Iridium используют услуги глобальной спутниковой связи для решения проблем и выполнения задач, которые раньше были невозможны.

Swoor Aero, заказчик эфирного времени компании Kore, поставляет вакцины и медикаменты в отдаленные уголки мира с помощью беспилотных летательных аппаратов, подключенных к системе Iridium, это позволяет

контролировать местоположение и состояние упаковок, обеспечивает высокий уровень иммунизации детей в труднодоступных местах, и в этих случаях оказывается более экономичным способом транспортировки для оказания первичной медико-санитарной помощи.

Беспилотные воздушные суда Boreal's Iridium Connected при поддержке партнерской программы Atmosphere позволяют программе ReNovRisk собирать метеорологические данные.

Flylogix использует возможности глобальной спутниковой связи Iridium для преобразования удаленных операций. Их дроны, подключенные к сети Iridium:

- собирают данные о выбросах метана,
- исследуют моря,
- помогают реагировать на разливы нефти,
- измеряют выбросы загрязняющих атмосферу веществ.

Кроме этого, компания Flylogix сотрудничала с консультантами Кембриджа, чтобы обеспечить безопасное управление беспилотными летательными аппаратами из центрального пункта управления. Это снижает затраты, риски и воздействие на окружающую среду сбора данных морских исследований и производственной деятельности.

Авиационные решения Blue Sky Network, встроенные в технологию Iridium, обеспечивали критически важную двустороннюю связь для пилотов, доставлявших продовольствие и медикаменты на острова Индонезии после разрушительного землетрясения и цунами в Сулавеси в 2018 году.

Основными задачами перспективной отечественной космической системы на основе МКА будет являться обеспечение различных видов связи, преимущественно для БВС, а также беспилотных наземных и водных транспортных средств.

Например, для работы системы выбирается один аппарат, наиболее эффективный с учетом покрытия тех или иных интересующих районов. Работа идет просто: бортовая антенна на беспилотном летательном аппарате и

наземном пункте управления направлена на спутник, и через него борт с «землей» общаются, передавая команды управления, телеметрию и целевую информацию.

Для решения такого рода задач предлагается рассмотреть возможность создания МКА массой до 250 кг.

Вторым вариантом может являться создание МКА массой от 50 до 100 кг. Именно такой типоразмер позволит создавать в короткие временные сроки, менее экономически затратно платформы (своего рода полигоны) для отработки новых технологий, решений, приборов, которые в дальнейшем могут успешно функционировать на космических аппаратах длительного срока функционирования для решения прикладных целевых задач.

Каждый запускаемый технологический МКА должен комплектоваться экспериментальной аппаратурой, успешно прошедшей наземную отработку, и соответственно по составу аппаратуры будет уникальным. Выполнение целевых задач возможно только при условии согласованной работы космической системы в составе: МКА, наземный комплекс приема и обработки информации и наземный комплекс управления МКА.

В мире данный подход реализован на практике и доказал свою техническую и экономическую эффективность. Европейские и американские производители космической техники активно используют подход по созданию своих современных и высококонкурентных космических средств через предварительную экспериментальную отработку на Земле и в космосе в рамках пилотных проектов по ДЗЗ и космической связи.

Одним из предложенных подходов к реализации проектов по созданию МКА является решение технологических задач (проверка апробация технологий, получение лётной квалификации приборов по тематическим направлениям и приоритетным тематикам и технологическим барьерам) в рамках серии конкурсов ФСИ «Развитие НТИ» «дорожной карты «Аэронет». Информацию о тематиках для этих конкурсов в 2017-2019 гг., смотри в таблице 2.

Отработку и апробацию технологий при создании МКА можно проводить итерационно по мере развития головного проекта и готовности значимых контрольных результатов «дорожной карты».

Таблица 2

Значимый контрольный результат «дорожной карты» Аэронет» (утв. 24.06.2016 г.)	Тематическое направление дорожной карты (Продукт - техническая документация, макет, опытный образец, программа для ЭВМ, технологический регламент)
Созданы экспериментальные образцы бортовых технических средств системы управления полетами и сетевого взаимодействия БВС в общем воздушном пространстве– II квартал 2018 г. (п. 1.4)	Комплексированная (ГНСС + ИНС + СТЗ + магнитная навигационная система) бортовая навигационная система, сохраняющая работоспособность при отсутствии сигналов глобальных навигационных систем, в условиях отсутствия устойчивой связи, включая полеты в высоких арктических широтах, компоненты систем навигации по имеющимся пространственным 3D данным, обеспечивающие обнаружение и уклонение от препятствий, птиц, животных, людей, других движущихся технических средств.
Разработаны технологические основы для внедрения организованных множеств БАС в общее воздушное пространство в части БВС массой до 30 кг — IV квартал 2020 г. (п. 1.7)	Бортовое устройство, системное программное обеспечение, позволяющее осуществлять координацию полета множества БВС в реальном времени со взаимным оповещением и выдачей команд на автоматическую безопасную смену траектории движения, распределенное хранение данных роем в сетевом режиме, «прозрачное» добавление и удаление узлов беспроводной сети роя, самоорганизацию сети, назначение приоритетных и командных узлов сети, переназначение задач отдельным БВС, формирование роя, формирование строя, полета роя по маршруту без использования средств связи и глобальных навигационных систем.
Создание летного демонстратора новых технологий, сертификация и трансфер технологий для целей производства - IV квартал 2018 г. (п. 1.11)	Бортовой аппаратно-программный комплекс для обеспечения проводки водных судов или наземных транспортных средств в условиях Арктики, включая возможность выбора площадки для автономного взлета и посадки.
Создание летного демонстратора новых технологий, сертификация и трансфер технологий для целей производства - IV квартал 2018 г. (п. 1.11).	Технологические демонстраторы воздушно-космических летательных аппаратов, МКА и микроспутников, средств довыведения (СВ) грузов на околоземную орбиту

Продолжение таблицы 2

Значимый контрольный результат «дорожной карты» Аэронет» (утв. 24.06.2016 г.)	Тематическое направление дорожной карты (Продукт - техническая документация, макет, опытный образец, программа для ЭВМ, технологический регламент)
Создание летного демонстратора новых технологий, сертификация и трансфер технологий для целей производства - IV квартал 2018 г. (п. 1.11).	Бортовые системы ориентации, взаимодействия, стыковки и средства связи для МКА массой до 100 кг.
Проведены исследование, обоснование и разработка базовых технологий, обеспечивающих возможность организации через единую глобальную защищённую телекоммуникационную среду сетевых сервисов по передаче данных — IV квартал 2025 г. (п. 1.12)	Экспериментальный наземный малогабаритный автономный, с низким энергопотреблением терминал обмена короткими сообщениями через спутники, с характеристиками перспективных LoRa-терминалов. Экспериментальная бортовая аппаратура ретрансляции сообщений на наземные станции сопряжения. Прототип наземной станции сопряжения. Прототип сервисной платформы открытой архитектуры, предназначенной для сбора и анализа собранной датчиковой информации. Спецификации на открытые протоколы обмена данными, открытую архитектуру сервисной платформы обработки данных.
Создание летного демонстратора новых технологий, сертификация и трансфер технологий для целей производства - IV квартал 2018 г. (п. 1.11).	Сенсоры и преобразующая аппаратура оптического, теплового, гиперспектрального, радиолокационного зондирования поверхности, радиолокационные станции бортового обзора, в том числе, с функцией распознавания образов людей, животных, транспортных средств и потоков, мобильных и стационарных объектов для обеспечения мониторинга, подсчета наблюдаемых объектов и выявления их характерных признаков, а также для выявления признаков чрезвычайных ситуаций
Создание летного демонстратора новых технологий, сертификация и трансфер технологий для целей производства - IV квартал 2018 г. (п. 1.11).	Магнитомеры, средства измерения тепловых, электромагнитных и иных физических полей, предназначенные для поиска полезных ископаемых
Создание летного демонстратора новых технологий, сертификация и трансфер	Разработка технологий для сверхлегких ракет - носителей (СЛРН) малых космических аппаратов

Продолжение таблицы 2

Значимый контрольный результат «дорожной карты» Аэронет» (утв. 24.06.2016 г.)	Тематическое направление дорожной карты (Продукт - техническая документация, макет, опытный образец, программа для ЭВМ, технологический регламент)
технологий для целей производства - IV квартал 2018 г. (п. 1.11).	
Создание летного демонстратора новых технологий, сертификация и трансфер технологий для целей производства - IV квартал 2022 г. (п. 1.11).	Разработка технологий проектирования, серийного изготовления и испытаний малых космических аппаратов (МКА), включающих высокоинтегрированные модули бортовых подсистем, с целью создания быстроразвертываемых многоспутниковых систем, на примере: технологического МКА для отработки технологий IoT.
	Технологии малых космических аппаратов (МКА), в том числе: двигатели ориентации и двигатели межорбитальных буксиров, электрореактивные (ЭРД) и ионные двигатели; компактные бортовые источники энергии; комплексы интегрированной бортовой электроники, построенные на основе коммерческой компонентной базы, оптические системы связи.

Варианты создания космических аппаратов, функции, решаемые задачи представлены в таблице 3.

Таблица 3 - Варианты создания космических аппаратов, функции, решаемые задачи

Параметр	МКА массой до 100 кг платформа (без полезной нагрузки) до 50 кг	МКА массой до 250 кг платформа (без полезной нагрузки) до 150 кг
Цели создания	<u>Оказание услуг (предоставление сервисов):</u> -интернета вещей (IoT) (безопасный город, умный дом и т.д.); -связи (например AIS, радиосигнал); -предоставления данных геоинформационных сервисов в интересах бизнеса, науки, культуры, населения на основе ДЗЗ. Потенциальные клиенты: строительная и нефтегазовая отрасли, сельское и лесное хозяйство, речное и морское судоходство, органы федерального и регионального надзора и чрезвычайных ситуаций, операторы предоставления услуг и т. д.	<u>Оказание услуг (предоставление сервисов):</u> -интернета вещей, (безопасный город, умный дом и т.д.); -связи (в том числе при помощи созданных комбинированных систем с применением БВС и наземного сегмента); -предоставления данных геоинформационных сервисов в интересах бизнеса, науки, культуры, населения на основе ДЗЗ; -метеорологии; -навигации. Потенциальные клиенты: строительная и нефтегазовая отрасли, сельское и лесное хозяйство, речное и морское судоходство, органы федерального и регионального надзора и чрезвычайных ситуаций, операторы предоставления услуг и т. д.

Продолжение таблицы 3

Параметр	МКА массой до 100 кг платформа (без полезной нагрузки) до 50 кг	МКА массой до 250 кг платформа (без полезной нагрузки) до 150 кг
Цели создания	<u>Проведение научно-технологических экспериментов:</u> - обеспечение летной квалификации перспективной многофункциональной негерметичной платформы для спутников массой до 100 кг, приборов бортовых систем и полезных грузов; - отработка технологии выведения на рабочую орбиту с помощью новой разрабатываемой транспортной системы; - обеспечение летной квалификации перспективных приборов, проверка эффективности применения разработанных в рамках «дорожных карт» НТИ технологий Потенциальные клиенты: научные и образовательные организации, стартапы, промышленные предприятия, операторы предоставления услуг	<u>Проведение научно-технологических экспериментов:</u> - обеспечение летной квалификации перспективной многофункциональной негерметичной платформы для спутников массой до 250 кг приборов бортовых систем и полезных грузов; - отработка технологии выведения на рабочую орбиту с помощью новой разрабатываемой транспортной системы; - обеспечение летной квалификации перспективных приборов, проверка эффективности применения разработанных в рамках «дорожных карт» НТИ технологий Потенциальные клиенты: научные и образовательные организации, стартапы, промышленные предприятия, операторы предоставления услуг
Количество МКА	От одного	От одного
Высота орбиты	от 500 до 1500 км	от 500 до 1500 км
Энергетическая мощность	до 500 Вт (пиковая)	до 3000 Вт (пиковая)

7 Подходы к реализации проектов, предложения по формированию требований к кооперации и оценке стоимости проектов

В данном случае космический аппарат будет являться составной частью космической системы.

В связи с этим, с целью определения стоимости всего проекта, должны быть учтены затраты по разработке МКА в целом, включая затраты на разработку платформы и полезной нагрузки, его запуску, эксплуатации, разработке (доработке) наземного сегмента, в т.ч. терминалов конечного пользователя, услуги операторов, которые будут определены головными исполнителями в разделе технико-экономического предложения на этапе Эскизного проекта.

Исходя из этого, предлагается работу выполнять в несколько этапов:

1 этап - разработать Эскизный проект на всю систему (комплексный проект), чтобы определить варианты построения системы для решения целевых задач (количество космических аппаратов, беспилотных воздушных судов (для проекта с БАС), условия функционирования и эксплуатации, основные требования к технической реализации, варианты запуска, способы доведения услуги до конечного пользователя, состав потенциальных головных предприятий, которые будут ответственны за разработку и обеспечение решения задач каждым элементом системы (комплексного проекта) и т.п.

По результатам должны быть определены организации, ответственные за:

- администрирование и финансирование комплексного проекта и его составных частей;
- функционирование и эксплуатацию всей системы;
- разработку, создание и эксплуатацию МКА в целом;
- разработку отдельных приборов и систем, ключевых технологий для

работоспособности элементов и комплексной системы в целом;

- запуск МКА;
- наземный сегмент (разработчик наземного оборудования, оператор, поставщик конечной услуги и т.п.);
- авиационный сегмент (в случае проекта с БАС);
- другие заинтересованные участники.

Такой подход позволит на начальном этапе согласовывать и взаимоувязывать функционирование систем и подсистем, сократить сроки и финансы на доработку (переработку) систем и подсистем, выполненных на ранних этапах, учитывать весь объем работ средств, необходимый для успешной реализации всего проекта в целом, а не отдельно взятого космического аппарата, транспортной системы, прибора или наземного терминала.

Результатом разработки Эскизного проекта должно стать Техническое задание на комплексный проект. По итогам защиты Эскизного проекта должны быть приняты принципиальные решения о дальнейшей реализации комплексного проекта.

2 этап – разработать частные Эскизные проекты на составные сложные элементы комплексного проекта (МКА, платформу МКА, полезную нагрузку и т.п.).

Результатом разработки частных Эскизных проектов должны стать частные Технические задания на составные части элементов всей системы.

Дальнейшее развитие проектов должно проходить с учётом основных этапов жизненного цикла высокотехнологичной инновационной продукции. Общие подходы к планированию реализации работ по созданию МКА представлены на графике реализации работ (смотри рисунок 8). Сроки могут сдвигаться вправо. Такой сдвиг может быть связан с более поздним сроком начала финансирования работ, с объёмом включения новых разработок

(технологий), требующих более тщательной проработки, максимальное использование приборов отечественного производства (импортозамещённых), на разработку и отработку которых также требуются дополнительные ресурсы.

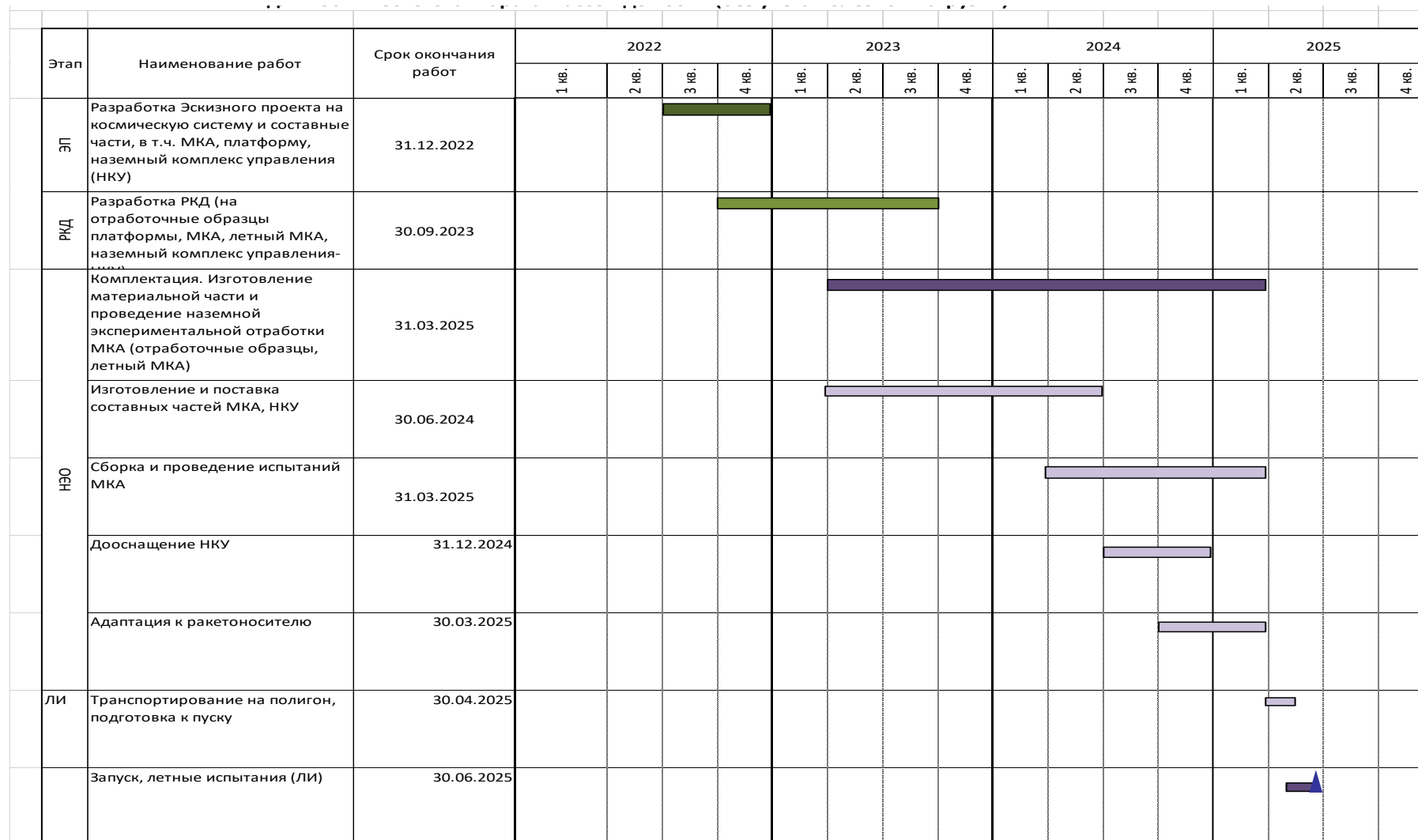


Рисунок 8 – Генеральный график создания элементов космической системы (без учёта полезной нагрузки МКА).

Критерием качества и успеха реализации всего комплексного проекта будет являться разработка унифицированной космической платформы (УКП) микро класса, позволяющей создавать на ее базе МКА различного целевого назначения, в полной мере соответствующих мировым тенденциям развития космической техники и рынка спутниковых услуг, а также отвечающих современным техническим требованиям к МКА.

Повышение доли инновационных технических решений в разработках будет способствовать повышению конкурентоспособности, быстрому внедрению и развитию прорывных технологий.

Платформа МКА под условным названием «НТИ» предназначена для её использования в качестве базового модуля при создании МКА различного целевого назначения.

Эффективность должна достигаться путём решения задач по унификации МКА – приведения к единообразию технических характеристик спутника и его составных систем, технологических процессов, методов и средств испытаний, сокращение трудозатрат, а именно:

- применения в МКА ранее разработанных, освоенных в производстве и апробированных в эксплуатации составных частей на уровне систем, приборов деталей;

- выбора ограниченной номенклатуры унифицированных составных систем (модулей);

- выбора рациональной номенклатуры режущего и измерительного инструмента, нестандартизированного и испытательного оборудования;

- использования единого отработанного силового модуля (имитатора силовой конструкции) и неизменной конструктивно-силовой схемы всей

платформы, за счет чего существенно будут снижаться затраты на проведение наземной экспериментальной отработки;

- обеспечения многофункционального комплексирования приборов и систем (сборка системы и демонстрация ее работоспособности.) В процессе комплексирования полностью готовые компоненты и подсистемы впервые соединяются друг с другом в единое функциональное целое.

Большинство модулей в своем составе должны иметь ранее разработанные и имеющие летную квалификацию приборы и оборудование, что позволит сделать платформу еще более дешевой и привлекательной для потенциальных заказчиков за счет минимизации рисков.

Все приборы и оборудование, входящие в состав модульной космической платформы, должны быть разработаны в Российской Федерации и построены на элементной базе отечественного производства или стран, не ограничивающих поставки своей продукции в РФ.

Каждый модуль в отдельности является подсистемой платформы и представляет собой функционально и конструктивно обособленный узел, который имеет четко определенные механические, электрические и тепловые интерфейсы. Каждый модуль экспериментальной платформы должен пройти полный цикл наземной отработки (электрической, механической и термовакуумной). Для последующих платформ модули могут проходить минимально необходимый (в объеме приемосдаточных испытаний) объем проверок (электрических, механических и термовакуумных).

Для достижения унификации должна быть определена необходимая и достаточная номенклатура нестандартизированного и испытательного оборудования для создания МКА различных типов. Использование того или иного оборудования должно будет определяться в технологических инструкциях, программах и методиках испытаний, документации.

Технико-экономические преимущества создания МКА на базе УКП по сравнению с моноблочным изготовлением МКА:

- сокращение сроков проектирования, изготовления и наземных испытаний;
- снижение издержек производства и запуска.

Платформа представляет собой модуль, объединяющий все бортовые служебные системы, которые должны обеспечивать работу полезной нагрузки.

Базовый состав платформы включает в себя следующие системы:

- бортовой комплекс управления;
- система ориентации и стабилизации;
- система электропитания;
- система коррекции;
- система терморегулирования;
- антенно-фидерные устройства;
- бортовая кабельная сеть;
- конструкция платформы и механические устройства.

Спроектированная платформа «НТИ» должна обеспечивать создание космических аппаратов со стартовой массой до 100 или до 250 кг, без учета переходной системы – адаптера между спутником и средствами выведения. Масса полезной нагрузки (оптико-электронная аппаратура, научное оборудование, антенны, экспериментальные приборы, и т.д.), может составлять от 50 до 120 кг соответственно, в зависимости от целевой задачи и типа разрабатываемого МКА, мощность системы электропитания для полезной нагрузки (пиковая) до 500 Вт для МКА до 100 кг, до 3000 Вт для МКА массой до 250 кг.

Платформа «НТИ» должна обеспечивать САС КА не менее 1 года для технологического МКА-демонстратора и не менее 7 лет для штатного МКА.

При проектировании и разработке модульной платформы могут быть заложены следующие принципы построения:

- размещение каждой системы обеспечения аппарата на отдельном, законченном конструктивном модуле;
- удобное и четкое определение механических, электрических и тепловых интерфейсов между модулями платформы;
- возможность проведения независимых и параллельных испытаний и изготовления отдельных модулей платформы.

Для успешного создания и функционирования космической системы и решения задач целевого назначения необходимо изготовить МКА-демонстратор.

Проработанные технологии и созданный задел позволят:

- демонстрировать потенциальному заказчику технические решения и принципы построения элементов космической системы;
- отработать заложенные технические и технологические решения (получить лётную квалификацию новым приборам);
- сократить сроки разработки и создания штатных МКА в интересах заказчика за счёт уже выполненного задела и базового объёма работ при разработке МКА и использования модульного принципа построения;
- сократить стоимость за счёт сокращения сроков и использования созданного интеллектуального, материального, технологического задела, внедрения технологий серийного производства;
- повысить качество за счёт разработанных технологических процессов и изготовленного специализированного технологического оборудования.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Мировой рынок космических услуг включает в себя первичный и вторичный рынок. Внутренний рынок России и стран СНГ составляет значительную часть мирового первичного и вторичного космического рынка.

Очень важным и актуальным направлением в России в настоящее время является вопрос импортозамещения. Чтобы обеспечить стабильное и независимое информационное обеспечение на территории РФ с помощью аэрокосмического сегмента, необходимо разработать и создать отечественные сегменты космической системы (МКА и комплектующие, БАС и комплектующие, транспортные системы, наземные станции, терминалы и т.п.). При таком подходе вопросы коммерциализации, продвижения и позиционирования на мировом рынке могут уходить на второй план, а источниками финансирования могут быть целевые государственные программы (субсидии, гранты и т.п.).

Необходимо добиваться возможности финансировать российскую космическую промышленность через комплексные программы формирования в России первичного космического рынка товаров и услуг, а в перспективе – и от доходов от этого растущего рынка.

В качестве важнейшего механизма коммерциализации космической деятельности следует рассматривать частно-государственное партнерство. Для успешного осуществления предпринимательской деятельности по созданию массовых услуг космического профиля на государственном законодательном уровне необходимо совершенствовать нормативно-правовую базу и финансово-кредитные механизмы, механизмы субсидирования в интересах развития частно-государственного партнерства.

Виды космических услуг, их показатели, свойства, стоимость, пространственная доступность и т. д. в большой степени зависят от технических возможностей и характеристик созданных элементов инфраструктуры космических услуг.

Важным моментом является определение уже на стадии проектирования космической системы её оптимальной конфигурации: ракета-носитель, космический аппарат, целевая аппаратура, наземные центры сбора информации или центры предоставления космических услуг. Такой подход позволит учесть ресурсные, экономические, технические факторы (требования) на начальном этапе создания системы, что позволит выстроить работу более лаконично. Это позволит сократить ресурсы (финансовые, кадровые, бюрократические), которые могут быть затрачены на доработку (подстройку) элементов космической системы, в случае если они будут разрабатываться независимо.

Ещё одним важным подходом при разработке и создании новой космической техники является использование принципов миниатюризации, унификации и модульности при разработке сложных технических систем, в т.ч. МКА.

Мировая практика показывает, что целесообразно рассматривать одновременно максимально возможное решение комплекса прикладных задач с помощью МКА, например, связь или ДЗЗ, и отработку технологий, научные исследования и отработка технологий и т.п.

В отчёте даны предложения по формированию и продвижению проектов по созданию отечественных МКА массой от 50 до 100 кг и до 250 кг как инструментов для оказания глобальных космических услуг (составных частей космических систем), которые соответствуют мировому уровню космических услуг и в перспективе станут:

- потенциальной полезной нагрузкой для сверхлегкой ракеты-носителя (транспортной системы), разрабатываемой в рамках конкурса, проводимого АНО «ЦЕНТР «АЭРОНЕТ»;

- основой (составной частью) создаваемых отечественных аэрокосмических сегментов, которые будут решать целевые задачи в интересах РФ и граждан,

- испытательным полигоном (отрабочной площадкой) для преодоления технологических барьеров, реализации «дорожных карт» НТИ по направлению «Аэронет» и отработки технологий для импортозамещения в интересах космической отрасли РФ в рамках частно-государственного партнёрства.

Предлагается сосредоточить внимание на создании экспериментальных (демонстрационных) МКА, основными задачами которых, в широком смысле, можно считать:

- разработку и экспериментальную отработку российской электронной и компонентной базы, создаваемой в рамках решения задачи полного замещения импортных электрорадиоизделий;

- разработку и экспериментальную отработку универсальной космической платформы для малых космических аппаратов (до 100 кг и (или) до 250 кг), создаваемой полностью на отечественной элементной базе и способной обслужить целевую нагрузку для решения задач ДЗЗ и связи и т.п.;

- разработку и экспериментальную отработку целевой аппаратуры российского производства, создаваемой с применением инновационных и прорывных технологий и технических решений с применением полностью российской элементной и электронной компонентной базы;

- разработку и экспериментальную отработку методов планирования применения МКА по целевому назначению, управлению МКА, приема, обработки, интерпретации и доведения до потребителей информационных продуктов или услуг связи;

- создание технологии для экспериментальной отработки на постоянной основе всех составных частей МКА, разрабатываемых российскими предприятиями с учетом бурного развития рынка электронной компонентной базы, появления новых материалов и конструкторских решений.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

Ссылки на документы:

1. Указ Президента РФ от 14 января 2014 года № Пр-51 «Основы государственной политики в области использования результатов космической деятельности в интересах модернизации экономики Российской Федерации и развития ее регионов на период до 2030 года»
2. Введение в ракетно-космическую технику. Учебное пособие. Том 2./А.П. Аверьянов, Л.Г. Азаренко, Г.Г. Вовкин, Н.А. Кащеев, Л.А. Мачнева, В.С. Чаплинский. – М.: Инфра-Инженерия, 2018. – 38 с.
3. Satellite-Based Earth Observation. Market Prospects to 2024. Euroconsult Research Report. Euroconsult. 2018. P. 41–47
4. Global satellite-based Earth observation 8th ed. [Electronic resource]. URL: http://starhub.sa-catapult.co.uk/wordpress/wp-content/uploads/2018/09/NSR_EO8_Brief.pdf (date of access: 28.03.2022).
5. Satellites to be Built & Launched [Электронный ресурс]. URL: <http://www.euroconsult-ec.com/research/satellites-built-launched-by-2025-brochure.pdf> (дата обращения: 28.03.2022).
6. Тюлин А.Е. Повышение конкурентоспособности услуг дистанционного зондирования Земли на основе комплексного подхода к развитию компетенций АО «Российские космические системы» // Бизнес в законе. 2016. № 6. С. 28–30
7. АО «Терратех» [сайт]. URL: <https://terratech.ru/> (дата обращения: 28.02.2022).
8. Eutelsat [[сайт]]. URL: <https://www.eutelsat.com/en/satellites/elfleet.html> (дата обращения: 28.02.2022).
9. Космические планы для интернета вещей [Электронный ресурс]. URL: <https://www.rspectr.com/articles/707/kosmicheskie-plany-dlya-interneta-veshej> (дата обращения: 25.03.2022)

10. Российская космическая отрасль: ожидания бизнеса и общества
Результаты экспертного исследования Платформа центр социального
проектирования МОСКВА | 2019

11. Википедия. Свободная энциклопедия [Электронный ресурс].
<https://ru.wikipedia.org/wiki/Иридиум>

12. Иридиум [[сайт]]. <https://iridium-russia.com/blog/bespilotnye-apparaty.html>

Используемые источники:

1. Болсуновский М.А. Геоиндустрия 3.0/4.0: что ждет рынок через 15 лет? [Электронный ресурс]. Режим доступа: <https://www.geoinfo.ru/product/bolsunovskij-mihail-aleksandrovich/geoindustriya-3-0-4-0-cto-zhdet-rynok-cherez-15-let-37742.shtml> (дата обращения: 28.03.2021).

2. Бухарицин А.П. Состояние и перспективы развития рынка услуг по сбору и обработке спутниковых данных дистанционного зондирования Земли // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2021. – № 3. – С. 85-91; URL: <https://applied-research.ru/ru/article/view?id=13195> (дата обращения: 23.02.2022).

3. ГОСТ Р 53802-2010 «Системы и комплексы космические. Термины и определения» [Электронный фонд правовых и нормативно-технических документов] URL: <https://docs.cntd.ru/document/1200083920>.

4. Данные со спутников дистанционного зондирования Земли сделают общедоступными для всех потребителей [Электронный ресурс]. URL: <https://cgkipd.ru/press-office/smi/dannye-so-sputnikov-distantcionnogo-zondirovaniya-zemli-sdelayut-obshchedostupnymi-dlya-vsekh-potreb/> (дата обращения: 26.02.2022).

5. Космические планы для интернета вещей (rspectr.com)

6. Коммерциализация российских данных дистанционного зондирования Земли ускорит национальный рынок геоинформационных услуг

//Российские космические системы [Электронный ресурс]. URL: <http://russianspacesystems.ru/2018/10/30/kommercializaciya-rossiyskikh-dannykh/> (дата обращения: 28.03.2021).

7. АО «Российские космические системы» [сайт]. URL: <https://russianspacesystems.ru/>.

8. ГК «Роскосмос» [сайт]. URL: <https://www.roscosmos.ru/>.

9. ООО «Газпром СПКА» [сайт]. URL: <https://www.gazprom-spka.ru/ru/>.

10. Пришло время космического предпринимательства | Тенденции на РБК+ [Электронный ресурс]. URL: rbc.ru

11. [.Размер рынка малых спутников, рост, анализ, прогноз к 2030 году \[Электронный ресурс\] URL:alliedmarketresearch.com.](https://alliedmarketresearch.com)

12. Райкунов Г.Г. Проблемные вопросы дистанционного зондирования Земли в России // Космонавтика и ракетостроение. 2018. № 2 (59). С. 3–11.

13. Рябов И.В. Анализ текущей и перспективной структуры мирового рынка информационных ресурсов ДЗЗ // Актуальные проблемы экономики, управления и права: материалы межвузовской конференции. М.: ИНЭП, 2010. С. 91–96.

14. Характеристика мирового рынка космических технологий - Россия на мировом рынке космических технологий [Электронный ресурс] studwood.ru.

15. <https://www.ecoruspace.me> [Электронный ресурс].