



САМАРСКИЙ
УНИВЕРСИТЕТ



Центр
Коммерческого
Космоса



2022

ОТЧЕТ

МАРКЕТИНГОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ


«Анализ потребностей рынка, интересов частных коммерческих организаций, занимающихся разработкой изделий и предоставлением услуг в области космонавтики и сопряженных технологий»

www.kosmos.ssau.ru



«УТВЕРЖДАЮ»

Ректор ФГАОУ ВО «Самарский
национальный исследовательский
университет имени академика
С.П. Королёва», профессор, д.э.н.


Богатырев В.Д.

ОТЧЕТ

МАРКЕТИНГОВОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ

**«Анализ потребностей рынка,
интересов частных коммерческих организаций, занимающихся
разработкой изделий и предоставлением услуг
в области космонавтики и сопряженных технологий»**

Директор ЦКК

Самарского университета



Дорошин А.В.

2022г.

АННОТАЦИЯ

Настоящее исследование направлено на изучение структуры, возможностей и направлений развития рынка коммерческого (гражданского) космоса, в том числе в рамках проведения исследований, разработок, производства, испытаний элементов и образцов аэрокосмической техники, а также предоставления услуг в области сопряженных космических технологий, реализуемых государственными и частными организациями.

Отчет сформирован в рамках выполнения мероприятий «дорожной карты» развития Центра коммерческого космоса (<http://kosmos.ssau.ru>) Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королёва (г. Самара). «Дорожная карта» разработана совместно с АО «Ракетно-космический центр «Прогресс», БГТУ «Военмех» имени Д.Ф. Устинова» и утверждена Государственной корпорацией по космической деятельности «Роскосмос».

Отчет представляет собой структурированный обзор (тематическую компиляцию), составленный на основе известных материалов из открытых источников, не претендующий на полноту раскрытия заявленной проблематики и не дающий оценок содержательной корректности компилируемых материалов.

Отчет подлежит дальнейшему развитию и изменению с учетом получения результатов опроса основных «игроков» частной космонавтики, изменения экономической ситуации страны и условий формирования рынка.

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	6
АНАЛИЗ МИРОВОГО РЫНКА В ОБЛАСТИ КОСМОНАВТИКИ И СОПРЯЖЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ.....	7
Международное космическое право	7
Космическое право США	10
Национальное космическое законодательство в государствах - членах Европейского Союза	13
Люксембург: космический закон	15
Соглашение Артемиды	16
ЧАСТНОЕ ПАРТНЕРСТВО В СФЕРЕ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА	19
Частные европейские компании.....	19
Соединенные штаты Америки.....	22
Опыт Японии	26
РЫНОК ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА.....	29
Обзор мирового рынка ДЗЗ	29
Коммерциализация данных и услуг ДЗЗ	32
Роль и перспективы применения данных и услуг ДЗЗ в различных сегментах рынка.....	32
Прогноз развития рынка данных ДЗЗ и дополнительных услуг в сегментах рынка	34
Этапы создания стоимости данных и услуг ДЗЗ	36
Малые спутники в современной космической деятельности	36
Причины, способствующие росту популярности МКА среди участников космической деятельности	37
Группы современных МКА	38
Применение и реализация.....	38
Наноспутники	39
Пикоспутники	40
Фемтоспутники	40
Вопросы, требующие ответов	41
Резюме	42
ПРОГНОЗЫ ЭКСПЕРТОВ ПО НАИБОЛЕЕ ПЕРСПЕКТИВНЫМ УСЛУГАМ.....	44
Революция стоимости доставки грузов на орбиту	46
Дисксаты – двумерные контейнерные спутники.....	48
Проблема космического мусора и перенаселенности орбит	50
Чего ждать к 2035 году?.....	51
Луна — это сырьевая база для дальнейшего освоения космоса	51
Ключевой момент — водяной двигатель	52
Астероиды как главный приз	53

Планируемые проекты космической индустрии в перспективе до 2050г.....	53
Куда все двинется после 2050 года?	55
Дорожная карта и экономика процесса	56
Лунная экономика	58
Космические запуски (Orbital Space Launches).....	59
Малоразмерные спутники (Smaller satellites).....	61
АНАЛИЗ РОССИЙСКОГО РЫНКА В ОБЛАСТИ КОСМОНАВТИКИ И СОПРЯЖЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ	66
Оценка общей ситуации на Российском рынке.....	66
Основные Российские космические предприятия.....	66
Структура рынка ДЗЗ и геоданных.....	67
Ремонтируемые в космосе спутники	71
СФЕРА.....	72
Российский рынок космонавтики в условиях санкций.....	76
«КОСМИЧЕСКИЕ» РАЗРАБОТКИ САМАРСКОГО УНИВЕРСИТЕТА.....	79
Орбитальный «уборщик».....	79
Методы производства деталей аэрокосмической техники из сплавов последнего поколения.....	79
Космический парусник без использования топлива	79
Охладитель для улучшения «зоркости» спутников	80
Экспериментальная ракета нового поколения.....	80
Сверхлегкая оптика для наноспутников.....	80
Создание методики, предсказывающей гравитацию астероидов и комет	81
Создание инновационного покрытия для защиты ракетных двигателей.....	81
Оптимизация производства техники для космической отрасли	82
Создание новых моделей аппаратов для освоения дальнего космоса.....	82
Аппаратура для испытаний экстремальной электроники в космосе	82
Автомат для 3D печати еды в космосе	83
Наноспутник для изучения ионосферы	83
«Космическая» коробка передач.....	84
Робот для спасения космонавтов в открытом космосе	85
СПИСОК ИСТОЧНИКОВ	86

ВВЕДЕНИЕ

Целью настоящего маркетингового исследования является изучение структуры, возможностей и направлений развития рынка коммерческого (гражданского) космоса, в том числе в рамках проведения исследований, разработок, производства, испытаний элементов и образцов аэрокосмической техники, а также предоставления услуг в области сопряженных космических технологий, реализуемых государственными и частными организациями.

В качестве основных задач настоящего маркетингового исследования можно указать:

- анализ общего состояния рынка коммерческого космоса;
- обзор сведений о правовой и финансовой составляющих в области космонавтики и сопряженных технологий;
- обзор текущей ситуации на мировом и российском рынке разработок и услуг в области космонавтики и сопряженных технологий;
- определение целевых потребителей услуг в сегменте коммерческого космоса.

Отчет интегрирует совокупность самостоятельных материалов сторонних авторов и ресурсов [1-59] на принципах составительства производных произведений* и выполняет исключительно информирующую функцию в интересах тематического ознакомления лиц и организаций, интересующихся вопросами структуры, емкости, возможностей и направлений развития рынков, связанных с исследованиями, разработкой, производством и испытаниями элементов и образцов аэрокосмической техники, а также с предоставлением услуг в области сопряженных космических технологий.

* - Гражданский кодекс Российской Федерации (часть четвертая) от 18.12.2006 N 230-ФЗ (ред. от 14.07.2022). Статья 1260. Переводы, иные производные произведения. Составные произведения.

АНАЛИЗ МИРОВОГО РЫНКА В ОБЛАСТИ КОСМОНАВТИКИ И СОПРЯЖЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Международное космическое право

В последнее десятилетие ввиду активного развития деятельности по освоению и использованию космоса частных компаний остро поднимается вопрос об их правовом статусе. Изначально космическое пространство и любая деятельность в нём считались объектом только межгосударственного регулирования, поскольку планировалось использование космического пространства, в первую очередь, в военных целях. Однако в связи с заинтересованностью физических лиц в освоении космоса, стали появляться различные частные компании, имеющие правовой статус юридических лиц. Существующее международное космическое право (далее - МКП) имеет ряд ограничений и запретов для государств, однако в отношении физических и юридических лиц международное право не имеет достаточных оснований для регулирования их деятельности. В частности, данной «лазейкой» успешно воспользовались США, на законодательном уровне закрепив положения о том, что международные обязательства США не подразумевают обязательства для его юридических и физических лиц, что, в свою очередь, предоставляет свободу действий для частных компаний в разрезе международного права¹.

МКП существует на протяжении более 50 лет. Активное освоение космоса государствами, транснациональными компаниями (ТНК), частными компаниями подразумевает необходимость закрепления статуса космического пространства, небесных тел, определения допустимых и запрещенных действий в космическом пространстве и т.д. на правовом уровне.

История создания и развития международного космического права.

13 декабря 1957 года - создание **Комитета по использованию космического пространства в мирных целях** (далее - Комитет по космосу). Является специальным комитетом Организации Объединенных Наций (ООН), провозглашен резолюцией 1348 (XIII) «Вопрос об использовании космического пространства в мирных целях» на 792-м пленарном заседании Генеральной Ассамблеи ООН 13 декабря 1958 года и окончательно учрежден резолюцией 1472 (XIV) «Международное сотрудничество в области использования космического пространства в мирных целях» на 856-м пленарном заседании Генеральной Ассамблеи ООН 12 декабря 1959 года. Основными задачами работы Комитета являются обозрение международного сотрудничества и изучение мер по претворению в жизнь программ использования космического пространства в мирных целях, а также изучение правовых проблем, возникающих при исследовании космического пространства².

В состав Комитета входят два подкомитета:

➤ научно-технический подкомитет (НТПК) – применение космических технологий, долгосрочная устойчивость космической деятельности, использование ядерных источников энергии в космосе, космический мусор;

¹ Шинкарецкая, Г. Г. Международное космическое право и юридические лица / Г. Г. Шинкарецкая // Труды Института государства и права РАН. - 2020. - Том 15. - № 1.

<https://cyberleninka.ru/article/n/mezhdunarodnoe-kosmicheskoe-pravo-i-yuridicheskie-litsa>

² Комитет по использованию космического пространства в мирных целях. Википедия.

https://ru.wikipedia.org/wiki/Комитет_по_использованию_космического_пространства_в_ми_рных_целях

➤ юридический подкомитет (ЮПК) – правовые вопросы, возникающие при осуществлении программ исследования космоса.

Комитет наблюдает за статусом и применением пяти Договоров ООН по космосу.

13 декабря 1963 года - принятие **Декларации правовых принципов, регулирующих деятельность государств по исследованию и использованию космического пространства**. Принцип 2 Декларации подразумевает, что космическое пространство и небесные тела открыты для исследования и использования всеми государствами на принципе равенства и в соответствии с международным правом. Принцип 5 закрепляет, что государства несут международную ответственность за национальную деятельность в космическом пространстве независимо от того, осуществляется ли она правительственными или неправительственными органами, и за обеспечение соответствия национальной деятельности принципам, изложенным в настоящей Декларации. Деятельность неправительственных органов в космическом пространстве проводится с разрешения и под постоянным наблюдением соответствующего государства³.

Далее представлено 5 ключевых документов международного космического права, которые находятся в ведении Комитета по космосу⁴.

19 декабря 1966 года - подписание **Договора о принципах деятельности государств по исследованию и использованию космического пространства, включая Луну и другие небесные тела** (далее - Договор о космосе). Принят резолюцией 2222 (XXI) Генеральной Ассамблеи от 19 декабря 1966 года. Является основой международного космического права. Поскольку в конце 50-х - начале 60-х гг. XX века только началось освоение космоса, создатели космического права практически не задумывались над статусом космического пространства или небесных тел, а стремились регулировать поведение тех, кто выходит в космос, а это были исключительно государства. Данный документ является одним из важнейших документов ООН, его иногда называют «самым успешным продуктом правотворчества в рамках ООН».

19 декабря 1967 года - принятие **Соглашения о спасании космонавтов, возвращении космонавтов и возвращении объектов, запущенных в космическое пространство**. Принята резолюцией 2345 (XXII) Генеральной Ассамблеи ООН от 19 декабря 1967 года.

29 ноября 1971 года - принятие **Конвенции о международной ответственности за ущерб, причиненный космическими объектами**. Принята резолюцией 2777 (XXVI) Генеральной Ассамблеи ООН от 29 ноября 1971 года.

12 ноября 1974 года - принятие **Конвенции о регистрации объектов, запускаемых в космическое пространство**. Принята резолюцией 3235 (XXIX) Генеральной Ассамблеи ООН от 12 ноября 1974 года.

5 декабря 1979 года - подписание **Соглашения о деятельности государств на Луне и других небесных телах**. Принято резолюцией 34/68 Генеральной Ассамблеи ООН от 5 декабря 1979 года.

Также ООН закрепила **Принципы, касающиеся дистанционного зондирования Земли из космического пространства** (приняты резолюцией 41/65 Генеральной Ассамблеи от 3

³ Декларации. Космическое пространство. Официальный сайт ООН.

https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/decl_space.shtml

⁴ Конвенции и соглашения. Космическое пространство. Официальный сайт ООН.

https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conv_space.shtml

декабря 1986 года), приняла **Декларацию о международном сотрудничестве в исследовании и использовании космического пространства на благо и в интересах всех государств, с особым учетом потребностей развивающихся стран** (Принята резолюцией 51/122 Генеральной Ассамблеи от 13 декабря 1996 года), определила **Принципы, касающиеся использования ядерных источников энергии в космическом пространстве** (Приняты резолюцией 47/68 Генеральной Ассамблеи от 14 декабря 1992 года), обозначила **Руководящие принципы Комитета по использованию космического пространства в мирных целях по предупреждению образования космического мусора** в 2007 году и, наконец, приняла **Декларацию по случаю пятидесятой годовщины первого полета человека в космос и пятидесятилетия создания Комитета по использованию космического пространства в мирных целях** (Принята резолюцией 66/71 Генеральной Ассамблеи от 9 декабря 2011 года).

Данные документы закрепляют использование и изучение космического пространства в мирных целях, взаимодействие государств по вопросам освоения космического пространства и т.д. В документах ООН в качестве субъекта используются государства: ни физические, ни юридические лица не упоминаются ни в одном из основополагающих документов международного космического права. Любопытно, что, несмотря на активное расширение деятельности и достижения успехов в части отправления коммерческих космических объектов на орбиту Земли и в целом в космическое пространство, **на международном уровне не предприняты действия для введения частных космических организаций под юрисдикцию международного космического права.** Как представлено выше, основополагающие документы, которые регламентируют деятельность по использованию космоса, были приняты в эпоху «космической гонки» СССР и США, когда освоение космического пространства было на начальной стадии для человечества. Будет ли ООН разрабатывать и принимать новые документы в части международного космического права для регламентации деятельности физических лиц и, что более актуально, юридических лиц? В связи с широким распространением таких американских частных компаний, как Space Exploration Technologies Corporation (SpaceX), Virgin Galactic и Lockheed Martin Commercial Launch Services, и наращиванием ими деятельности по изготовлению космических аппаратов (спутников, космических кораблей и прочего оборудования) логичным образом возникает вопрос о регулировании деятельности коммерческих организаций, поскольку ООН закрепляет статус космического пространства как «достояния всего человечества», но вместе с тем США отвергает данный принцип, что недавно (2017 год) было закреплено на законодательном уровне.

Существующее космическое право не содержит норм, позволяющих создать эффективный международно-правовой режим, способствующий коммерческой эксплуатации космического пространства. В погоне за возможными сверхдоходами некоторые страны самостоятельно разрабатывают новые законы, что, по мнению некоторых исследователей, в конечном итоге приводит к новой «золотой лихорадке» среди космических держав. В то же время, практика показала, что в международном космическом праве отсутствует четкая правовая регламентация таких вопросов, как:

- страхование рисков для космических аппаратов;
- участие коммерческих компаний в освоении космического пространства;
- защита информации и прав интеллектуальной собственности;
- перепродажа космического оборудования;
- космический туризм.

С 1999 года вопросы правового регулирования процессов коммерциализации космической деятельности становятся приоритетными для ООН и обсуждаются на Третьей Конференции ООН по исследованию и использованию космического пространства в мирных целях (ЮНИСПЕЙС – III). В рамках работы ЮНИСПЕЙС – III государства-участники формулируют подходы к разработке мирового космического права в новых условиях, обсуждают глобальную стратегию использования возможностей космической техники в целях создания условий для устойчивого развития, определяют пути улучшения благосостояния человечества с помощью космической науки и техники. Вместе с тем стоит подчеркнуть, что насущная потребность в формировании новой отрасли международного права – международного космического частного права пока не нашла отражения на уровне разработки новых юридических норм, регламентирующих деятельность субъектов коммерческого использования космоса. **Национальное космическое право, в свою очередь, должно обеспечивать гарантии частных предпринимателей, снижая ответственность частного бизнеса, так как только ограничение риска для частных инвесторов создаст условия для полномасштабной коммерциализации космической индустрии⁵.**

Космическое право США

США является одним из лидеров в сфере космической промышленности, освоения космического пространства, изучения прикладных космических наук и т.д. Бесспорно, США внесли значимый вклад для всего человечества в изучении космического пространства и небесных тел, но в последнее десятилетие со стороны NASA и в целом американского правительства наблюдаются шаги для возникновения претензий в отношении небесных тел, что категорически противоречит базовым принципам ООН и в целом международного права. Дополнительным стимулом для изменения космического законодательства США послужило наращивание космических программ частных компаний. Естественно, что американское правительство заинтересовано в получении прибыли в результате добычи космических ресурсов, поддержке научно-исследовательских программ, частном партнерстве. Так, результатом амбиций и желаний американских чиновников стала **реформа, направленная на легализацию присвоения извлеченных космических ресурсов, а также, в долгосрочной перспективе, на легализацию присвоения участков небесных тел и ресурсов in situ как частными лицами, так и государствами.** Ее инструментами выступают, во-первых, предложения по реинтерпретации ключевых договоров; во-вторых, новое законодательство США и Люксембурга; в-третьих, Соглашения Артемиды, подписанные 13 октября 2020 г. восемью государствами (США, Австралией, Канадой, Италией, Японией, Люксембургом, ОАЭ, Великобританией). Рассмотрим детальнее данный закон:

25 ноября 2015 года парламент США принял, а Президент подписал Закон Соединенных Штатов, название которого можно перевести как **«Закон о конкурентоспособности коммерческих запусков в космос» (H.R.2262 - U.S. Commercial Space Launch Competitiveness Act, Public Law 114–90 114th Congress)** . Особенный интерес в нем представляет глава IV,

⁵ Коммерциализация космической деятельности: ключевые тренды современности <https://cyberleninka.ru/article/n/kommertsializatsiya-kosmicheskoy-deyatelnosti-klyuchevye-trendy-sovremennosti>

которая называется «Разработка и использование ресурсов космоса» (Space resource exploration and utilization).

Эта глава имеет специальный правовой статус, который позволяет считать ее отдельным законом.

В гл. IV Закон уполномочивает Президента:

- содействовать разведке и промышленной добыче ресурсов космоса американскими гражданами;
- убирать бюрократические барьеры на пути развития экономически эффективных, безопасных и стабильных производств, направленных на коммерческую разработку и добычу космических ресурсов таким образом, чтобы это соответствовало международным обязательствам США;
- обеспечивать право американских граждан заниматься коммерческой разработкой и добычей ресурсов в космосе без какого бы то ни было вредоносного вмешательства в соответствии с такими обязательствами, с разрешения и под контролем федерального правительства (разд. 402).
- Там же предусмотрено, что американские граждане, занятые в добыче ресурсов на астероидах и других небесных телах, должны иметь право на любые такие ресурсы после их добычи, включая владение, собственность, транспортировку, использование и продажу, в соответствии с законом и в том числе с международными обязательствами США (п. 403).

Также в законе указывается, что «США не устанавливают суверенитет или суверенные и исключительные права или юрисдикцию или собственность в отношении любого небесного тела», что соответствует принципам международного космического права⁶.

Затрагивается и вопрос Международной Космической Станции в законе. В разделе 114 утверждается, что США должны гарантировать жизнеспособное и производственное состояние для использования по крайней мере до 30 сентября 2024 года.

В целом, данный закон США стимулирует развитие частного партнерства в космической отрасли, закрепляет содействие добыче ресурсов космоса американских граждан. Ключевым моментом служит тот факт, что данный закон 2015 года не идет вразрез с положениями и принципами ООН.

Ввиду «космического бума» во второй половине 2010-х гг. США не ограничились принятием одного закона. Наибольший интерес представляет реформа 2018 года.

25 апреля 2018 года Конгресс США принял «Закон о свободном коммерческом предпринимательстве в космосе» (H.R.2809 - American Space Commerce Free Enterprise Act). В этом Законе самые значимые — два положения, которые фактически отвергают действие общепризнанных норм международного космического права в отношении частного предпринимательства. Параграф 80103(c) озаглавлен «Соответствие Договору по космосу» (*Compliance With The Outer Space Treaty*) и в нем сказано: «**Федеральное правительство не должно презюмировать, что все обязательства США по Договору о космосе налагаются**

⁶ H.R.2262 — U.S. Commercial Space Launch Competitiveness Act. // Сайт Конгресса США. <https://www.congress.gov/bill/114th-congress/house-bill/2262>

также на неправительственные организации США» ((C) The Federal Government shall not presume all obligations of the United States under the Outer Space Treaty are obligations to be imputed upon United States nongovernmental entities)⁷.

Далее говорится следующее (параграф 80103 (d)): **«Указания, сформулированные Комитетом по космосу, не должны рассматриваться как международные обязательства США» ((D) Guidelines promulgated by the Committee on Space Research may not be considered international obligations of the United States).** В этом же Законе изложена позиция США относительно статуса космоса: **«Вне зависимости от других юридических положений космос не будет рассматриваться как глобальное (всеобщее) достояние» (Notwithstanding any other provision of law, outer space shall not be considered a global commons)** (параграф 80308) [5, 7].

Таким образом, в указанных двух законодательных актах выражена позиция США по трем проблемам международного космического права [1]:

- 1) международные обязательства государства не создают обязательства для его юридических и физических лиц;
- 2) космос не является достоянием всего человечества;
- 3) решения Комитета ООН по космосу — это не обязательные нормы, а некие рекомендательные положения.

Данные законодательные акты можно рассматривать как прямое направление США на коммерциализацию космической деятельности путем исследовательских разработок, полеты в космическое пространство, добычу космических ресурсов.

Директива о космической политике, подписанная Президентом США Д. Трампом в **декабре 2017 года**, предусматривает реализацию программы по возвращению человека на Луну и организацию полетов на Марс; ее основная цель — добыча ресурсов и получение новых знаний [5]. Также Трамп не отрицал, что космос имеет много возможностей, в том числе и в военной сфере, что в свою очередь, не соответствует базовым принципам международного космического права⁸.

Указ (Executive Order) Президента США Д. Трампа о поощрении международной поддержки добычи и использования космических ресурсов от 06.04.2020 констатирует неопределенность, связанную с добычей и использованием космических ресурсов и препятствующую участию коммерческих организаций в этой деятельности, и провозглашает: «Американцы должны иметь право осуществлять коммерческое исследование, добычу и использование ресурсов в космическом пространстве в соответствии с применимым правом. Космическое пространство является юридически и физически уникальной сферой человеческой деятельности, и США не рассматривают его как глобальное достояние. Соответственно, политика США будет состоять в том, чтобы поддерживать международные усилия по публичной и частной добыче и использованию ресурсов в космическом пространстве в соответствии с применимым правом». В Указе отмечается, что США не участвуют в Соглашении о Луне и будут возражать против попыток рассматривать его как обычное право. Государственный секретарь уполномочивается разрабатывать соглашения с иностранными государствами о добыче

⁷ H.R.2809 — American Space Commerce Free Enterprise Act. // Сайт Конгресса США.
www.congress.gov/bill/115th-congress/house-bill/2809

⁸ Трамп подписал указ о возобновлении лунной программы // РИА Новости.
<https://ria.ru/20171211/1510698393.html>

космических ресурсов [5]. Таким образом, президент США дал согласие для разработок частных компаний в сотрудничестве с NASA программ для полётов на Луну⁹.

Таким образом, на основании последних изменений в космическом законодательстве США, можно сделать вывод о желании и готовности США “приватизировать” космическое пространство, небесные тела, астероиды, кометы и т.д. Гибкие реформы, направленные на свободное ведение деятельности для частных космических организаций, способствуют привлечению инвесторов в космическую сферу, возникновению новых частных компаний и популяризации космической деятельности среди населения. Отказ от признания США космического пространства всеобщим достоянием служит явным знаком решительной политики американского правительства по всеобщей коммерциализации космоса.

Национальное космическое законодательство в государствах - членах Европейского Союза

Национальное космическое законодательство в государствах - членах ЕС было принято именно с целью регулирования космической деятельности национальных субъектов. Это происходило в следующем хронологическом порядке¹⁰:

1982 г. - закон «О космической деятельности» и декрет о космической деятельности **Швеции**;

1986 г. - закон «О космической деятельности» **Великобритании**;

2005 г. - закон «Об осуществлении запуска, пилотируемых операций и управления космическими объектами» **Бельгии** (с изменениями в 2008 г.);

2007 г. - закон «О безопасности данных, получаемых со спутников» **ФРГ**;

2008 г. - закон «О космической деятельности» Нидерландов 2008 г.; закон «О космических операциях» **Франции**;

2011 г. - закон «О космической деятельности» **Австрии**.

Все эти законы неоднородны как по реализации обязательств международных договоров, предусматривающих действие национального космического законодательства, так и по объему правового регулирования и содержания. Так, самым коротким является закон «О космической деятельности» Швеции - всего десять статей. Германия, Испания, Италия приняли законодательные акты, регулирующие лишь отдельные аспекты космической деятельности. В Германии закон «О безопасности данных, получаемых со спутников» регулирует лишь один аспект космической деятельности, а именно обеспечение безопасности в процессе распространения данных дистанционного зондирования Земли; в Испании королевским указом № 278 1995 г. было законодательно закреплено создание национального реестра космических объектов. А вот в Италии национальное космическое законодательство регулирует только два

⁹ Самый лунный нашелся // Сайт Коммерсантъ. <https://www.kommersant.ru/doc/4316566>

¹⁰ Рыбаков, А. В. Особенности имплементации международных договоров ООН по вопросам космической деятельности в национальное законодательство государств - членов ЕС / А. В. Рыбаков // Международное право. - – 2020. – № 1. <https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-implementatsii-mezhdunarodnyh-dogovorov-onn-po-voprosam-kosmicheskoy-deyatelnosti-v-natsionalnoe-zakonodatelstvo>

аспекта космической деятельности: возмещение ущерба, причиненного космическими объектами (закон от 25 января 1983 г., № 23) и порядок регистрации космических объектов (закон от 12 июля 2005 г.). Космическое законодательство Великобритании, Бельгии, Нидерландов, Швеции, Франции можно отнести к разряду комплексных актов, характеризующихся широкой сферой правового регулирования космической деятельности [10].

В большинстве государств - членов ЕС такого национального законодательства нет, прежде всего, потому, что до сих пор **вся космическая деятельность считалась или видом государственной деятельности или такой, которая предусматривает значительное участие государственного сектора, а единственными субъектами космической деятельности были государства и международные межправительственные организации**, правовой режим деятельности которых в этой сфере определен международными договорами ООН по вопросам космической деятельности и другими источниками международного космического права. Именно по этой причине большинство государств-членов ЕС имеют лишь отдельные акты о ратификации международных договоров, регулирующих космическую деятельность. В частности, к ним относятся Австрия, Болгария, Греция, Дания, Ирландия, Испания, Финляндия, Чехия, Италия, Кипр, Люксембург, Германия, Польша, Португалия, Румыния, Словакия, Венгрия. Кроме того, такие государства-члены ЕС, как **Эстония, Латвия, Мальта, Словения не только не имеют законодательства в этой сфере, но и не ратифицировали большинства основных международных договоров ООН, регулирующих космическую деятельность**. В то же время Договор о космосе устанавливает обязательства по принятию национального законодательства в каждом государстве с целью обеспечения реализации ст. 6 этого договора. Из этого следует, что все государства-участники этого договора обязаны принимать национальное космическое законодательство, суть которого сводится к **регулированию условий предоставления неправительственным юридическим лицам лицензий на право осуществлять космическую деятельность и постоянное наблюдение**, которое государства должны обеспечить в соответствии с положениями настоящего Договора [10].

Многие страны не имеют национального космического законодательства, потому что не считают себя «космическими» государствами. Однако, рост числа неправительственных юридических лиц, осуществляющих космическую деятельность, может повлечь за собой также участие и таких государств. Кроме того, государства, которые принимают участие в международных организациях по вопросам космического сотрудничества, должны учитывать международно-правовые рамки космической деятельности. Даже если каждое государство само определяет, каким образом принимать на себя международную ответственность в связи с национальной космической деятельностью, введение определенных правил на национальном уровне отвечало бы, прежде всего, интересам этого государства. Как отмечает Н. Г. Юзбашян, **промедление с принятием государствами национального законодательства, необходимого для регулирования такой деятельности, может привести к ситуации, когда у юридического лица, являющегося владельцем космического объекта, может возникнуть проблема из-за того, что в государстве, в котором оно зарегистрировано, нет необходимых норм, к примеру, для сертификации космического объекта.** [17, с. 51] Своевременно созданная и согласованная с международным правом национальная законодательная база является залогом стабильного развития космической деятельности [10].

Основные выгоды от принятия государством национального космического законодательства перечислены в рабочем документе, представленном Австралией, Австрией, Германией, Грецией, Индией, Канадой, Нидерландами, Францией, Украиной и Швецией

Комитету ООН по исследованию и использованию космического пространства для рассмотрения на его 43-й сессии. **Так, принятие государством такого законодательства обеспечит осуществление юрисдикции и контроля страны над космическим объектом; уменьшение риска аварий при запуске и причинении вреда в связи с космической деятельностью; эффективную компенсацию за такой ущерб.** Обеспечивающее государство, несет ответственность в соответствии с механизмами Конвенции об ответственности, предусматривающей получение от неправительственных юридических лиц возмещения причиненных ими убытков [10].

Люксембург: космический закон

Великое Герцогство Люксембург с населением менее 600 тыс. чел. стало вторым государством в мире, принявшим национальный закон о гарантиях прав собственности на ресурсы, добытые в космосе (после США в 2015 году, регулирует деятельность частных компаний на орбите Земли и за ее пределами, а также разрешающий гражданам США свободно заниматься разработкой планет и астероидов, владеть и распоряжаться полученными ресурсами, в том числе, водой и минералами (но не живыми объектами)).

Анализ событий 2016-2017 гг. показал, что «единая европейская оппозиция» американскому закону не сложилась несмотря на то, что ряд европейских государств в свое время ратифицировали (Австрия, Бельгия, Нидерланды) или подписали (Румыния и Франция) Соглашение о деятельности государств на Луне и других небесных телах 1979 г. (Agreement Governing the Activities of States on the Moon and Other Celestial Bodies, коротко - «Moon Agreement»), которое прямо запрещает коммерческое использование космических ресурсов¹¹.

Тем самым «маргинальным» событием, которое уже повлекло за собой серию процессов, способных в перспективе трансформировать международную систему принципов и правил космической деятельности, стало решение правительства Люксембурга о запуске в феврале 2016 г. так называемой Инициативы по добыче космических ископаемых (Space Resources Mining Initiative) как составного элемента национальной космической программы. **Суть инициативы – создание максимально благоприятных условий (в том числе правовых) для привлечения в экономику страны космических проектов и компаний.** Поэтому изначально было заявлено о намерении Люксембурга обеспечить развитие правовой базы, регулирующей права собственности на полезные ископаемые, добытые с околоземных объектов (Near Earth Objects - NEO's), в том числе астероиды [11].

20 июля 2017 года был принят первый европейский Закон о разведке и использовании космических ресурсов (вступил в силу 02 августа 2017 г.).

Закон Люксембурга формирует национальную правовую базу для «новой космической деятельности» и **состоит из двух основных частей, регулирующих, соответственно, вопросы собственности на космические ресурсы и режим получения разрешения на осуществление разведки и использование таких ресурсов** [11].

¹¹ Попова, С. М. ИНИЦИАТИВА ЛЮКСЕМБУРГА SPACERESOURCES. LU И ВОЗМОЖНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ МИРОВОГО РЫНКА КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ / С. М. Попова // Исследования космоса. - 2017. - № 4(5).<https://cyberleninka.ru/article/n/initiativa-lyuksemburga-spaceresources-lu-i-vozmozhnye-posledstviya-dlya-regulirovaniya-mirovogo-rynka-kosmicheskoy-deyatelnosti>

Закон установил, что для выполнения миссий по разведке и добыче космических ресурсов потенциальные операторы должны получать по письменному запросу разрешение на уровне министров правительства Люксембурга (ст. 3) и сформулировал условия получения таких разрешений. Разрешения в отношении конкретной миссии по разведке и использованию космических ресурсов в коммерческих целях предоставляются оператору на личной основе и не могут быть переданы никакому другому субъекту (пп. 2 и 3 ст. 2, а также ст. 3 и 5). Эти положения не касаются деятельности в сфере спутниковой связи, орбитальных позиций и использования полосы частот (п. 4 ст. 2). В законе также четко зафиксировано, что уполномоченный оператор обязан осуществлять свою деятельность в соответствии с международными обязательствами Люксембурга (ст. 2 п. 3) [11].

Разрешение может быть выдано только зарегистрированным в юрисдикции Люксембурга юридическим лицам в форме акционерного общества (*société anonyme*), акционерно-командитного общества (*société en commandite par actions*), общества с ограниченной ответственностью, созданного по люксембургскому законодательству (*société à responsabilité limitée*) или европейской компании (*société européenne*) (ст. 4). Однако акционеры или участники компании-оператора могут быть как люксембургские, так и иностранные физические или юридические лица [11].

Международная реакция и оценки в связи с принятием люксембургского Закона от 20 июля 2017 г. о разведке и использовании ресурсов космоса оказались противоречивы. Одни эксперты настаивают, что это акт нарушает базовые принципы международного космического права, другие оценивают его как смелый шаг, поставивший одну из самых маленьких стран Европы в один ряд с наиболее инновативными государствами, делающими ставку на космос в развитии своей экономики [11].

Деятельность европейских стран и, прежде всего, правительства Люксембурга представляет собой **последовательную реализацию своего рода «подрывной» инновационной технологии (disruptive innovation) на глобальном космическом рынке**. И какими бы «маргинальными» не казались инициативы одного из самых маленьких европейских государств, его репутация «надежной финансовой гавани», готовность предложить «целую экосистему и экспертные знания для привлечения капитала», правительственная поддержка, развитая инфраструктура и правовая база, созданная в интересах операторов космической деятельности, в сумме дают ненулевой шанс появления устойчивой «точки роста» новой космической экономики с отличными от существующих правилами игры. В качестве одного из аргументов, демонстрирующих текущую эффективность люксембургской «инновационной технологии», можно отметить тот факт, что **благодаря инициативе SpaceResources.lu доля доходов от «космического сектора» в экономике Люксембурга за один год уже возросла с нуля до 2% ВВП [11]**.

Соглашение Артемиды

Важной вехой в развитии международного космического права являются Соглашения Артемиды, определяющие принципы сотрудничества в области гражданского исследования и использования Луны, Марса, комет и астероидов в мирных целях. Его подписали космические агентства США, Австралии, Канады, Италии, Японии, Люксембурга, Объединённых Арабских Эмиратов и Великобритании. Позже к ним присоединились и другие космические агентства

(Бразилия, Республика Корея, Новая Зеландия, Украина). Ни Россия, ни Китай в соглашениях не участвуют¹².

Их нельзя рассматривать как договор в соответствии с международным правом или Венской конвенцией 1969 года о праве международных договоров, поскольку подписавшие стороны не являются субъектами международного права.

Целью Соглашений Артемиды является установление набора принципов и передовых практик исследования и использования космического пространства для содействия устойчивому использованию космоса в интересах всего человечества.

Документ был принят 13 октября 2020 года. Соглашения Артемиды направлены на реализацию Программы Артемиды, предусматривающей **возвращение человека на Луну и отправление его на Марс; высадка на Луне должна состояться в 2024 г., устойчивое человеческое присутствие должно быть создано в 2028 г., Марс должен быть исследован в 2030-х гг.**

В Соглашениях подчеркиваются взаимный интерес в использовании космоса в мирных целях, важность двусторонних соглашений о космическом сотрудничестве, необходимость большей координации, важность международных договоров в сфере космоса, прежде всего Договора о космосе, Соглашение о Луне при этом не упоминается (преамбула) [5].

В соответствии с разделом 1 целью Соглашений является **«формирование общего видения посредством закрепления практического свода принципов, руководящих положений и передовых методов, призванных улучшить управление (governance) гражданским исследованием и использованием космического пространства с целью реализации Программы Артемиды»**. Приверженность данным принципам должна повысить безопасность операций, уменьшить неопределенность и обеспечить устойчивое использование космоса для всего человечества. **Данные принципы должны применяться в рамках гражданской деятельности космических агентств подписантов, которая может осуществляться на Луне, Марсе, кометах, астероидах: на их поверхности, в их недрах, на их орбитах, а также в транзитных пунктах.**

Сотрудничество в рамках Соглашений может быть имплементировано посредством меморандумов о взаимопонимании, соглашений об имплементации, соглашений между агентствами и пр.; каждая сторона обязуется предпринимать надлежащие меры с тем, чтобы образования, действующие от ее имени, соблюдали принципы Соглашений (разд. 2). Далее, в разд. 3–12 перечисляются сами принципы. Таковыми являются [5]:

1) *мирная эксплуатация*: вся деятельность в рамках Соглашений должна вестись в мирных целях;

2) *прозрачность*: все подписанты Соглашений ведут свою деятельность прозрачным образом, чтобы избежать противоречий и конфликтов; при этом распространение информации осуществляется в соответствии с национальными нормами и регламентами;

3) *совместимость (interoperability)*: подписанты будут стремиться поддерживать совместимость своих технических систем для обеспечения безопасности и устойчивости;

¹² Новые аспекты космического права: соглашения Артемиды
<https://ru.valdaiclub.com/a/highlights/novye-aspekty-kosmicheskogo-prava/>

4) *помощь в ситуации бедствия*: подписанты обязуются предоставлять помощь астронавтам в ситуации бедствия;

5) *регистрация космических объектов*: подписанты будут регистрировать свои космические объекты и придерживаться Конвенции о регистрации объектов, запускаемых в космическое пространство, 1974 г.;

6) *распространение научной информации*: подписанты имеют право обнародовать информацию о своей деятельности и координировать друг с другом публичное распространение информации, затрагивающее других подписантов; они будут содействовать открытому распространению научных данных (это обязательство, однако, не применяется к деятельности частного сектора, если только эта деятельность не ведется от имени подписантов);

7) *защита наследия*: подписанты обязуются сохранять исторические объекты в космосе;

8) *космические ресурсы*: использование космических ресурсов является ключом к безопасной и устойчивой деятельности; добыча ресурсов должна вестись в соответствии с Договором о космосе и необязательно является национальным присвоением (ст. II);

9) *устранение конфликтов (деконфликтация)*: подписанты обязуются предупреждать вредоносное вмешательство в деятельность друг друга и соблюдать принципы должной предосторожности, как этого требует Договор о космосе. Область, в которой может иметь место вредоносное вмешательство, обозначается как «зона безопасности»; размер зоны должен соответствовать природе операций и определяться разумным образом. Стороны информируют о зонах друг друга и Генерального секретаря ООН; обязуются соблюдать зоны и использовать их таким образом, чтобы поощрять научные открытия, безопасную и эффективную добычу (при этом должен соблюдаться принцип свободного доступа ко всем районам небесных тел);

10) *космический мусор*: подписанты обязуются планировать безопасное удаление отходов. Соглашения, таким образом, легитимируют присвоение космических ресурсов и определяют рамки, принципы и перспективы космического сотрудничества.

Критика предлагаемой реформы опирается на следующие аргументы [5]:

Соглашения Артемиды и законодательство США противоречат концепции общего достояния и представляют собой попытку закрепления гегемонии одного государства;

содержат много неясных категорий (deconflictation и др.) и пробелов (не регулируют деятельность частных компаний, защиту окружающей среды, доступ к технологиям и др.);

в части закрепления концепции «зон безопасности» противоречат ст. II Договора о космосе (означают попытку распространения юрисдикции и последующее присвоение небесных тел).

Перенос в космос концепции terra nullius вызовет проблемы, аналогичные тем, которые возникали до XX в.: вооруженные конфликты, истощение ресурсов, пренебрежение правами других наций.

ЧАСТНОЕ ПАРТНЕРСТВО В СФЕРЕ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА

Частные европейские компании

Коммерциализация космической деятельности развивается, с одной стороны, в результате целенаправленной государственной политики, а с другой, – как ответ на объективные потребности бизнеса в масштабном внедрении и применении космических технологий. **Только в сегменте спутниковой связи каждый доллар, вложенный в производство космических аппаратов, приносит инвесторам до 30 долларов прибыли.** В связи с этим космическая отрасль обладает серьезной инвестиционной привлекательностью. Расширение рынка и поступательное увеличение количества его участников оказывают положительное влияние на рост оборота финансовых средств в отрасли.

Многие государства формируют доходные статьи своих бюджетов за счет развития новых инновационных сегментов космического рынка: спутниковой навигации, систем глобального позиционирования, телекоммуникаций. Например, объем рынка услуг по запуску космических аппаратов в 2017 году составил 8,9 млрд долларов, а к 2025 году, по некоторым оценкам, достигнет 27,2 млрд долларов с совокупным среднегодовым темпом роста в течение прогнозируемого периода 15%. Растет спрос на малые спутники, что наряду с технологическими достижениями в разработке недорогих ракет-носителей становится ключевым фактором, стимулирующим рост мирового рынка космических услуг в ближайшей перспективе.

Общие мировые доходы от коммерческой деятельности превысили объемы государственных расходов на космос ещё в 1996 году. Уже в тот период доля коммерческих космических программ в общем объеме реализованных космических проектов в странах Европейского Союза составляла 60% (в России – от 10 до 12%). В середине 2000-х годов ежегодный прирост объема мирового космического рынка составлял 30 – 40 млрд долларов. В период мирового экономического кризиса 2008 года большинству стран, занимающихся разработкой космических программ, удалось не только сохранить объемы государственных ассигнований в космическую отрасль на докризисном уровне, но и постепенно их наращивать.

В Российской Федерации и Соединенных Штатах объем выделенных бюджетных средств на космический сектор в 2015 году составил около 0,2% ВВП, во Франции – 0,1%, в Японии – 0,06%, в среднем по ОЭСР – меньше 0,05%. Некоторым странам, например, Великобритании, Ирландии и Финляндии удается достигать значительных объемов частных инвестиций в космический сектор на фоне сравнительно небольших бюджетных ассигнований (рисунок)¹³.

¹³ Составлено по данным ESPI Report: Space Venture Europe 2018 и ESA Report

Показатели финансирования космических программ по отдельным странам по состоянию на 2018 год

Страна	Государственный бюджет на космическую отрасль, (евро)	Объем частных инвестиций, (евро)
Великобритания	255 млн	344 млн
Ирландия	15 млн	56 млн
Финляндия	19 млн	50 млн

Есть основания полагать, что важным фактором, определяющим структуру и объемы финансирования космической деятельности, является доля малых и средних предприятий (МСП) в ВВП. Ниже на рисунке приводится сопоставление общего количества МСП и числа зарегистрированных космических МСП в отдельных странах-участниках ЕКА.

Количественное соотношение космических и некосмических МСП стран ЕКА на начало 2019 года

Страна	Общее количество МСП	МСП, зарегистрированные в ЕКА	
		Зарегистрировано в ЕКА (ед.)	% от зарегистрированных в ЕКА
Pace-setters			
Италия	3 664 427	76	14,05
Франция	2 889 342	70	12,94
Германия	2 350 434	64	12,01
Великобритания	1 912 780	64	11,83
Испания	2 450 710	42	7,76
Бельгия	598 086	24	4,44
Люксембург	31 294	5	0,93
Newcomers			
Нидерланды	1 084 015	33	6,1
Греция	829 677	29	5,37
Швейцария	136 193	24	4,44
Ирландия	250 143	13	2,41
Чехия	994 419	12	2,22
Австрия	317 097	11	2,04
Польша	1 591 646	10	1,85
Дания	207 110	8	1,48
Португалия	802 250	8	1,48
Румыния	450 044	7	1,3
Финляндия	226 361	6	1,11
Венгрия	532 287	4	0,74
Эстония	67 062	3	0,56
Словения	133 615	1	0,19
Niche players			
Канада	1 174 695	13	2,41
Швеция	681 156	7	1,3
Норвегия	290 308	4	0,74
Всего	23 665 151	538	—

По данным Европейского Космического Агентства (ЕКА) в 2018 году на территории Европейского Союза было учреждено 538 космических МСП. Наибольшее количество космических МСП находится на территории стран, определяющих динамику развития мирового космического рынка, таких как Италия, Франция, Германия, Великобритания, Испания. В зависимости от направленности бизнеса ЕКА классифицирует космические МСП по следующим основным видам деятельности:

- 1) Техническая поддержка НИОКР и/или инновационной продукции;

- 2) Космическая система: передовые программные технологии ;
- 3) Системный анализ и разработка;
- 4) Система наземных станций;
- 5) Методы и инструменты структурного проектирования и верификации;
- 6) Компоненты и технологии автоматизации и робототехники;
- 7) Глобальная навигационная спутниковая система и наземные технологии.

Государства, которым удалось сбалансировать экономические интересы правительства и частных инвестиционных групп на уровне государственной политики демонстрируют высокую степень готовности к коммерциализации и к выходу на мировой рынок космических товаров и услуг. **В США, Японии, Великобритании, Германии и Франции активно создаются венчурные компании**, объем инвестиций в которые с 2000 по 2016 год составил порядка 13,3 млрд долларов. На этом фоне на мировом космическом рынке появляются «космические компании» и «космические стартапы».

Под «космическими компаниями» («space companies») понимаются юридические лица, деятельность которых направлена на производство спутников, ракет-носителей, спутникового наземного оборудования. Космические компании оказывают услуги в области систем спутникового телевидения, радиовещания, широкополосной связи. Примерами таких компаний являются: американская DirecTV и индийская DISH TV (спутниковое телевидение), американская Sirius XM (спутниковое радио), европейские Intelsat Ltd., SES Global и Eutelsat (коммерческие спутники связи).

«Космические стартапы» («start-up space ventures») представляют собой стартапы с венчурным финансированием, которые создаются с расчетом на быстрый рост и высокую капитализацию. С 2000 по 2018 год космические стартапы привлекли более 21,8 млрд долларов, из них 8,4 млрд долларов в форме венчурного капитала, 3,1 млрд долларов – стартового (посевного) капитала, и 4,7 млрд долларов – долгового финансирования. За этот период в США, России, Японии, Канаде и странах Европы было создано более 220 космических стартапов, которые нашли финансовую поддержку у «бизнес-ангелов» и венчурных компаний. На рисунке приведены основные формы взаимодействия инвесторов и стартапов в космической отрасли:

Категории инвесторов космической отрасли по состоянию на 2018 год

Виды инвесторов	Характеристика инвесторов	Диапазон инвестиций в космическую деятельность	Форма инвестиций	Примеры сделок
Ангел-инвестор (бизнес-ангел)	«Опытные» или аккредитованные инвесторы, инвестирующие свои денежные средства в молодые развивающиеся компании	50 000–1 млн долларов	Собственный капитал (Equity)	В 2015 году Дилан Тейлор вложил 250 000 долларов в York Space Systems
Венчурная компания	Компания – посредник, привлекающая за счет средств инвесторов капитал, инвестируемый в проекты с высоким уровнем риска	2–75 млн долларов	Привилегированные акции траншей (Серии А, В, С)	Kymeta за несколько раундов привлекла 144 млн долларов венчурного капитала (2012–2019 гг.)
Частная инвестиционная компания (инвестиционный фонд)	Частная организация, основной задачей которой является формирование пула (фонда) материальных, финансовых и интеллектуальных ресурсов для последующего их вложения в активы, способные принести прибыль за счет роста их стоимости	100 млн – 1 млрд долларов	Собственный капитал (Equity)	В 2009 и 2011 гг. фонд Aabar Investments вложил 490 млн долларов в Virgin Galactic
Корпорации	Корпорации, использующие CAPEX как для реализации новых проектов, так и для инвестирования в уже существующие	100 млн – 1 млрд долларов	Собственный капитал (Equity)	OneWeb получил 1,7 млрд долларов инвестиционного капитала от SoftBank, Intelsat и др. в 2015 и 2016 гг.
Банки	Частные и государственные банки, предоставляющие долговое финансирование сверх собственного капитала	100 млн – 1 млрд долларов	Конвертируемые в акции долговые обязательства (Convertible bonds)	В 2015 году COFACE предоставил O3b 184 млн долларов
Рынки капиталов	Привлечение капитала путем проведения Initial Public Offering (IPO)	100 млн – 1 млрд долларов	Собственный капитал (Equity)	Iridium в 2014 г. привлек 170 млн долларов на IPO

Коммерциализация космической деятельности сопровождается стремительным ростом доли частных инвестиций в общем объеме финансирования космических программ. **Мы наблюдаем определенную взаимосвязь между уровнем предпринимательской активности государств и их потенциалом развития космической деятельности¹⁴.**

Соединенные штаты Америки

В 2010 году стартовала программа Commercial Crew Development (CCDev) – многоэтапная программа NASA по развитию частных пилотируемых космических кораблей для доставки астронавтов на Международную космическую станцию. Согласно данной программе пяти компаниям было выделено около 50 миллионов долларов США. Выбранными компаниями были Blue Origin, Boeing, Paragon Space Development Corporation, корпорация Сьерра-Невада и United Launch Alliance.

Второй раунд разработки коммерческого экипажа (CCDev2) стартовал в апреле 2011 года, когда НАСА выделило почти 270 миллионов долларов четырем компаниям для оказания помощи в дальнейшем развитии и демонстрации безопасных, надежных и экономически эффективных транспортных возможностей:

¹⁴ Коммерциализация космической деятельности: ключевые тренды современности
<https://cyberleninka.ru/article/n/kommertsializatsiya-kosmicheskoy-deyatelnosti-kluchevye-trendy-sovremennosti>

- Blue Origin – на разработку системы прерывания запуска, разработку композитного сосуда высокого давления и т.д.
- Boeing – на разработку капсулы CST-100 как для семи конфигураций экипажа, так и для груза.
- Paragon Space Development Corporation Paragon – для Системы экологического контроля и жизнеобеспечения (ECLSS), Системы восстановления воздуха (ARS).
- Sierra Nevada Corporation – на разработку суборбитального и орбитального космического самолета Dream Chaser, который будет перевозить либо груз, либо до восьми пассажиров.
- United Launch Alliance – на Систему аварийного обнаружения (EDS) для оценки персонала своих ракетополетов EELV.
- SpaceX – для системы прерывания запуска капсулы Dragon.

В 2012 году NASA объявила конкурс по программе «Commercial Crew Integrated Capability». По условиям программы компаниям нужно представить проект завершенной концепции пилотируемой транспортной системы, которая должна включать космический корабль, средство выведения на орбиту, стартовую площадку, программу полёта и пр. По итогу конкурса было подписано соглашение с тремя компаниями: Sierra Nevada Corporation (КК «DreamChaser»); SpaceX (КК «Dragon 2»); Boeing (КК «CST-100 Starliner») на сумму 212,5 млн. долл., 440 млн. долл. и 460 млн. долл. соответственно [7]. По итогам этого этапа в 2014 году NASA подписало контракт с SpaceX на сумму 2,6 млрд. долл. и Boeing на 4,2 млрд. долл. Пилотируемый КК компании SpaceX, DragonCrew предназначен для полетов на околоземную орбиту вместимостью до 7 человек или 4 человека и полезная нагрузка до 250 кг.

В результате 8 летней работы первый пилотируемый полет DragonCrew состоялся и успешно пристыковался к МКС 4 июня 2020 года с двумя американскими астронавтами.

Компания Boeing в декабре 2019 году также испытала свой КК «CST-100 Starliner» в беспилотном варианте, во время полета возникли технические проблемы, было потрачено много топлива для маневров и принято решение отменить стыковку корабля с МКС, несмотря на это специалистам Boeing удалось провести множество запланированных испытаний. В итоге примерная стоимость одного места в челноке по разным оценкам составит от 70 млн. долл. до 90 млн. долл. РН Falcon 9 дешевле РН Atlas-5 из-за этого, существенное преимущество по стоимости в расчете на одно место получает DragonCrew.

Согласно аудиторскому отчету NASA с 2011 года, «Роскосмос» получил около 4 млрд. долл. за оказание услуг по транспортировке американских астронавтов. Билеты на российский челнок постоянно дорожали в 2006 году эта сумма была в районе 22 млн. долл., сумма контракта на октябрь 2020 года составляет 90 млн. долл. за одного американского астронавта Кейт Рубинс, включая всю необходимую подготовку к пуску, тренировки, обучение, выполнение полета, приземление, действия по поиску экипажа. Учитывая, что РН «Союз-ФГ» вместе с челноком «Союз-МС» стоит около 73 млн. долл., то один иностранный астронавт полностью окупал миссию на МКС еще двум российским космонавтам.

Грузовые космические корабли

Название	Прогресс	AVT	HTV	Dragon	Cegnus
Страна	Россия	Евросоюз	Япония	США	США
Разработчик	РКК Энергия	ESA	Яха	SpaceX	Orbital
Первый полет	20.01.1978	09.02.2008	10.09.2009	08.12.2010	18.09.2013
Последний полет	25.04.2020	29.07.2014	20.03.2020	07.02.2020	15.02.2020
Всего полетов (неудачных)	166 (3)	5	9	22 (1)	14 (1)
Полезная нагрузка, кг	2500	7670	6200	3300	2000
Ракета-носитель	Союз-2.1а Союз-ФГ	Ариан-5 ES	H-IIB	Falcon 9	Антарес Атлас-5

Успех Илона Маска высвечивает большую проблему российской космонавтики: она, похоже, не способна поставить перед собой сложную техническую задачу и решить ее. Частная компания, начав с нуля в 2002 году, с 2010 года запустила 23 корабля. В девяти полетах был обеспечен повторный запуск корабля. Отработано, хоть и после ряда неудач, возвращение ступеней ракеты и их автоматическая посадка на платформу в океане. Прибавим к этому успешную миссию по доставке двух астронавтов на МКС и факт, что в арсенале SpaceX есть РН тяжелого класса «FalconHeavy». Первый пробный пуск был произведен в феврале 2018 года. Второй старт в апреле 2019 года вывел на геостационарную орбиту (ГСО) коммерческий спутник связи Arabsat-6A. Третий удачный старт вывел сразу 13 малых космических аппаратов (КА) и дюжину «Кубсатов». В ближайшие 2 года уже запланированы еще 4 пуска. Сегодня РН «FalconHeavy» является самой тяжелой в мире с грузоподъемностью на низкую околоземную орбиту(НОО) 64 тонны, для сравнения наши РН «Протон-М» и «АнгараА5» способны поднять на НОО около 23,7 тонны и 24,5 тонны соответственно. В таблице 2, 3 представлены характеристики и стоимость РН для анализа нашей конкурентоспособности.

Стоимость и характеристики ракета-носителей

Ракета-Носитель	Ангара-5	Протон-М	Союз-2.1	Falcon 9	Falcon H
Страна	Россия	Россия	Россия	США	США
Производитель	ГНКПЦ им. Хруничева		РКЦ Прогресс	Space X	
Полезная нагрузка:	24,5	23,7	7,9	22	63,8
на НОО, тонн					
на ГСО, тонн	2,4-7,8	7	-	-	24
Стоимость в \$ млн.	110	80	65	64	100-200

Ракета-Носитель	Atlas-5	Delta-IV	Antaris	Ariant-5	LM-5
Страна	США	США	США	Евро-союз	Китай
Производитель	ULA	ULA	Orbital ATK	Ariangroup	CALT
Полезная нагрузка: на НОО, тонн	18,8	28	6,6	20	25
на ГСО, тонн	2,6-8,9	4-14	-	10	14
Стоимость в \$ млн.	190	180-400	85	178	-

По расчетам тяжелый РН Илона Маска способен отправить к Марсу около 15 тонн полезной нагрузки. В будущем «Falcon Heavy» планируется использовать для запуска спутников системы «Starlink» (уже используют). Этот амбициозный проект подразумевает создание глобального интернета путем разрешения на низкой орбите 1200 спутников массой 250 кг каждый, которые будут объединены в глобальную сеть. На 4 июня 2020 на орбите развернуто около 480 спутников. И вся эта космическая экосистема была построена с нуля за 16 лет¹⁵.

Программа NASA Flight Opportunities предоставляет компаниям и университетам возможности для проведения своих технологических экспериментов на борту суборбитальных аппаратов, параболических полетов и высотных воздушных шаров. НАСА выделило до 3,5 миллионов долларов США на тестирование примерно 14 экспериментов, которые будут проводиться на борту коммерческих суборбитальных аппаратов. В ходе экспериментов будут проводиться исследования по активному управлению температурой, усовершенствованной авионике, точной посадке и усовершенствованным двигателям в космосе. Они будут испытаны на борту SpaceShipTwo и суборбитального Хаэро транспортных средств и в будущем на борту транспортного средства Lynx.

НАСА подписало шесть контрактов коммерческого типа со следующими компаниями:

- Blue Origin
- Masten Space Systems
- Near Space Corporation
- UP Aerospace
- Virgin Galactic
- World View

Программа предлагает другие многоразовые суборбитальные платформы, такие как SpaceLoft tm XL, mCLV-RSR и STIG, а также доступ к высотным воздушным шарам.

¹⁵ Влияние SpaceX на пилотируемую отечественную космонавтику и рынок коммерческих запусков
<https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-spacex-na-pilotiruemyu-otechestvennyu-kosmonavtiku-i-rynok-kommercheskih-zapuskov>



Опыт Японии

У японских компаний есть преимущество в виде уже имеющегося технологического потенциала и традиционно мощной промышленности, что позволяет сокращать расходы на производство. Способность проектировать и строить, например, ракеты полностью своими силами позволит сохранять цены на услуги пуска на привлекательном для заказчика уровне. Так, в 2018 г. Canon Electronics, IHI Aerospace, Shimizu Corporation и Банк развития Японии создали новую компанию под названием Space One для предоставления пусковых услуг на малых ракетах. В совместном предприятии Canon Electronics отвечает за производство электронных компонентов, IHI Aerospace – за разработку ракет, Shimizu Corporation занимается управлением инфраструктурой и предоставлением услуг консалтинга, Банк развития Японии решает финансовые вопросы.

Interstellar Technologies, созданная группой инвесторов в 2013 г., – другой пример стартапа на рынке пусковых услуг. В мае 2019 г. компания произвела успешный испытательный запуск малой исследовательской ракеты Мото-3 и продолжает работу над более крупной ракетой Zero. Последняя разрабатывается совместно с JAXA и будет использоваться для запусков недорогих малых спутников, что, в свою очередь, будет привлекать больше компаний в сферу их производства и использования. По оценкам инвесторов Interstellar Technologies, развитие многоцелевых и многоразовых ракет способствует росту космического рынка, а в ближайшее десятилетие стоит ожидать бума в секторе малых спутниковых аппаратов. В связи с этим показателен пример стартапа Synspecrive, который был основан в феврале 2018 г., а к июлю 2019 г. смог привлечь 100 млн долл. инвестиций на развитие программы малых спутников. В октябре 2019 г. компания объявила о начале сотрудничества с норвежской KSAT, предоставляющей услуги управления созвездиями спутников с Земли.

В сфере частно-государственного партнёрства Япония следует примеру США: подобно НАСА JAXA старается привлекать частный капитал к участию в своих проектах. В мае 2018 г. было объявлено о старте программы по созданию новых предприятий и исследовательских проектов совместно с частными компаниями под названием J-SPARC (JAXA Space Innovation

through Partnership and Co-creation). Партнёрами JAXA могут стать частные компании, предприниматели, университеты, исследовательские институты, готовые работать над новыми идеями с момента их появления до практической реализации и коммерциализации. JAXA ведёт приём заявок, отбирает лучшие и предоставляет техническую поддержку, оборудование, консультации экспертов, помощь в подготовке демонстраций. J-SPARC нацелена на развитие нескольких ключевых направлений: расширение сферы деятельности человека в космосе, космические развлечения, решение социальных проблем на Земле. Пока в проектах участвуют, в основном, крупные японские компании.

Ряд проектов реализуется JAXA совместно с крупнейшим авиаперевозчиком Японии ANA Holdings. Один из них рассчитан на сокращение расхода топлива самолётов за счёт оптимизации траектории их полёта на основе спутниковых данных. Идея заключается в коррекции плана полёта воздушного судна в режиме реального времени, исходя из данных о направлении и силе ветра в каждой точке маршрута. Экономический эффект оценивается в экономии 3,56 млн тонн топлива в год при сокращении его потребления на 1%, что, соответственно, сокращает выбросы парниковых газов в атмосферу.

В 2018 г. компании объявили о начале совместных работ над проектом AVATAR X, целью которого является роботизация деятельности человека в космосе с помощью технологий «аватар» – роботов, дистанционно управляемых людьми. Пилот и его аватар синхронизируются таким образом, что человек может получать и воспринимать информацию, собираемую его роботом в режиме реального времени. По планам разработчиков, технология аватар будет использоваться в космическом строительстве, в техническом обслуживании и эксплуатации космических станций и других объектов, включая объекты на Луне и Марсе, а также в целях космического туризма.

Лунную программу Японии поддерживает совместный коммерческий проект JAXA, Toyota Motor Corporation и Bridgestone Corporation по созданию пилотируемого лунного ровера с запасом хода в 10 тыс. км. Собственный луноход разрабатывают iSpace Inc. и NGK SPARK PLUG – это первая в мире коммерческая программа лунных исследований под названием HAKUTO-R. По прогнозам разработчиков, освоение лунных ресурсов потребует решения вопросов хранения источников энергии и их использования в экстремальных температурных условиях Луны, и технологии, отработанные в рамках HAKUTO-R, позволят им занять свою нишу в космическом бизнесе.

Действия правительства Японии по расширению участия в освоении космоса частных компаний включают в себя и усилия по выходу на зарубежные рынки. Рабочие группы, объединяющие специалистов из различных министерств, занимаются анализом космических нужд и перспектив отдельных стран. Используя эту информацию, японские компании могут оценить спрос и предложить свои услуги. **Перспективными областями международного сотрудничества считаются не только предоставление пусковых услуг и строительство спутников, но и обучение персонала и техническая поддержка космических программ тех стран, которые только начинают свой космический путь.** Увеличивая количество участников мирового космического рынка, можно создавать новые возможности для японских стартапов и крупных аэрокосмических предприятий. Так, в 2016 г. JAXA и Министерство транспорта, мореходства и связи Турции подписали соглашение, предусматривающее для последней возможность запуска с экспериментального модуля Кибо своего микроспутника. Кроме того, Mitsubishi Electric поставляет в Турцию спутники связи.

На текущий момент наблюдается спрос, в основном, на услуги по строительству и запуску спутников. Традиционными партнерами Японии можно считать Сингапур, Таиланд, Малайзию, Филиппины, в числе новых – страны ЮВА, Ближнего Востока, Африки. В январе 2019 г. с космодрома Утиноура на орбиту выведен вьетнамский спутник MicroDragon, в октябре того же года NEC и Sumitomo Corp. получили от правительства Вьетнама заказ на строительство спутника LotuSat-1 [Vietnam...]. В октябре 2019 г. японская Axelspace Corporation подписала соглашение с Broadband Systems Corporation (Руанда) о предоставлении данных дистанционного зондирования Земли. Первым совместным проектом станет мониторинг строительства международного аэропорта на юго-востоке Руанды [Japan's AxelSpace...]. Mitsubishi Heavy Industries предоставит ракету-носитель для марсианской программы ОАЭ. Запуск запланирован на 2021 г. и приурочен к 50-летию со дня основания этого ближневосточного государства¹⁶.

¹⁶ Космическая политика Японии: государственная поддержка частного бизнеса
<https://cyberleninka.ru/article/n/kosmicheskaya-politika-yaponii-gosudarstvennaya-podderzhka-chastnogo-biznesa>

РЫНОК ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА

Обзор мирового рынка ДЗЗ

Технологии дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) из космоса представляют собой незаменимый инструмент изучения и постоянного мониторинга нашей планеты, помогающий эффективно использовать и управлять ее ресурсами. Современное развитие технологий ДЗЗ расширяет сферу их применения, охватывая все стороны нашей жизни, работу, бизнес, дом и семью. Сегодня глобальный рынок технологий ДЗЗ, а также сервисов и услуг на их основе демонстрируют бурный рост во всем мире. В 2020 году глобальный рынок ДЗЗ составил \$13,8 млрд, а в 2027 году, как планируется, он достигнет \$29,6 млрд. Совокупный среднегодовой темп роста - 11,6%.

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

- 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%).

Прогнозируется, что в 2025 г. доля государственных структур в общем объеме заказов превысит 75% (около \$250 млрд.). 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., 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. в год.

На текущий момент в число стран, разрабатывающих спутники, с помощью которых можно получать снимки сверхвысокого пространственного разрешения (лучше 1 м), входят: США, Индия, Китай Франция. Существует множество стран, которые заказывают изготовление и запуск спутников с оборудованием для получения снимков сверхвысокого разрешения в целях решения своих внутренних задач.

В России также ведется работа в этом направлении. Так в апреле 2022 года ученые холдинга «Российские космические системы» (РКС, входит в Госкорпорацию «Роскосмос») завершили создание нового поколения орбитальных сканирующих устройств для будущей группировки малых спутников дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). В основе технологии – использование в составе спутниковой аппаратуры наблюдения уникального материала, произведенного инженерами холдинга «Швабе» Госкорпорации Ростех – карбида кремния. Новая отечественная система, создаваемая в межотраслевой кооперации, позволит России вести непрерывную детальную фото- и видеосъемку событий на Земле в сверхвысоком разрешении. Использование новейших технологий в сканирующей аппаратуре впервые в России позволит не только «фотографировать», но и проводить видеонаблюдение событий и процессов на земной поверхности. Например, когда один из малых спутников движется над конкретным регионом, он включает видеосъемку в момент пролета требуемой области. Когда удобная точка обзора начинает «закрываться», в это время в зону наблюдения уже входит другой космический аппарат и «перехватывает» задачу. Таким образом, возможно в онлайн-режиме следить за местными происшествиями, ходом строительства объектов, природными явлениями, промышленной, сельскохозяйственной деятельностью и многими другими процессами. И все будет видно в деталях¹⁷.

Данные сверхвысокого разрешения особенно востребованы у оборонных структур. В частности, широкую известность получил проект партнерства между компанией – производителем спутников GigitalGlobe (США) и военными ведомствами ряда стран – союзников Соединенных Штатов. Оборонные структуры заключили с компанией договоры на поставку данных ДЗЗ высокого пространственного разрешения с уже эксплуатируемого спутника WorldView-3, а также со спутника WorldView-4, запуск которого планируется в ближайшее время. Общая сумма контрактов превышает \$300 млн. (более \$40 млн. ежегодно). Наличие значительного спроса на данные высокого разрешения со стороны военных ведомств является одним из следствий повышения уровня международной политической напряженности в последние годы. 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 TAQIA (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

¹⁷ РКС при участии Ростеха создают новую видеосистему сканирования земли с орбиты
<https://www.aex.ru/news/2022/4/22/243553/>

малых спутников дистанционного зондирования Земли, задачей которых будет снабжение космической информацией заказчиков в десятках стран мира.

В настоящее время мировой рынок ДЗЗ характеризуется следующими особенностями:

- доля государственных заказчиков на рынке дистанционного зондирования из космоса превышает 70%;
- потенциальный спрос на спутниковые снимки высокого и сверхвысокого разрешения оценивается в 1,5–3 млрд долл.;
- неудовлетворенный спрос на детальные снимки является основным фактором, формирующим рынок спутников и услуг космического ДЗЗ;
- 95% общей емкости рынка услуг дистанционного зондирования Земли приходится на США и Западную Европу;
- рынок ДЗЗ является олигополистическим, на нем доминируют несколько крупных операторов: MDA, Skybox, Airbus D&S, Digital Globe, Black Bridge, DMCii, Image Sat;
- в эксплуатации находятся в основном большие и средние космические аппараты, имеющие на борту специально разработанное оптоэлектронное оборудование;
- оборудование на борту большинства спутников характеризуется высокой энергозатратностью;
- основным фактором, определяющим потребительский выбор, является пространственное разрешение снимков.

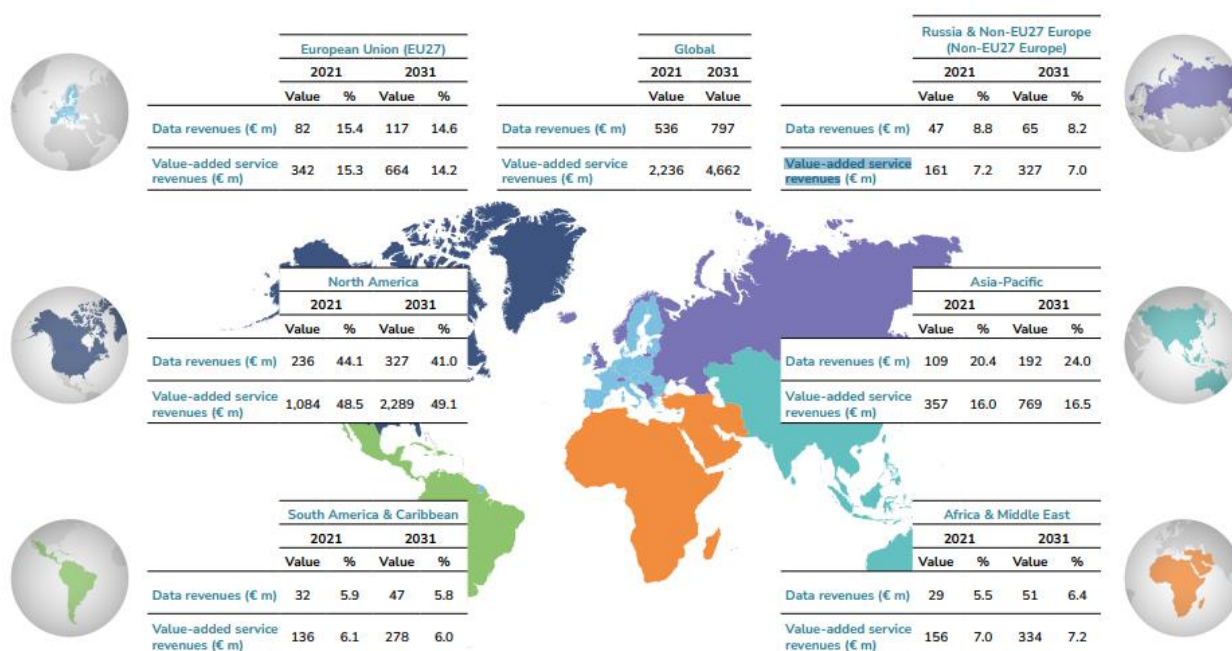
На ближайшие годы можно прогнозировать следующие тенденции развития мирового рынка:

- 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;
- вывод из эксплуатации спутников, позволяющих получать фотографические снимки;
- формирование орбитальных группировок спутников ДЗЗ¹⁸.

¹⁸ Состояние и перспективы развития рынка услуг по сбору и обработке спутниковых данных дистанционного зондирования Земли. Бухарицин А.П. <https://s.applied-research.ru/pdf/2021/3/13195.pdf>

Коммерциализация данных и услуг ДЗЗ

Карта мирового спроса на данные ДЗЗ¹⁹



Прим:

Data revenues (€ m) – доход от продажи данных/услуг в данном году; млн. евро.

Value-added service revenues (€ m) – доходы от продажи дополнительных услуг; млн. евро.

Согласно данным отчета Европейского агентства по космической программе EUSPA мировой спрос на данные ДЗЗ демонстрирует устойчивый рост. При этом основными потребителями данных ДЗЗ на сегодняшний день являются Америка и Азия. Доля России составляет 8,8%.

В течение следующего десятилетия прогнозируется удвоение доходов от данных и услуг ДЗЗ.

Роль и перспективы применения данных и услуг ДЗЗ в различных сегментах рынка

Роль данных ДЗЗ становится с каждым годом все более важной в прикладных отраслях и находит свое применение во все большем числе различных сегментов рынка. Глобальный рынок данных и услуг ДЗЗ был разделен на 16 сегментов на основе анализа более 100 приложений.

Сельское хозяйство. Современное сельское хозяйство опирается на данные и информацию о ДЗЗ для устойчивого производства питательных веществ. Управление, восстановление здоровья почвы и сохранение биоразнообразия. Основная тенденция в области сельского хозяйства является более широкое использование ДЗЗ в качестве исходных данных для интеллектуальной аналитики для оптимизации агротехнологических решений.

¹⁹ Отчет EUSPA «Обзор рынка ГНСС и ДЗЗ»

https://www.euspa.europa.eu/sites/default/files/uploads/euspa_market_report_2022.pdf

Авиация и дроны. Традиционно ДЗЗ позволяет отслеживать облака вулканического пепла, и опасную погоду, а также оказывать помощь авиации в определении профилактического обслуживания из-за реакций на твердые частицы. Ожидается, что в сочетании с глобальными навигационными спутниковыми системами (ГНСС) он поможет точно понять и уменьшить воздействие авиации на окружающую среду.

Биоразнообразие, экосистемы и природный капитал — ДЗЗ помогает углубить наше понимание здоровья экосистем, нанесения существующего и потенциального ущерба в них, тем самым прокладывая путь к более конкретным и эффективным мерам против разрушения экосистемы и потери биоразнообразия. Хотя большая часть оценок биоразнообразия по-прежнему проводится на местах, использование ДЗЗ в этой области растет.

Климатические службы. Роль ДЗЗ в работе климатических служб хорошо известна и способствует обеспечению бесценными данными для моделирования климата. Интеграция ДЗЗ с инновационными технологиями, а также ряд направлений, требующих тщательного мониторинга – тенденции для дальнейшего стимулирования рынка данных ДЗЗ, связанных с устойчивостью к изменению климата и адаптацией.

Потребительские решения, туризм и здоровье — приложения для здоровья с поддержкой ДЗЗ, ориентированные на качество воздуха и УФ-мониторинг становятся популярными на рынке. Устойчивый и безопасный туризм обеспечивается решениями с применением ДЗЗ, например, предоставляя информацию о волновых условиях на открытых водоемах и качестве воды.

Управление чрезвычайными ситуациями и гуманитарная помощь – ДЗЗ предоставляет полную необходимую картину для контекстно-зависимого реагирования на чрезвычайные ситуации, начиная от обеспечения готовности и раннего предупреждения для быстрого картирования до анализа после события.

Энергетика и сырье – ДЗЗ в отношении производства возобновляемых источников в основном связано с этапами планирования и мониторинга операций. Для сырья ДЗЗ может играть важную роль на всех этапах горнодобывающего цикла от разведки и разработки до производства и рекультивации. Данные ДЗЗ также имеют большой потенциал для поддержки новых энергетических решений, таких как решения Power-to-X (прим.: «Power-to-x» — это серия техник и способов, позволяющих преобразовывать, хранить и использовать возобновляемую электрическую энергию) на этапах постпроизводства, вклад в более экологичное будущее.

Мониторинг окружающей среды - различные параметры окружающей среды, полученные по данным ДЗЗ, способствуют увеличению числа международных, региональных и местных административных решений, связанных с воздействием на окружающую среду. Ожидается, что это будет стимулировать растущий спрос на данные ДЗЗ и приложений в этом секторе.

Рыболовство и аквакультура – специализированные услуги и продукты ДЗЗ приносят дополнительную прибыль. Предоставление информации о солености, температуре, качестве воды и т. д., значительно улучшает продукцию рыболовства и аквакультуры. На фоне роста важности аквакультуры, основной тенденцией является более широкое использование продуктов и услуг ДЗЗ в этой сфере.

Лесное хозяйство – ДЗЗ становится чрезвычайно ценным инструментом в мониторинге и поддержании устойчивости лесов. От мониторинга углерода до борьбы с вырубкой лесов, пожаров и деградации, ДЗЗ способствует безопасности в этой области. Ключевая тенденция,

возникающая в лесной промышленности - это использование ДЗЗ для мониторинга методов компенсации выбросов углерода.

Инфраструктура — ДЗЗ поддерживает различные этапы жизненного цикла инфраструктуры, начиная с выбора площадки и до мониторинга состояния инфраструктуры после строительства. Благодаря своей способности предоставлять информацию о подверженности риску и будущих последствиях изменения климата, ДЗЗ должна вносить все больший вклад в разработку более устойчивых инфраструктур.

Страхование и финансы — данные ДЗЗ используются для расчета параметрических продуктов, приносящих пользу как финансовым, так и страховым институтам. Оценка рисков и претензий на основе данных ДЗЗ приносит повышенную детализацию в выборе рисков и ценообразовании для страховщиков.

Морские и внутренние водные пути — благодаря ДЗЗ и синергии с приложениями ГНСС, такими как оптимизация маршрутов судов, способствуют повышению эффективности морского транспорта. Эта оптимизация также способствует снижению выбросов и к более безопасным средствам навигации, что приводит к чистой выгоде для отрасли и общества.

Железная дорога – ДЗЗ вносит свой вклад в общую безопасность железнодорожной сети, предоставляя управляющей инфраструктуре информацию о рисках, связанных вторжением растительности, оползнями, наводнениями, обрушениями. В будущем, благодаря своей способности обнаруживать движения грунта в миллиметровом масштабе, ДЗЗ также должно играть все большую роль в мониторинге деформации путей и состояния инфраструктуры вдоль них.

Дорожная и автомобильная промышленность. Хотя использование ДЗЗ является довольно новым и инновационным, такие приложения как комфорт вождения, значительно выиграли от глобальных данных ДЗЗ, способствуя дорожной безопасности.

Городское развитие и культурное наследие – ключевой фактор создания более здоровых городов. ДЗЗ помогает чиновникам, застройщикам и гражданам в мониторинге качества воздуха, светового загрязнения и картирования зеленых зон, а также в подготовке городского планирования в целом. ДЗЗ внесет свой вклад в новые решения, связанные с умными и устойчивыми городами.

Прогноз развития рынка данных ДЗЗ и дополнительных услуг в сегментах рынка

В 2021 году глобальный оборот данных ДЗЗ и дополнительных услуг составит 2,8 млрд евро. Более половины из этих глобальных доходов (т.е. 55%) генерируются пятью ведущими сегментами, а именно Городское развитие и культурное наследие, Сельское хозяйство, Климатические службы, Энергетика и сырье, Инфраструктура.

Доли сегментов рынка в 2021 и 2031 году²⁰



Однако прогнозируется, что сегмент Страхование и финансы (т. е. 145 млн евро и 5,2% в 2021 г.) добьется значительного роста в течение следующего десятилетия и станет крупнейшим вкладчиком в выручку глобального рынка данных ДЗЗ в 2031 г. (994 млн евро и рыночная доля 18,2%). К 2031 г. доходы глобального рынка данных и дополнительных услуг ДЗЗ приблизятся к 5,5 млрд евро.

Прогнозируемый рост данных ДЗЗ и доходов от дополнительных услуг в сегменте Страхование и финансы можно в основном отнести к ожидаемому быстрому внедрению решений, поддерживающих параметрическое страхование. (Прим.: Параметрическое страхование, или страхование на основе индекса, — это инновационный страховой продукт, который предлагает выплаты по заранее определенным параметрам и конкретным рискам (например, засухи, наводнения)).

Сегменты в более темной зоне на рисунке - это те, которые, согласно прогнозам, будут расти быстрее других, а у тех, что находятся в более светлой зоне, будет наблюдаться более медленный рост. Это можно объяснить степенью зрелости сегмента. Более зрелые сегменты рынка будут испытывать меньший ежегодный рост, чем развивающиеся рынки, на которых клиентская база еще не сформировалась. Например, зрелые сегменты, такие как Энергетика и сырье имеют медленный и постоянный темп роста. И наоборот, сегмент Страхование и финансы быстро растет.

С 2021 года на рынке данных ДЗЗ к 2031 году среднегодовой темп роста составит 3,5%, в результате чего общий доход составит 797 млн евро.

С 2021 года среднегодовой темп роста рынка дополнительных услуг ДЗЗ составит 6,8%, что приведет к общему доходу в размере 4,7 млрд евро к 2031 году.

²⁰ https://www.euspa.europa.eu/sites/default/files/uploads/euspa_market_report_2022.pdf

Этапы создания стоимости данных и услуг ДЗЗ

Система создания ценности ДЗЗ представлена на трех уровнях



На самом высоком уровне (светло-голубой) рынок разделен на данные ДЗЗ и дополнительные услуги ДЗЗ. На следующем уровне (зеленый) игроки отрасли делятся на три категории, а именно сбор и распространение данных, обработка данных и анализ, понимание и поддержка принятия решений. На самом низком уровне (темно-синий) подробная цепочка создания стоимости включает:

- **Поставщики инфраструктуры:** поставщики различных типов вычислительной инфраструктуры, на которых можно получить доступ к данным ДЗЗ, хранить, распространять или манипулировать ими.
- **Поставщики данных:** поставщики необработанных или предварительно обработанных данных ДЗЗ.
- **Поставщики платформ:** поставщики онлайн-платформ и/или цифровых услуг, через которых пользователи могут использовать инструменты и возможности для анализа данных ДЗЗ, разработки алгоритмов и создания приложений.
- **Поставщики продуктов и услуг ДЗЗ:** поставщики продуктов (например, классификаций земного покрова) или услуги (например, мониторинг движения грунта), которые в полной мере используют данные и возможности обработки ДЗЗ, предлагаемые поставщиками данных и платформ.
- **Поставщики информации:** поставщики отраслевой информации, не относящейся к ДЗЗ.
- **Конечные пользователи:** конечные пользователи, которые извлекают выгоду из приложений и услуг, предлагаемой поставщиками информацией.

Малые спутники в современной космической деятельности

Интерес к малым спутникам, первоначально – в массовом классе около тонны и ниже, проявился относительно давно, в том числе – для использования на геостационарной орбите. В основном этот интерес был связан с возможностью снижения стоимости запуска за счет использования конверсионных баллистических ракет. В реальности использование конверсионных МБР в коммерческих целях оказалось проблематичным и это направление активного развития не получило.

К началу 2010-х гг. тенденция к миниатюризации бортовых систем и расширение круга участников космической деятельности привела к резкому росту популярности малых космических аппаратов (МКА), используемых в прикладных, научных и технологических целях. При этом в диапазоне единиц и первых десятков килограммов активно развиваются так называемые Кубсаты, космические аппараты массой 100-200 кг планируются для использования в составе многоспутниковых группировок, а аппараты массой до тонны успешно заменяют многотонные прикладные спутники дистанционного зондирования Земли прошлых лет.

Следует отметить, что существуют различные трактовки градации спутников по массе, в том числе, с учетом энергопотребления и цены. Имеется ряд работ, в которых отмечается закономерность между массой спутника его энерговооруженностью и сроком активного существования.

Классы малых космических аппаратов

Класс КА	Диапазон масс
Фемтоспутник	10–100 г
Пикоспутник	< 1 кг
Наноспутник	1–10 кг
Микроспутник	10–100 кг
Малые КА верхнего массового диапазона	100–500 кг

Причины, способствующие росту популярности МКА среди участников космической деятельности

1. Миниатюризация бортовых систем, появление новых схмотехнических решений, включая связанных с многоспутниковыми группировками, позволяющими кардинально снизить массу аппаратов и решать с помощью МКА задачи, ранее традиционно решавшиеся «большими» аппаратами, прежде всего в области дистанционного зондирования Земли и связи. Пример – российский МКА «Аист», разработанный Самарским университетом совместно с промышленным предприятием АО «РКЦ «Прогресс». МКА относительно недороги, легко модифицируются для решения определенной задачи, создают меньше радиопомех, обеспечивают значительное увеличение оперативности получения потребителем данных наблюдения за счет создания необходимой по численности группировки малых аппаратов. Их применение способствует уменьшению рисков, связанных с запуском на орбиту и работой в космосе, снижая финансовые потери в случае отказа или утраты такого спутника.

2. Малые КА позволяют отрабатывать новые технологии и эффективно решать отдельные конкретные задачи космических исследований в различных областях науки (астрономия, астрофизика, космическая физика, физика Солнца, планетоведение, космическая биология).

3. Малые аппараты меньшей массы (нано- и пр.) служат «демократизации» космической деятельности, позволяя, в частности, реализовывать космические программы университетов. В этом направлении работают несколько российских вузов (МГТУ им. Н.Э. Баумана, МАИ, Самарский университет им. академика С.П. Королева, Национальный исследовательский Томский политехнический университет, Сибирский государственный аэрокосмический университет им. академика М.Ф. Решетнёва и ряд других). Самый демократичный из

современных проектов – это проект «Маяк» Московского политехнического университета, предусматривающий развертывание на орбите тетраэдра из светоотражающей пленки.

4. С помощью МКА в качестве «пилотных проектов» организации малого бизнеса и в целом некосмические компании имеют возможность войти на космический рынок. В целом направление МКА можно рассматривать как один из базовых движущих факторов появления и развития нового поколения коммерческих космических проектов и компаний, объединенных общим условным обозначением NewSpace или Космос 2.0.

Группы современных МКА

Несмотря на достаточно широкий размерный и функциональный диапазон, в целом современные МКА можно отнести к одной из трех групп.

1. Спутники с массой порядка сотен килограммов, реально решающие задачи «больших» КА (как в интересах государства, так и в интересах коммерческих потребителей). Сюда относятся, например, российские КА «Гонец-М», близко примыкают «Канопус» (600 кг) и «Аист-2Д» (530 кг), целый ряд прикладных аппаратов на базе платформ SSTL 100–300+.

2. Спутники в стандартном форм-факторе Кубсат до 12U, а также несколько альтернативно заявляемых форм-факторов (например, спутники ТаблетСат российской частной компании «Спутникс») – разрабатываемые университетами, частными компаниями, инициативными сообществами, как в образовательных целях, так и с коммерческой перспективой. Наиболее известное коммерческое приложение формата – КА Dove (форм-фактор 3U) компании Planet Labs. Спутники-кубсаты – это самый популярный сегодня «демократический» формат в спутникостроении.

3. Промежуточная группа – спутниковые системы более продвинутого технологического уровня, чем Кубсат, но еще не вышедшие на уровень полноценных прикладных решений.

Применение и реализация

Технологические МКА используются для отработки и демонстрации технологий, например, для отработки и сертификационных испытаний систем и узлов ракетно-космической техники. Научные МКА могут быть использованы для проведения исследований в области солнечной и космической физики, планетологии, астрономии и астрофизики, науки о Земле, космической биологии. С их помощью осуществляют исследование границ земной атмосферы, суточные и глобальные наблюдения земных процессов, которые изменяются в течение дня, исследование физико-химических свойств поверхности планет или их атмосфер, исследование выживания и адаптации организмов к космическому пространству (к микрогравитации и к высоким уровням радиации). Пример – научный КА «Чибис».

Малые космические аппараты в силу большей доступности (прежде всего, с точки зрения экономики проекта) весьма популярны в частном секторе. Первые космические аппараты, созданные в России полностью частными компаниями при поддержке фонда «Сколково» и запущенные летом 2014 г., были построены именно на базе микроспутниковых платформ. В первую очередь, создание таких аппаратов – это поиск ответа на вопрос: можно ли в наших условиях, вне традиционной кооперации предприятий «большой» ракетно-космической промышленности, создать космический аппарат, реально работающий на орбите. Несмотря на то, что частные разработки также проходят соответствующую сертификацию и лицензирование, в силу несколько меньших экономических рисков при создании коммерческих МКА может

использоваться менее затратная элементная база, чем сертифицированная по уровню Space, появляется возможность проведения летной отработки на нескольких промежуточных образцах.

В образовательном процессе малые спутники широко используются потому, что позволяют одновременно привить студентам практические навыки, получить знания о реально существующем производственном цикле создания космической техники, ощутить сопричастность к реальной космической деятельности. Реализация проектов в этом направлении всегда представляет собой взаимодействие промышленности и вузов, постоянный поиск компромисса между эффективностью и качеством производства и необходимостью выполнения как можно большей части работ студентами вуза.

При этом коммерческий сегмент часто оказывается тесно связанным с образовательным. Так, компания SSTL (Surrey Satellite Technology Limited) из небольшой лаборатории в составе Университета Суррея (Великобритания) выросла в ведущего в мире разработчика и производителя малых спутников различного назначения (дистанционное зондирование Земли, навигация, телекоммуникации). Компания нацелена уже не только на наноспутники, но и на аппараты массой до 1 т. Специалисты SSTL занимаются разработкой коммерческих платформ массой от 50 до 300 кг. Кроме того, SSTL участвует и в разработке российских аппаратов («Канопус-В», «Ломоносов»).

Российская компания «Спутниковые инновационные космические системы» – российская частная компания-производитель спутниковых компонент и технологий для МКА, а также сервисов на их основе, была преобразована из отдела спутниковых технологий ООО «ИТЦ «СКА-НЭКС», изначально создаваемого для разработки системы ориентации и стабилизации наноспутника «Чибис-М» по заказу Института космических исследований РАН. В настоящий момент компания активно работает в образовательном сегменте²¹.

По последним оценкам, на начало 2022 года в космосе находилось порядка пяти тысяч действующих космических аппаратов. Примерно половина из них — это спутники Starlink и OneWeb, предназначенные для предоставления услуг глобального интернета.

Наноспутники

В классификации по массе наноспутник (наносат, наноспутник) - это любой спутник массой от 1 кг до 10 кг. Под определение «наноспутник» подходят все спутники CubeSat, PocketQube (карманные спутники), спутники формата TubeSat, SunCube, ThinCube и нестандартные пикоспутники, если не указано иное. Все они являются частью одной и той же революции Кубсат и скачка современных электронных технологий.

Наноспутники предназначены для работы не по одиночке, а в составе группы (роя) – не менее 4 наноспутников. В составе группировки в космическом пространстве они могут решать прикладные задачи (изучение околоземного космического пространства, исследование геофизических полей, экологический мониторинг, ретрансляция навигационных сигналов, покрытие Земли интернетом, выявление астероидной опасности, инспекция космических аппаратов в космосе, проведение научных исследований) в режиме реального времени, которые невозможно решать обычным одиночным космическим аппаратам.

Современная электроника позволяет создавать миниатюрные спутники с огромными возможностями. Если раньше спутники связи и зондирования весили сотни килограмм, то сегодня такие задачи решают аппараты весом в десятки. Проблемой было развести наноспутники

²¹ Малые спутники в современной космической деятельности

<http://lib.tssonline.ru/articles2/sputnik/malye-sputniki-v-sovremennoy-kosmicheskoy-deyatelnosti>

в плоскости орбиты, что потребовало разработки миниатюрных двигателей, в частности, плазменных.

В начале 2022 года запущена сборка первого российского наноспутника с новейшим плазменным двигателем VERA. Двигательная установка VERA (Volume-Effective Rocket-propulsion Assembly) разработана и проходила испытания в лаборатории плазменных двигателей Института ЛаПлаз НИЯУ МИФИ с апреля 2021 года. Утверждается, что ранее на российском рынке отсутствовали компактные двигатели для развода наноспутников в плоскости орбиты и для свода с орбиты после окончания срока эксплуатации спутников (чтобы не множить космический мусор).

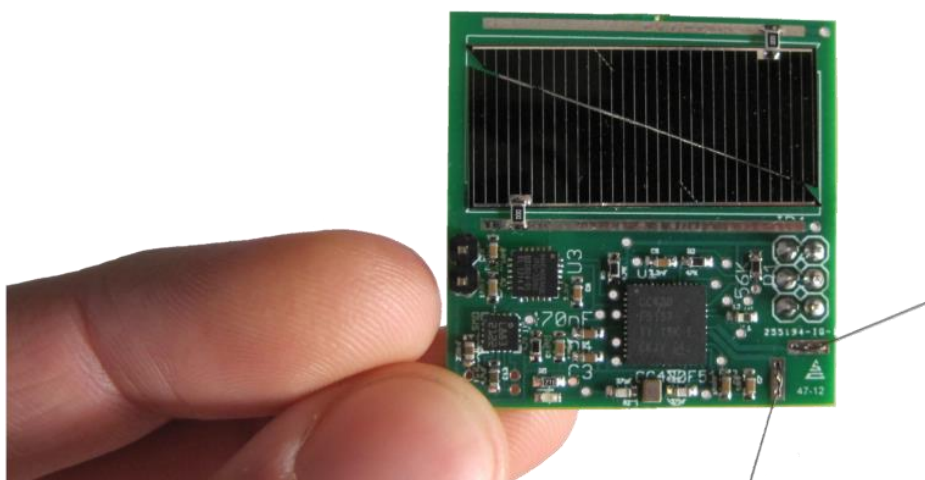
Сборкой первой (опытной) пары наноспутников формата CubeSat 3U ($30 \times 10 \times 10$ см) занимаются институт ЛаПлаз НИЯУ МИФИ и компания «Спутникс». Запуск аппаратов ожидается в текущем году, возможно, в рамках запуска «школьных» спутников для учебно-практической программы Space PI²².

Пикоспутники

Пикоспутниками называют спутники с массой от 100 г до 1 кг. Обычно проектируются для работы в группе, иногда с наличием более крупного спутника. Спутники формата Кубсат имеют объём в литр и массу около килограмма и могут считаться либо крупными пикоспутниками, либо лёгкими наноспутниками.

Фемтоспутники

Фемтоспутники – это космические аппараты весом меньше ста грамм. Их размеры редко превышают пару сантиметров. «Фемто» - приставка, обозначающая безразмерный коэффициент «десять в минус пятнадцатой степени», используется в классификациях спутников как метафора крайней микроминиатюрности. Это буквально одна-две электронные платы и компактный источник питания — солнечная батарея. На борту чаще всего размещают радиопередатчики и миниатюрные цифровые сенсоры.



Последние достижения в области миниатюризации и электроники позволили серьезно уменьшить габариты спутников, сделав возможным создание работоспособных аппаратов

²² Российские инженеры начали сборку первого российского наноспутника с плазменным двигателем VERA <https://3dnews.ru/1058529/rossiyskie-ingeneri-nachali-sborku-pervogo-rossiyskogo-nanosputnika-s-plazmennim-dvigatелеm-vera>

размером с печатную плату. В качестве примера можно привести фемтоспутники Sprite. Их масса составляет 4 грамма при диаметре 3,5 см и стоимости менее 100 долларов.

Целевое назначение фемтоспутников, в первую очередь, - проведение технологических экспериментов. Использование фемтоспутников в качестве индивидуальных спутников ДЗЗ представляется невероятным вследствие очевидных масс-габаритных, энергетических и апертурных ограничений. Теоретически, в крайне далёкой и туманной перспективе из них можно будет создавать сложные, распределённые в пространстве антенные комплексы - например - в целях дистанционного зондирования Земли.

Вместе с тем, фемтоспутники можно использовать для решения значимых научных и прикладных задач уже сейчас. Так, они позволяют визуализировать процессы, происходящие в околоземном пространстве, и действующие на тела силы с непредставимыми ранее пространственным и временным разрешениями подобно тому, как с помощью железных опилок можно визуализировать магнитное поле. С их помощью, например, становится возможным изучение флуктуаций гравитационного поля Земли или плотности верхних слоёв атмосферы, и т.д. Более интересной и реалистичной перспективой является использование фемтоспутников в качестве противоспутникового оружия или блокирования определённых орбит посредством формирования облаков заданной и управляемой конфигурации²³.

Вопросы, требующие ответов

Способствуя развитию NewSpace и обеспечивая широкий доступ в космос, массовое распространение МКА в то же время несет в себе определенные угрозы и риски. Очевидно, что частные компании и университеты не всегда обладают достаточным опытом и уровнем развития технологий, чтобы обеспечить создание МКА на том же уровне, что государственные предприятия и уже занявшие рынок коммерческие компании. Поэтому обвальное падение числа «непрофессиональных» космических аппаратов может привести к существенному снижению качества орбитальных группировок в целом и росту «мусорной опасности».

С другой стороны, завышение требований по сертификации и лицензированию «убивает» саму идею доступных форм-факторов космических аппаратов, специально рассчитанных на появление новых игроков в сфере космической деятельности. Выход в использовании технических решений, снижающих риск образования долгоживущего мусора и поиск оптимума в регулировании. При этом одним из наиболее популярных аргументов сторонников широкомасштабного использования МКА нано- и микроформата, а в последнее время и развертывания многоспутниковых прикладных группировок на их основе, заключается в том, что на низких орбитах космические аппараты без коррекции орбиты сравнительно быстро входят в атмосферу, не пополняя тем самым ряды космического мусора. Соответствующие дискуссии ведутся сегодня, в частности на базе Межагентского координационного комитета по космическому мусору (IASDCC).

В 2007 г. Комитетом ООН по мирному использованию были сформулированы Руководящие принципы Комитета ООН по использованию космического пространства в мирных целях по предупреждению образования космического мусора, где основной упор делается на «профилактических мерах», позволяющих свести к минимуму образование мусора при штатной и нештатной эксплуатации космических аппаратов. В части микро- и нано-спутников активно

²³ «Фемтоспутники»: возможности и перспективы

<http://www.geoprofi.ru/news/femtospurniki-vozmozhnosti-i-perspektivyh>

обсуждаются различные решения, позволяющие радикально ускорить их сход с орбиты, в том числе – различные электродинамические и «парусные» схемы.

В целом вопросы специального нормативного правового регулирования сферы создания и применения малых космических аппаратов (в силу их доступности и повышенного «мусорного» потенциала) периодически поднимаются. Уже в 2015 г. IASDCC выпустил меморандум, посвященный проблематике создания многоспутниковых прикладных группировок. Но в настоящий момент соответствующий международный консенсус еще не сформирован, и прежде всего – в силу двойственного характера самой проблемы, отсутствия общего понимания целесообразности или нецелесообразности ограничений или дополнительного регулирования (включая формирование разрешительного международного режиме запусков) «микроспутниковой» деятельности на современном этапе развития космической деятельности в целом.

Растущая популярность МКА обуславливает необходимость развития соответствующей инфраструктуры, в том числе в части запусков. В настоящий момент на мировом рынке коммерчески привлекательными являются попутные запуски на средних и тяжелых ракетносителях.

У России имеются технические возможности в части попутного выведения МКА при запуске основных полезных нагрузок и в части доставки на транспортных кораблях «Прогресс». При этом развиваются возможности для «демократизации» запусков МКА. Так, Роскосмос в рамках соглашения с инновационным центром «Сколково» планирует предоставлять возможности для запуска МКА образовательным учреждениям и малым инновационным компаниям.

Растущие потребности в запусках МКА, в первую очередь – прогнозируемое развертывание многоспутниковых коммерческих группировок на базе аппаратов форм-фактора Кубсат, на протяжении нескольких последних лет вызвали к жизни целый ряд проектов новых средств выведения малого и сверхмалого класса, специализированных на выведении МКА. Среди них – Electron, LauncherOne, SOAR, Super Strypi, M-OV, Alpha 400, Bloostar, GOLauncher 2, российский проект «Таймыр». Следует при этом отметить, что при современном состоянии рынка пусковых услуг как попутный, так и групповой запуск малых космических аппаратов при прямом сравнении оказывается эффективнее, чем использование специализированного сверхмалого носителя, даже если поверить самым оптимистическим прогнозам их разработчиков. Однако разработчики сверхмалых носителей приводят свои доводы, обосновывающие их целесообразность.

Резюме

Если бы малых космических аппаратов, в особенности микро- и нанокласса, не было – их бы следовало изобрести. Дело даже не в том, что весьма уважаемые гиганты инфокоммуникационного бизнеса вплотную приблизились к развертыванию серьезных многоспутниковых группировок – хотя и это очень важно. Развитие малых аппаратов резко снизило барьер входа на рынок космических средств, вначале – для университетов (что не только кардинально изменило подход к образовательным программам, но и положило начало феномену SSTL), а затем – для малого и венчурного бизнеса (что, по большому счету, спровоцировало Космос 2.0). Несомненно, такое снижение барьера – серьезный вызов и для правовых основ

космической деятельности, и для обеспечения космической безопасности, борьбы с космическим мусором. Однако даже наиболее последовательные сторонники развития космической техники исключительно в рамках «профессиональной лиги» не повторяют сегодня известной фразы тогдашнего главы IBM, сказанную им в 1943 г. о том, что в мире есть рынок примерно для пяти компьютеров.

Сегодня никто принципиально не оспаривает прогнозов роста околоземных микроспутниковых группировок и постепенного замещения малыми аппаратами более серьезных классов нынешних многотонных гигантов по целому ряду направлений космической деятельности. Нужно только пройти между двумя крайностями: с одной стороны – не допустить бесконтрольного роста населенности наиболее популярных орбит без принятия жестких, профессиональных мер борьбы с их замусориванием, а с другой – проявить здравый подход и не довести дело до роста «микроспутникового пузыря» по образцу «пузыря доткомов» второй половины 1990-х годов²⁴.

²⁴Малые спутники в современной космической деятельности

<http://lib.tssonline.ru/articles2/sputnik/malye-sputniki-v-sovremennoy-kosmicheskoy-deyatelnosti>

ПРОГНОЗЫ ЭКСПЕРТОВ ПО НАИБОЛЕЕ ПЕРСПЕКТИВНЫМ УСЛУГАМ

На лекции генерального директора «Орбита Капитал Партнерз» и представителя Singularity University Евгения Кузнецова, которую он прочел в рамках Архипелага 2121 в Точке кипения в Великом Новгороде, выделены четыре этапа освоения космоса.

➤ **Космос 1.0.** Первая стадия освоения была демонстрацией возможностей, когда страны преследовали в основном военно-политические цели. Главное было установить флаг. После этого все ждали Марса, спутников Юпитера и далеких звезд. Но процесс почти остановился на многие десятилетия. Государства решили свои задачи, а для бизнеса это было слишком дорого и сложно.

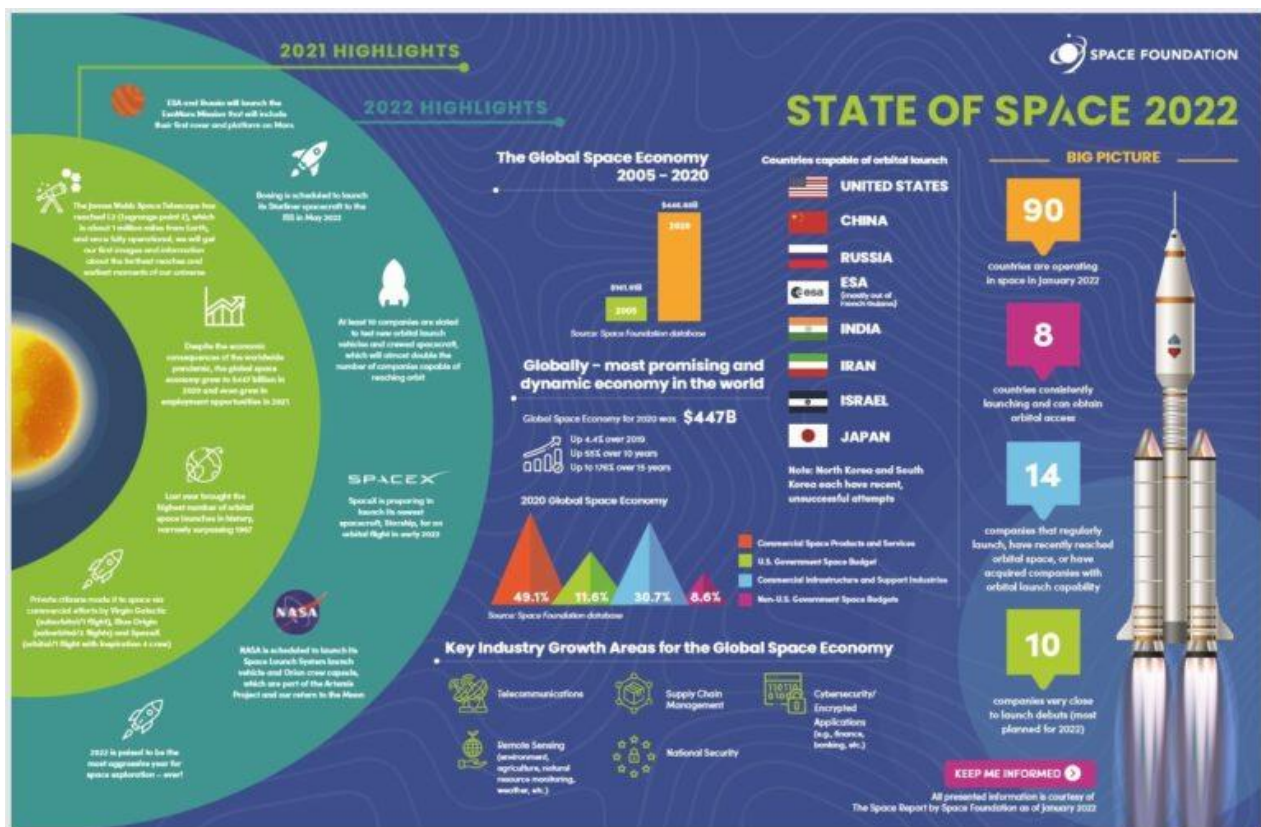
➤ **Космос 2.0.** Далее началась волна скрытого освоения космоса, когда туда вылетели многие земные инфраструктуры — связь, телекоммуникации, телевидение. Скрытое освоение превратило космос в мощную индустрию. Эта стадия подарила нам возможность инвестировать в технологические проекты, связанные с новыми задачами освоения.

➤ **Космос 3.0.** Прямо сейчас мир вступил в новую историю, когда в космос ринулись крупные компании и начали создавать космическую инфраструктуру. Грубо говоря, чтобы плыть через океаны, нужны порты и верфи. И сейчас такие «порты и верфи» создают уже не на Земле, а в космосе.

➤ **Космос 4.0.** Когда космос наполнится инфраструктурой, он станет локомотивом роста. Это будет открытое пространство для освоения и добычи огромного количества полезных ресурсов. Тогда начнется новый экспоненциальный рост, который изменит наше представление о земной экономике: она станет экономикой Земли и космоса.

В 2019 году экономика космоса достигла отметки 366 миллиардов. Не более четверти составляют научные, военные и иные программы государств. Три четверти — это коммерческое освоение — спутники и наземная инфраструктура для них. В 2021 году, по словам Тома Редера, космическая экономика достигла **447 миллиардов долларов**, и ожидается, что темпы роста ускорятся в 2022 году²⁵.

²⁵ State of Space 2022: Industry Enters 'Era of Access and Opportunity'
[https://www.thespacereport.org/uncategorized/state-of-space-2022-industry-enters-era-of-access-and-opportunity/#:~:text=Industry%20Outlook%20\(11\)-,State%20of%20Space%202022%3A%20Industry%20Enters%20'Era%20of%20Access%20and,expected%20to%20accelerate%20in%20](https://www.thespacereport.org/uncategorized/state-of-space-2022-industry-enters-era-of-access-and-opportunity/#:~:text=Industry%20Outlook%20(11)-,State%20of%20Space%202022%3A%20Industry%20Enters%20'Era%20of%20Access%20and,expected%20to%20accelerate%20in%20)



Но на эту инфраструктуру завязано значительно больше. Только в США это примерно **пятиллионная индустрия**, куда входит интернет, финансовые сервисы, предсказания погоды, безопасность и многое другое. И эта индустрия постоянно растет — космос становится ареной для очень важных сервисов.

Оценки глобальной космической экономики, предоставленные Космическим фондом, показывают, что в США государственные космические расходы сократились на **1,2%** по сравнению с уровнем 2019 года, произошел значительный сдвиг в сторону **коммерческой космической деятельности**, которая **выросла на 6,6%** за тот же период. Военные космические расходы сократились во всем мире в 2020 году, но расходы США в этой категории увеличились на **6,1%** и в настоящее время составляют более 80% от общего мирового объема²⁶.

Вместе с этим космос становится значительно доступнее, потому что его **начинают осваивать все меньшие космические аппараты**. Если раньше спутники были тяжелыми, мощными, сложными структурами, которые создавались годами, то сейчас за освоение орбиты взялись средние и малые аппараты весом до тонны. В частности, особенно малых — до 600 кг. По прогнозам, за следующие **8–9 лет количество спутников, выводимых в космос, вырастет в 4–5 раз**. Далее про это будет рассмотрено подробнее.

Поднимается вопрос о создании **серийных спутников**. После запуска такого серийного производства останется всего один или два технологических шага до **ремонтнопригодных спутников**, состоящих из заменяемых частей, которые можно ремонтировать прямо на орбите. По прогнозам они должны появиться до конца десятилетия.

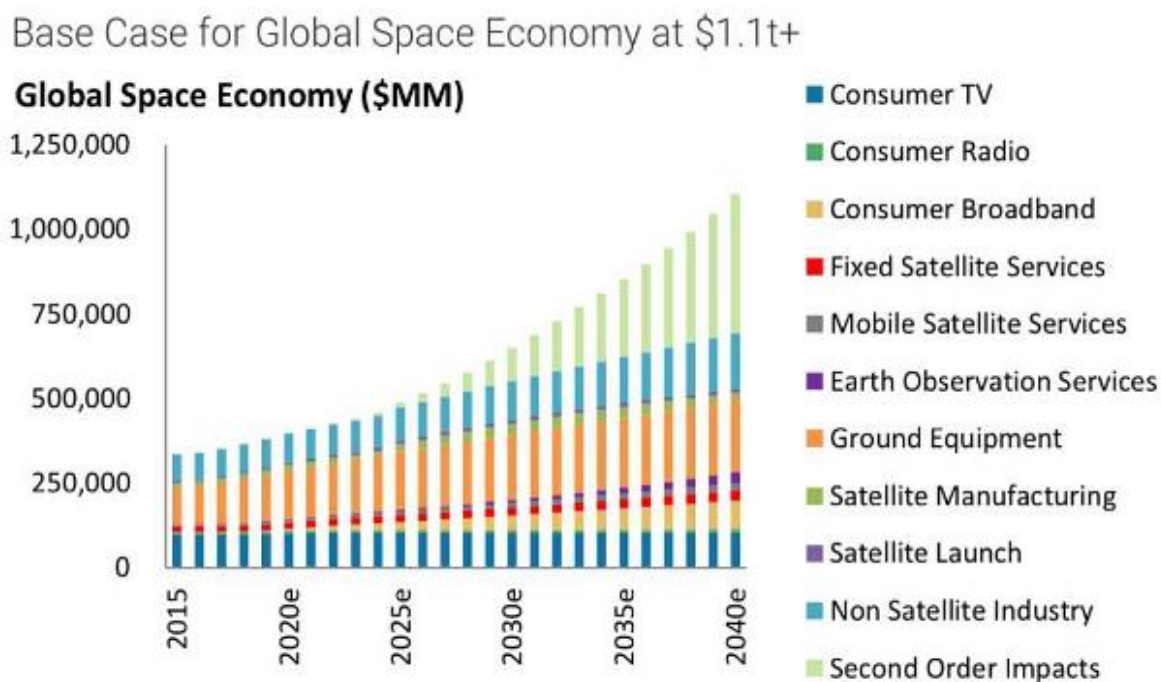
²⁶ THE WASHINGTON STATE SPACE ECONOMY: 2022 UPDATE

<https://www.psrc.org/sites/default/files/wa-space-economy-2022.pdf>

Задача для **новой группировки спутников** — **выход на непрерывный мониторинг Земли** в декасантиметровом разрешении, а в перспективе и в сантиметровом.

Возможность добавить к любому земному сервису мониторинг из космоса открывает новые горизонты для бизнеса. Например, уже сейчас наблюдения применяют для контроля роста сельскохозяйственных растений, мониторинга строительства и перевозок, для спасения на водах и решения других морских задач. Не хватает только широкой доступности этого сервиса.

Есть разные прогнозы роста космической экономики. Один из наиболее авторитетных источников — конгломерат Morgan Stanley. Он предполагает, что **к 2040 году** оборот космоса превысит **триллион долларов**:

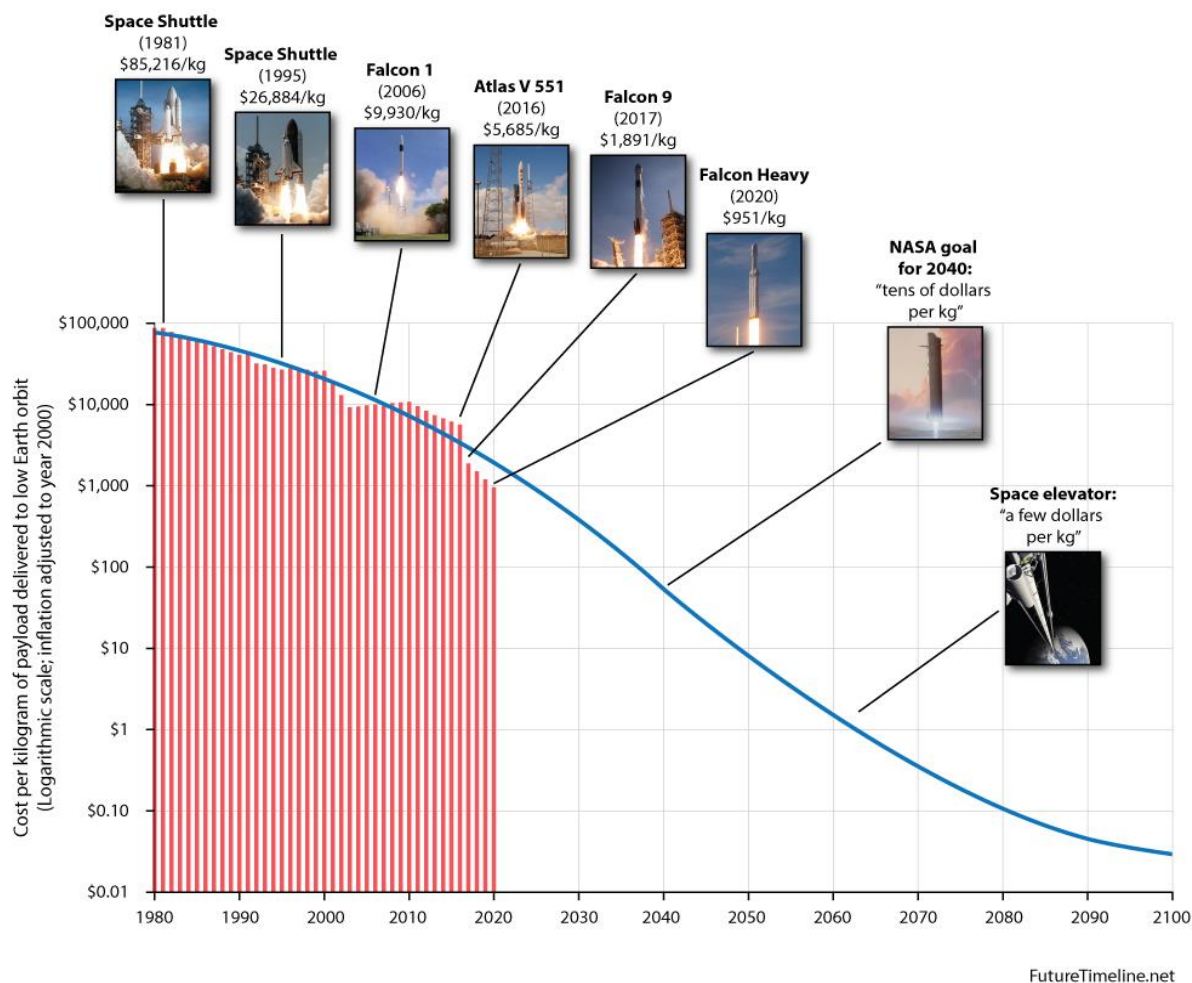
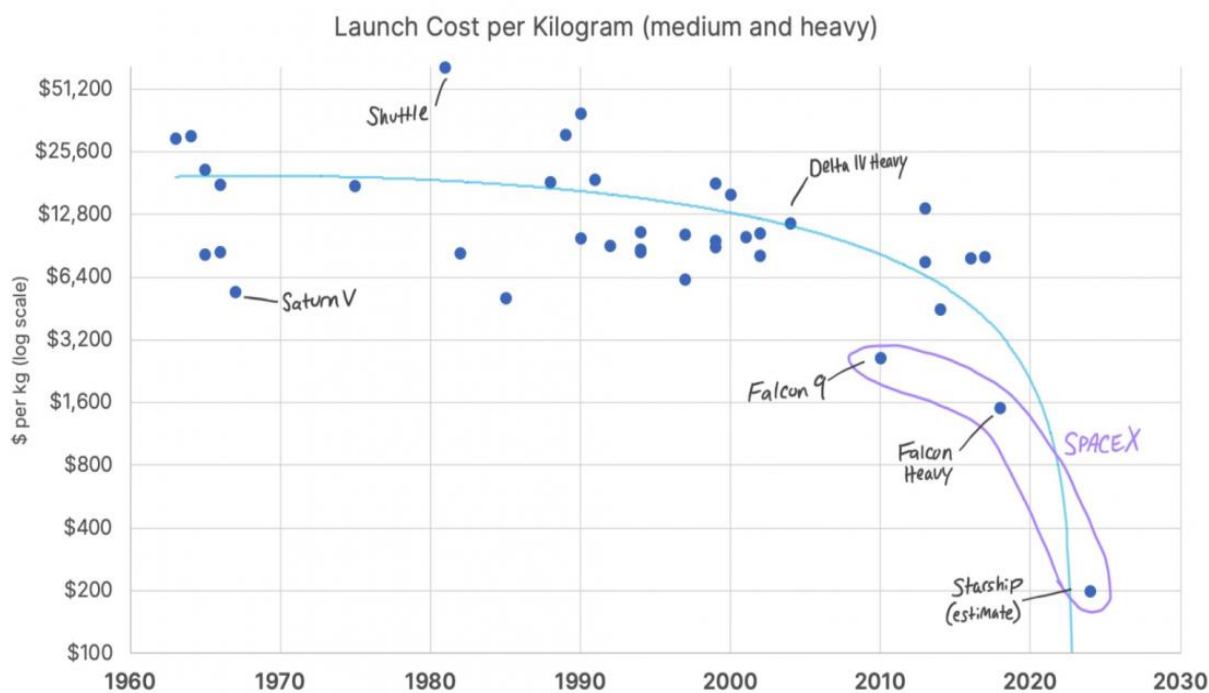


Source: Satellite Industry Association, Morgan Stanley Research, Thomson Reuters.

Анализируя график, можно сделать вывод о том, что самый быстрорастущий сегмент (салатовые столбики) — это **Second Order Impacts**, вторичные возможности, когда аппарат, выведенный на орбиту для решения конкретных задач, например для обеспечения связи, параллельно выполняет дополнительную работу — фотосъемку.

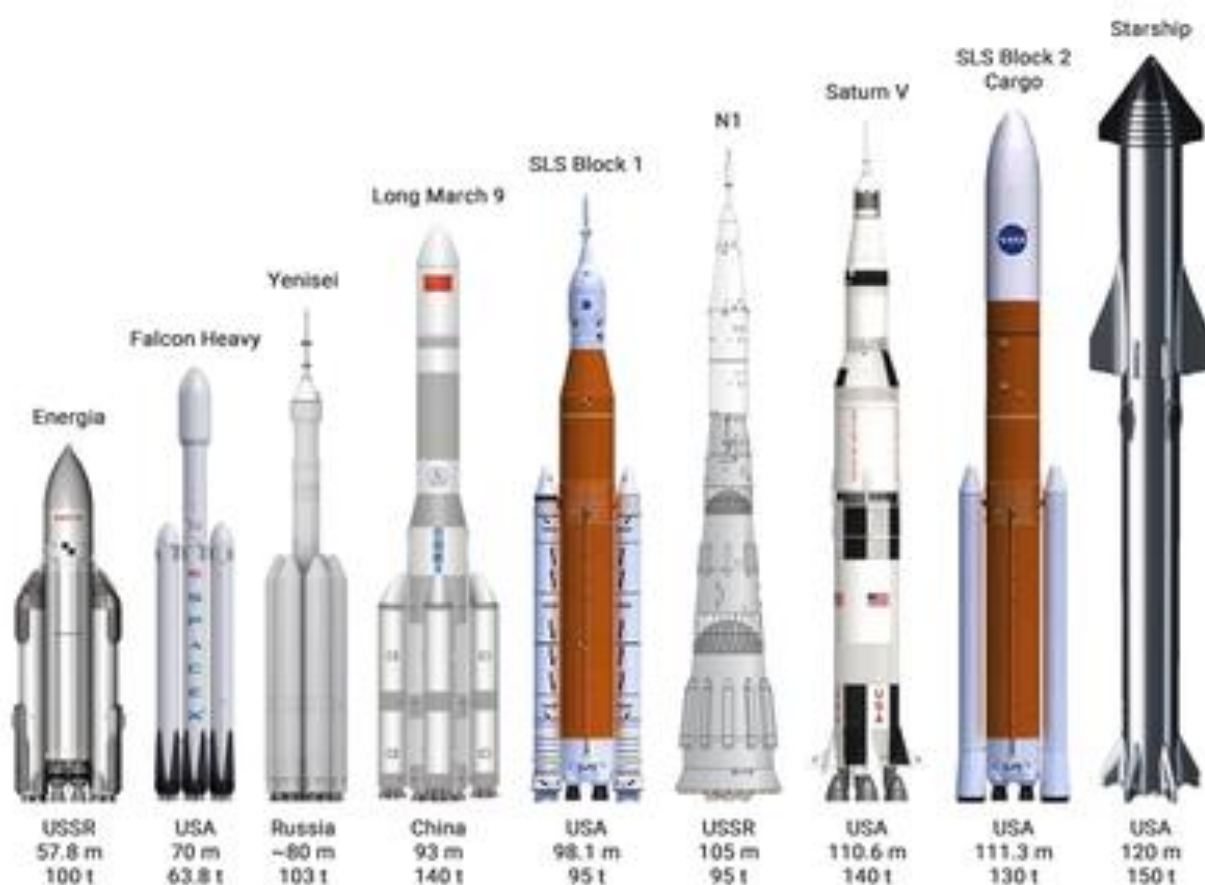
Революция стоимости доставки грузов на орбиту

Почти 50 лет, начиная с первых полетов, космос был очень дорогим удовольствием. Стоимость вывода килограмма на орбиту начиналась от 5–6 тысяч долларов и практически не снижалась, пока не наступила эра SpaceX:



На рисунках, представленных выше, отображена динамика стоимости полетов. Космос становится на три порядка дешевле. Вертикальная шкала у второго рисунка — логарифмическая.

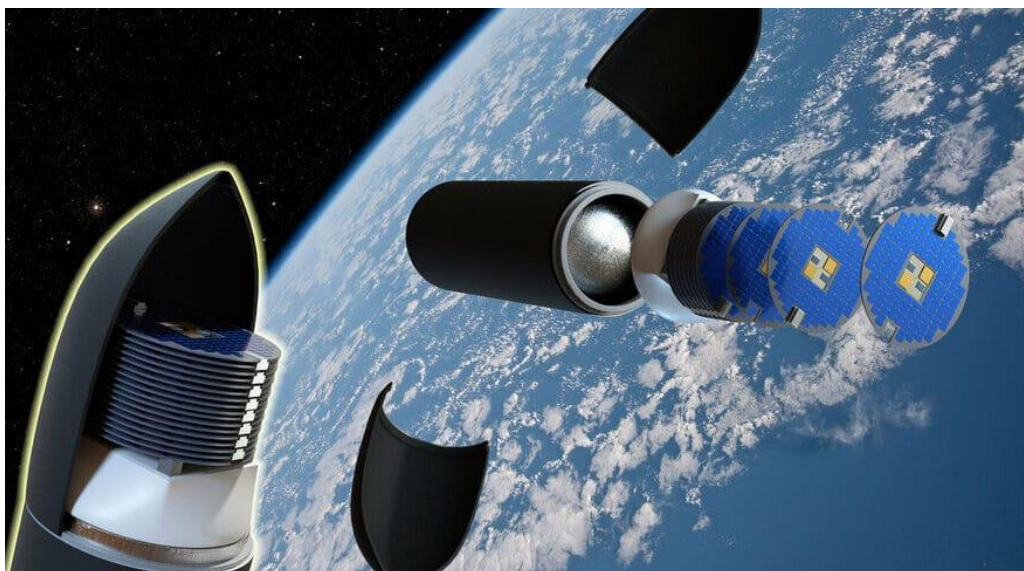
При этом ракеты становятся мощнее и совершеннее.



Анализируя рисунок, видно, что советские и российские ракеты вполне вписываются по грузоподъемности и качеству. Но ключевая задача — достичь той же стоимости запуска. Это возможно только при фундаментальном удешевлении компонентов ракеты, создании заменяемых систем корабля и так далее. Необходима полная пересборка всей ракетостроительной индустрии на фундаменте новых технологий.

Дисксаты – двумерные контейнерные спутники

Одна из крупнейших в мире консультационных организаций в области космонавтики The Aerospace Corporation предложила новый форм-фактор сверхмалых спутников. В отличие от ставшего стандартным «формата» кубсатов, дисковый типоразмер предлагает более высокую энерговооруженность на единицу массы. При этом не требует сложных раскладных солнечных панелей, что важно для простых и дешевых аппаратов, производимых массово.



В свете появления все большего количества различных ракет-носителей на рынке Aerospace Corporation предлагает новый универсальный форм-фактор микроспутников. Это диск диаметром 100 или 120 сантиметров, в зависимости от назначения аппарата и доступного под обтекателем ракеты объема. Он ни в коем случае не исключает существование кубсатов — те занимают несколько иную нишу. Но зато делает создание малых спутников радикально проще и дешевле²⁷.

Особенности дисксатов:

- Определены ключевые факторы будущего космического предприятия: нужно просто уменьшаться (микро/наноспутники) не доставят вас туда
 - Необходимо мыслить нестандартно (кубсаты)
- Aerospace Corp. разрабатывает новую парадигму спутникового форм-фактора:
 - Дисксат – архитектура «двумерной» шины с низким SWaP и большой апертурой (без разворачивания!)
- Форм-фактор предлагает уникальные возможности в корпусе весом 10–20 кг:
 - Большая площадь поверхности для высокой мощности и радиочастотной апертуры
 - Большое ΔV за счет электрического двигателя для маневрирования, изменения высоты или даже окололунных миссий
 - Большой общий объем для размещения полезной нагрузки
 - Полеты на очень малых высотах (<250 км) при полете с малым лобовым сопротивлением
- Разнообразные применения для миссий:
 - Большие группировки
 - Радиочастотные приемники и передатчики
 - Радар
 - Высокая мощность²⁸

²⁷ Диск вместо кубика: разработан новый формат микроспутников для «мегасозвездий»
<https://naked-science.ru/article/cosmonautics/discsat>

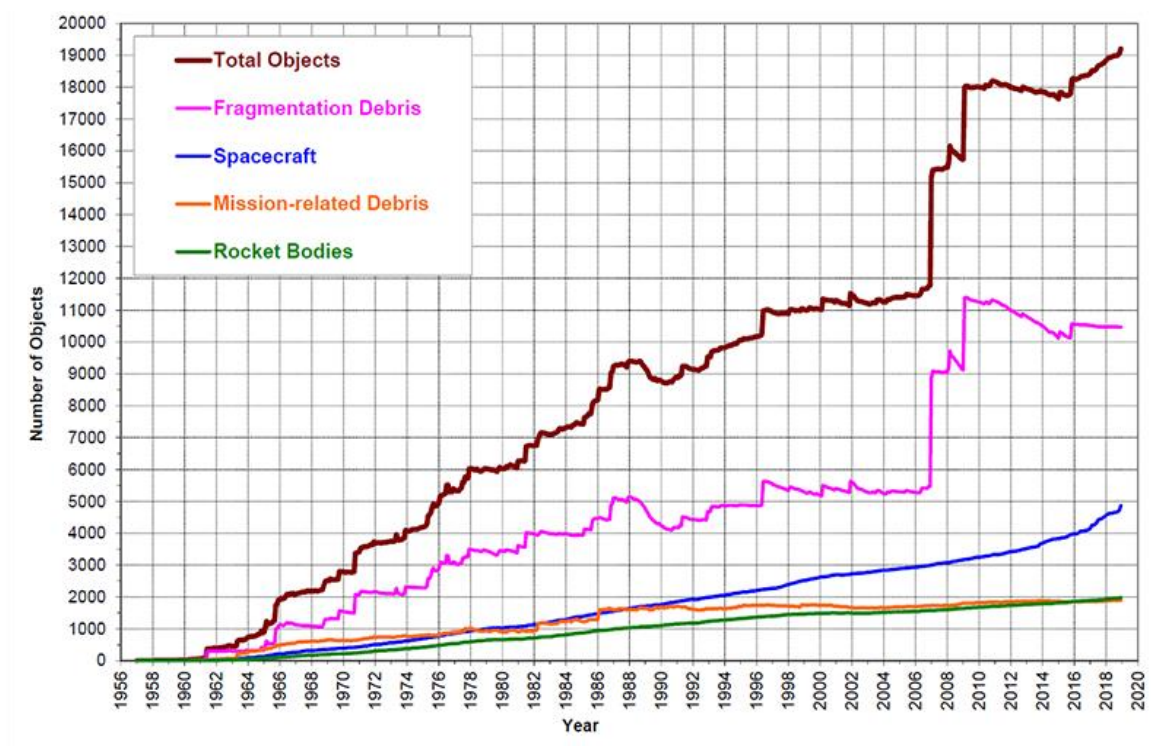
²⁸ The DiskSat: A Two-Dimensional Containerized Satellite <https://digitalcommons.usu.edu/smallsat/2021/all2021/227/>

Первый технологический демонстратор нового типоразмера спутников Aerospace Corp. планирует запустить в начале 2023 года.

Проблема космического мусора и перенаселенности орбит

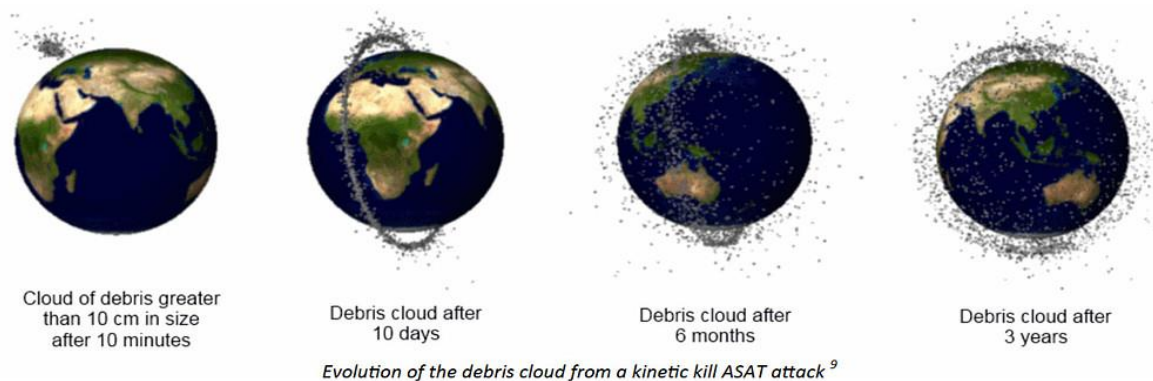
У человеческой деятельности в космосе есть последствия: чрезвычайно быстрое заполнение околоземного пространства разными объектами. На данный момент в космосе находится уже почти **21 тыс. предметов диаметром более десяти сантиметров**. Большая часть из них – это мусор, который занимает важные функциональные орбиты.

График роста числа крупных объектов космического мусора



В 2007 году в Китае проведён эксперимент по уничтожению спутника. Результаты представлены на рисунке.

Схема распространения обломков после испытания Китаем в 2007 году противоспутниковой ракеты



Исследователи отметили, что осколки спутника расплзлись практически по всей орбите и сейчас представляют опасность для всех аппаратов, находящихся на этой же высоте.

С учетом запуска новых многотысячных группировок спутников (только у SpaceX будет 42 тыс.) **задача очистки орбиты становится все важнее**. Поэтому мир обратился в сторону спутников, которые можно ремонтировать и заправлять прямо на орбите. **Сейчас идут первые эксперименты. Сразу несколько компаний провели пробные дозаправки. В ближайшее время это станет мощной индустрией.**

Чего ждать к 2035 году?

Следующий рубеж, который предстоит преодолеть, - это выход коммерческих и промышленных проектов за рамки околоземной орбиты. У так называемой «**межлунной экономики**» (CisLunar economy) три важных ориентира:

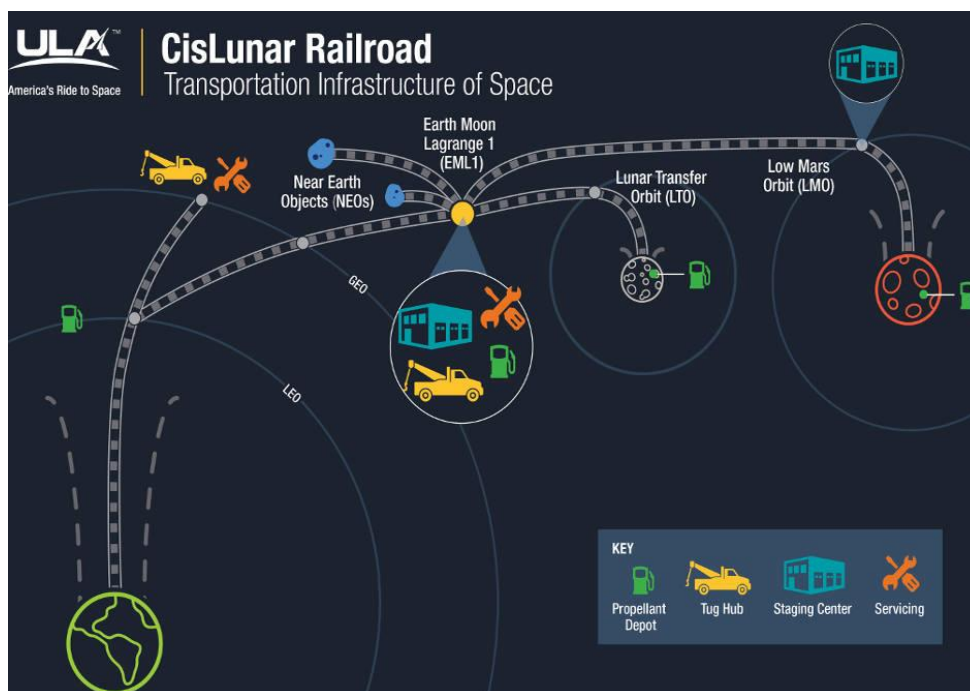
- резкое удешевление запусков – уже сбывающийся прогноз по падению стоимости в 10–100 раз;
- добыча ресурсов и топлива в космосе;
- создание космической энергетики и инфраструктуры.

Далее про межлунную экономику подробнее.

Луна — это сырьевая база для дальнейшего освоения космоса

В последнее время много говорят о лунных базах, которые нужны вовсе не для экспериментов. **Луна – это огромное ресурсное пространство**, обладающее **колоссальным преимуществом** по сравнению с Землей – значительно меньшей гравитацией и, как следствие, неглубоким гравитационным колодцем. **С Луны намного легче забрасывать грузы и оборудование в открытый космос.**

С учетом этого в компании United Launch Alliance проектируют так называемую CisLunar Railroad — «**межлунную железную дорогу**», чтобы решать фундаментальные задачи обеспечения космических миссий. Схема дороги представлена на рисунке.



Выделяют ряд причин, подчеркивающие важность строительства данной железной дороги:

- чтобы запустить груз в космос, нужно сжечь количество топлива, равное почти **90% веса ракеты** (формула Циолковского).
- чтобы запустить **Starship на Марс**, необходимо сделать **несколько запусков Starship с Земли**, чтобы он вынес на орбиту все необходимое. Это крайне **неэффективно и бессмысленно**, особенно если это простые виды грузов.
- для освоения космоса нужен металл (как основа строительства), **топливо для полетов** (вода, водород), **кислород, какие-то минеральные ресурсы**. Все эти грузы крайне дороги, если вводить их с Земли. Но **все это есть на Луне** и в космосе. На Луне много привычных нам металлов, включая титан и железо. Это строительные материалы, которые помогут создать на орбите Земли базовые конструкции космических станций и миссий к дальним планетам. Немало и **редких элементов**, таких как иридий, который попадает на Землю с метеоритами и находит применение в двигателестроении.
- поскольку **тяготение на Луне в шесть раз меньше земного**, потребуется значительно **меньше топлива** для того, чтобы вывести все это на орбиту Земли.

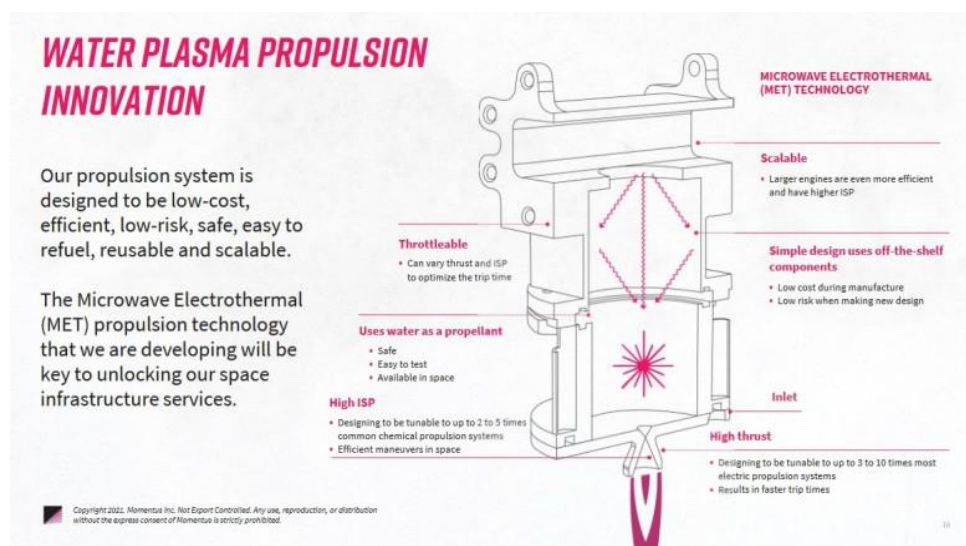
А станция в точке Лагранжа **L1** между Землей и Луной, наверное, будет первым крупнейшим портом, с которого начнется дальнейшая колонизация Солнечной системы.

Уже сейчас крупнейшие мировые компании проектируют роботов, которые смогут быстро и дешево построить базу на Луне. **Один из таких проектов развивают в России — на базе Самарского университета**. Здесь создают 3D-принтер, способный печатать в лунных условиях. Но таким проектам еще предстоит длительный этап тестирования.

Ключевой момент — водяной двигатель

Одно из прорывных изобретений в контексте освоения космоса — **водяной двигатель Momentus**. Это российская разработка, которую пытаются реализовать в США. Сейчас там есть определенные проблемы, но сама технология имеет колоссальное будущее.

*Первый спутник Vigoride-1 с этим двигателем уже полностью собран.
Запуск намечен на 2022 год*



Тут прямая аналогия с плазменным двигателем, построенным по образцу применяемых на спутниках ионных установок. Но если обычный двигатель использует ксенон – земной газ, который необходимо сначала вывести на орбиту, – то этот двигатель использует более доступную воду, которая присутствует и в космосе.

Ключевая задача на ближайшее десятилетие — **сделать водяные и водородно-кислородные двигатели настолько надежными и массовыми**, чтобы приступить к освоению Солнечной системы на внеземном топливе.

Астероиды как главный приз

Астероиды – еще одна кладовая космоса, причем содержит она иногда фантастические объемы ресурсов. Об этом задумывались еще в 1960-е годы. Но подобные проекты оказались недешевыми даже на бумаге. Сейчас ситуация меняется. Если найти воду на самом астероиде и использовать водяной двигатель, то можно двигать астероид, не доставляя туда топливо. Этот подход оказывается на 3–4 порядка дешевле традиционного и открывает совершенно новый путь к освоению космоса.

Астероид Ryugu практически полностью состоит из железа и никеля – строительных материалов, которые можно использовать для создания конструкций на орбите. Общая оценка стоимости этого астероида – **почти 80 миллиардов долларов**. Если добыть такое количество этих металлов на Земле и доставить на орбиту, это обойдется в тысячу раз дороже. Стоимость миссии к этому астероиду с целью подтолкнуть его поближе к Земле – 50 миллиардов долларов. **30 миллиардов долларов – чистая прибыль.**

В космосе разбросано очень много ценных камней. Наша задача – научиться к ним летать и разрабатывать их. В свое время **Bank of America оценил потенциал этих «камней» почти в 700 квинтиллионов долларов**. Это астрономическая сумма, которая означает только одно: сколько бы денег ни вложили в космос, получим значительно больше.

Планируемые проекты космической индустрии в перспективе до 2050г

Особый научный интерес, растущий с 1980х, представляют близкие к Земле Астероиды. По предварительным оценкам ресурсный потенциал пояса астероидов между Марсом и Юпитером составляет 700 квинтиллионов долларов (см.рисунок).

Уже сейчас космические компании составляют дорожные карты, прорабатывая логику движения к этим целям. Так, концерн United Launch Alliance, объединяющий Boeing и Lockheed Martin, выпустил прогноз развития «межлунной экономики» (cislunar economy) до 2050 года. Из него следует, что в 2020-х человек научится добывать воду и производить топливо на Луне, построит орбитальные станции с искусственной гравитацией. В 2030-х настанет черед орбитальных городов, выращивания искусственных органов в невесомости и снаряжения пилотируемых миссий на Марс. В 2040-х появятся база на Марсе, постоянно обитаемая лунная деревня, стартует разработка астероидов. В результате количество людей в космосе вырастет с нынешних 6 (экипаж МКС) до 1100^{29,20}.

²⁹ Дорожные карты ULA, Blue Origin.



Аналитическое агентство Bryce оценивает объем космической индустрии в \$366 млрд (данные за 2019 год). Из них 74% (\$271 млрд) приходится на бизнес, связанный со спутниками: производство, запуск, прием сигнала... По всем прогнозам, объем денежной массы в космосе будет расти: Morgan Stanley считает, что в 2040 году оборот отрасли превысит \$1 трлн, United Launch Alliance ожидает \$3 трлн в 2050 году. Но эти цифры относительны. Сейчас, по оценке Bryce, созданные космосом данные используются в индустриях, только в США генерирующих \$5 трлн в год (в том числе финансовые сервисы – \$1,5 трлн, метеорологические услуги – \$1,3 трлн, GPS-навигация – \$340 млрд).

В ближайшие годы главным драйвером космической индустрии останутся спутники²⁰. Тут выделяются два направления:

Спутниковая съемка. Пока она доступна клиентам в двух вариантах: либо частый фотомониторинг, либо четкие снимки.

Развитие группировок спутникового интернета. По оценке Euroconsult, в 2020-х на орбиту будет выведено еще 15 тыс. аппаратов. «Это ультраконсервативный прогноз, – говорит Евгений Кузнецов – если посчитать темпы вывода интернет-группировок, он уже будет перевыполнен в

несколько раз. К тому же со временем эти спутники нужно будет обновлять, запускать новые поколения с большей пропускной способностью. Многое зависит и от того, как новая услуга зарекомендует себя на рынке. В этом году случился мощный поворот: Starlink стал доступен примерно в 20 странах, люди пользуются им.»³⁰

Вышеприведенные данные подчеркивают огромный рост рынка космической индустрии, в котором значительная доля выпадает на оказание услуг частными коммерческими организациями. Сегодня мы можем использовать данные цифры лишь как ориентир для понимания тенденции развития рынка частной космонавтики. В текущих условиях в результате взаимных ограничений с зарубежными странами были остановлены или закрыты ряд важных проектов. Их перспективы сейчас оценить сложно.

В 2020 году объем инвестиций в космические компании составил \$54,7 млрд. Для сравнения: в 2012 году инвесторы вложили в космическую отрасль \$2,2 млрд, в 2016-м – \$36,7 млрд. Вместе с тем космонавтика имеет не слишком привлекательную для инвесторов специфику: очень большие сроки окупаемости. Однако, по мнению футурологов, в будущем большинство крупных капиталов будет связано с космосом.

Куда все двинется после 2050 года?

К 2050 году, когда будет реализована первая задача (строительство космической инфраструктуры), начнут говорить³²:

➤ **О создании полноценных космических производств**, которые могут выпускать товары, реализуемые на Земле. Пока идей немного: например, новые типы полупроводников или искусственные органы. Именно поэтому сейчас огромное значение имеет развитие космических лабораторий. В ближайшие 10–15 лет будет волна запусков тестирований разных продуктов, которые производить в невесомости дешевле, чем на Земле. Такие продукты появятся, поскольку космос – это уникальная среда с микрогравитацией, где нет экологических рисков. Например, в космос можно перенести тяжелые производства без рисков для атмосферы. Все это необходимо, чтобы у будущих космических станций появилась экономика.

➤ **О жилых орбитальных станциях**. Когда стоимость поездки упадет с сотен тысяч до тысяч долларов, на орбиту будет летать не два человека в год. Это будут делать все, кто сейчас может потратить 10 000 долларов, например, на поездку в Европу.

➤ **О достижении дальнего космоса**. Так российский ядерный буксир «Зевс». После исчерпания ресурса двигательной установки аппарат можно отправить в дальний космос. Возможно, специалисты решат оставить его на радиационно безопасных орбитах вокруг Земли. Расчетный ресурс ядерной энергодвигательной установки составляет 10 лет. В течение этого срока модуль способен совершить несколько миссий, возвращаясь на околоземную орбиту для стыковки с очередной полезной нагрузкой и дозаправки рабочим телом для электроракетных двигателей.

Перед полетом инженеры соберут модуль целиком и проведут испытания. Затем его со сложенными под головным обтекателем ракеты-носителя раскладными элементами и при выключенном ядерном реакторе выведут на радиационно безопасную орбиту высотой больше 800 км. На этом этапе все элементы разложат в полетную конфигурацию, после чего приступят

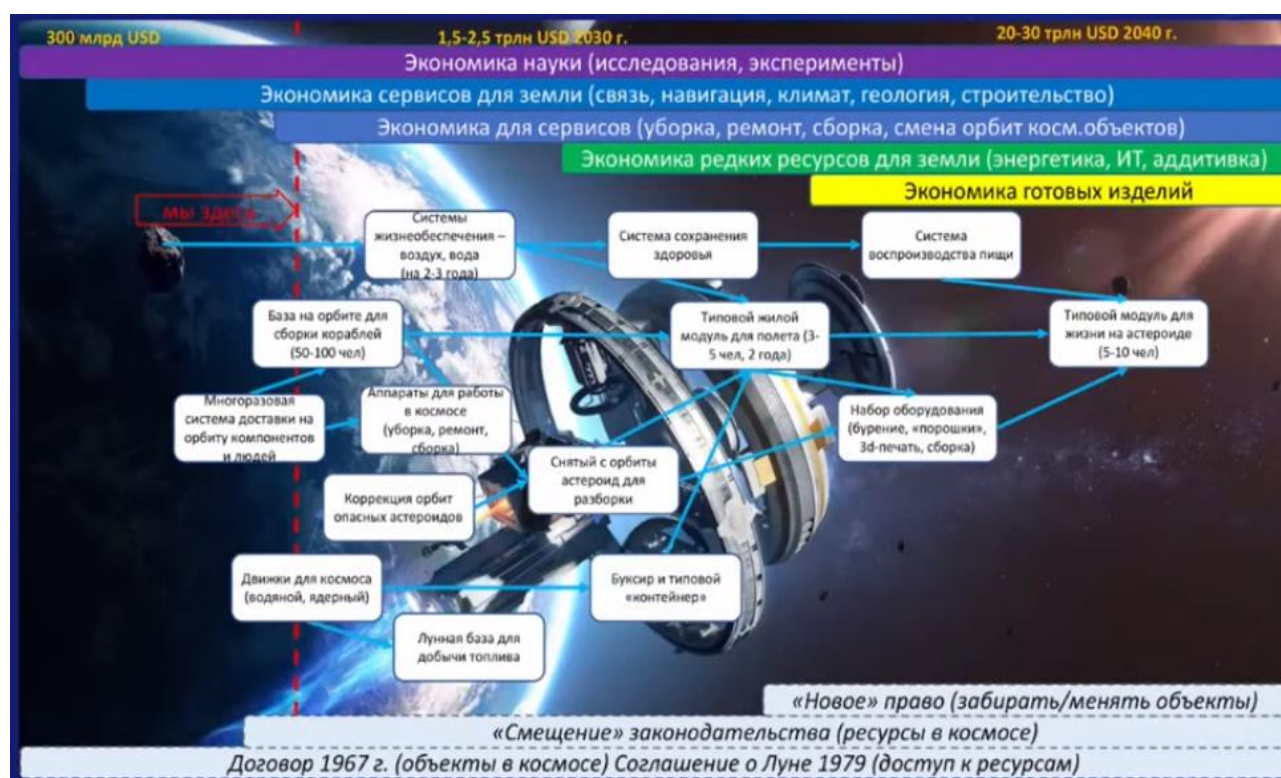
³⁰ Источник: Журнал «Профиль» №46-47

к запуску двигателя. С такой высоты модуль не упадет на поверхность нашей планеты в течение сотен лет.

Роскосмос намеревается вывести на орбиту ядерный буксир к 2030 году. Первая российская миссия к Юпитеру займет 50 месяцев и продлится четыре года, она будет полностью автоматической³¹.

Дорожная карта и экономика процесса

Автор³² совместно с коллегами сделали на ближайшие 20 лет дорожную карту с развитием сразу по нескольким направлениям.



К данным направлениям относят:

- системы жизнеобеспечения и полного воспроизводства, которые сделают жизнь человека в космосе такой же комфортной, как на Земле;
- технологические и индустриальные процессы: сборка, ремонт и контроль — то, что сделает возможным создание космических и планетарных баз;
- двигатели и топливо, необходимые для освоения Солнечной системы.

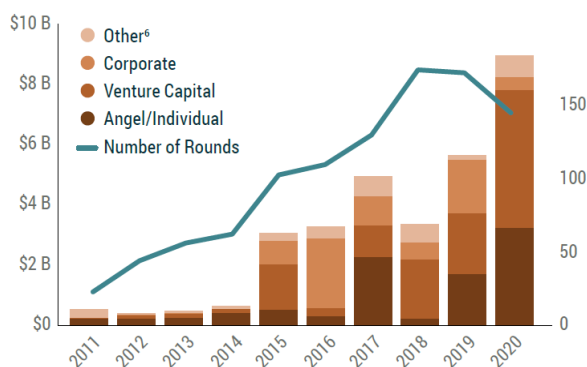
Важно, что многие технологии выйдут из земных. Если раньше все искали, как космические технологии применить на Земле, то сейчас земные технологии все больше рвутся в космос.

Также тмечается³² рост инвестиций в США. За 10 лет они выросли примерно в 100 раз. Причем деньги идут в самые ранние разработки — в проекты, которые будут реализованы через 5–7 лет.

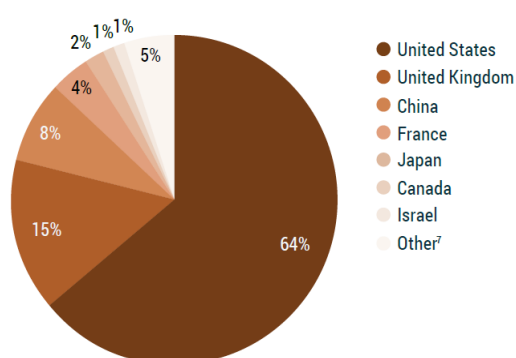
³¹ Ресурс российского ядерного буксира "Зевс" составит 10 лет

<https://profile.ru/news/scitech/resurs-rossijskogo-yadernogo-buksira-zevs-sostavit-10-let-1058997/>

ANNUAL INVESTMENT SOURCE

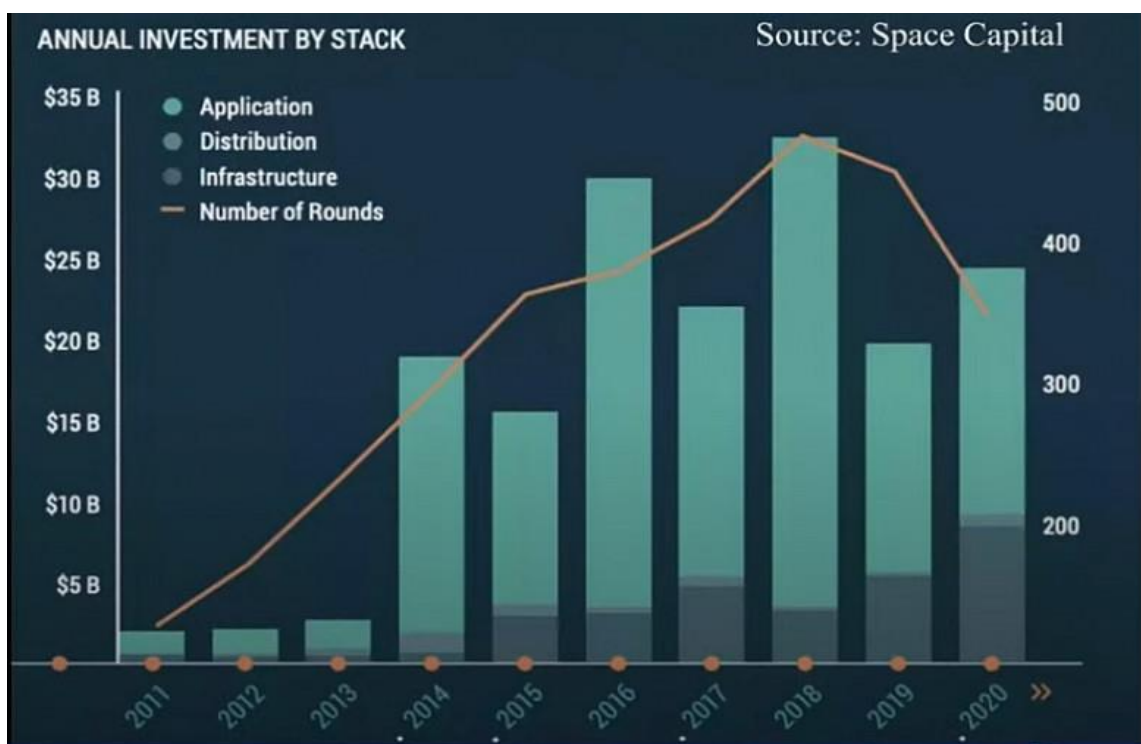


CUMULATIVE INVESTMENT GEOGRAPHY



Примерно так же растут инвестиции в Китае.

На следующем рисунке представлено, в какие космические проекты вкладывают деньги. Экономика приложения космических технологий (например, не сам запуск спутника, а обработка данных с него) растет в 3–5 раз быстрее:



И если США и Китай уже «переключили скорости», то Россия пока что делает это медленно, но при этом обладает интеллектуальный капиталом. В частности, в космической медицине и биологии, для дальнейшего развития которых необходимы новые организационные и финансовые механизмы.

Космос даёт очень много возможностей. Общая задача — создать организационное и ресурсное обеспечение для реализации плана, который сейчас лежит на столе практически у всех ключевых венчурных инвесторов мира, потому что время уходит очень быстро. Важно вступить в партнерство. В одиночку космос не сможет освоить ни одна страна. Это слишком сложная

задача, требующая многих компетенций. И если сейчас идет борьба альянсов, то через 10–15 лет мы неизбежно придем к коллективному освоению³².

Лунная экономика

Лунная экономика охватывает всю общую экономическую деятельность, связанную с производством, использованием и обменом лунными ресурсами на поверхности Луны, на лунной орбите и на Земле. В то время как существует огромное разнообразие потенциальных видов деятельности, которые вписываются в определение лунной экономики (в частности, в том, что касается поддержки деятельности, связанной с присутствием человека на Луне), в этом документе основное внимание уделяется трем видам лунной деятельности: транспортировке, лунным данным и использованию ресурсов на месте (ISRU)³³.

Цели данной экономики представлены ниже.

По сравнению с ограниченной и все более истощающейся Землей ресурсы, доступные в космосе, по существу, бесконечны. Разработка и эксплуатация этих ресурсов позволят человечеству продолжить свой путь к постоянно растущему процветанию и благополучию, сохраняя или даже улучшая наш уникальный дом во Вселенной, Землю³⁴.

Кроме того, разработка Cislunar может значительно снизить затраты на космические полеты, доставку грузов или спутников на их рабочую орбиту. Снижение затрат может быть достигнуто различными способами:

- добыча топлива в окололунном пространстве (что позволяет сэкономить на превышении затрат на запуск из-за доставки топлива с Земли),
- продуманное производство спутников на орбите (гораздо более легкие конструкции, так как часто спутники строятся сверхтяжелыми только для того, чтобы выдерживать удары при запуске) и материалов для добычи полезных ископаемых (металлы) от астероидов или поверхности Луны,
- революционирующиеся схемы запуска и доставки полезной нагрузки посредством транспортировки в космосе³⁵.

Существует ещё отдельное видение. **CisLunar-1000** - это видение для 1000 человек, живущих и работающих в космосе через 30 лет. Луна и подлунная экономика находятся на горизонте человеческого развития. Как нам туда добраться и что мы будем делать, когда окажемся там, - вот основные вопросы, которые задает космическая индустрия³⁶.

³² Реалистичные планы на космос до 2050 года

<https://habr.com/ru/company/leader-id/blog/580420/>

³³ Lunar market assessment: market trends and challenges in the development of a lunar economy

<https://www.pwc.com/au/industry/space-industry/lunar-market-assessment-2021.pdf>

³⁴ Space for Space - A scenario investigation into the early markets of a self-sustaining cislunar economy in the year 2045

https://www.researchgate.net/publication/337334875_Space_for_Space_-_A_scenario_investigation_into_the_early_markets_of_a_self-sustaining_cislunar_economy_in_the_year_2045

³⁵ Space for Space - A scenario investigation into the early markets of a self-sustaining cislunar economy in the year 2045

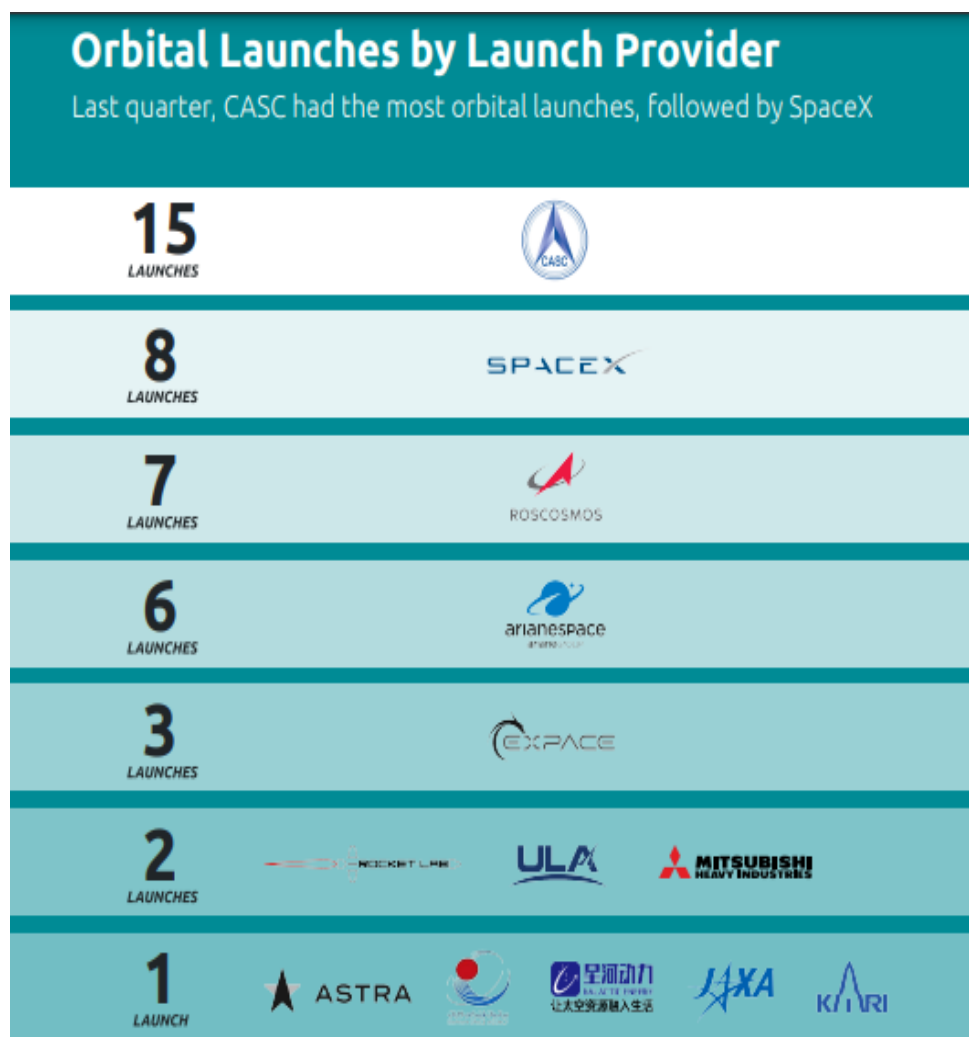
https://www.researchgate.net/publication/337334875_Space_for_Space_-_

³⁶ Tech Track Papers

https://www.spacefoundation.org/tech_track_papers/cislunar-economy-and-aces/

Космические запуски (Orbital Space Launches)

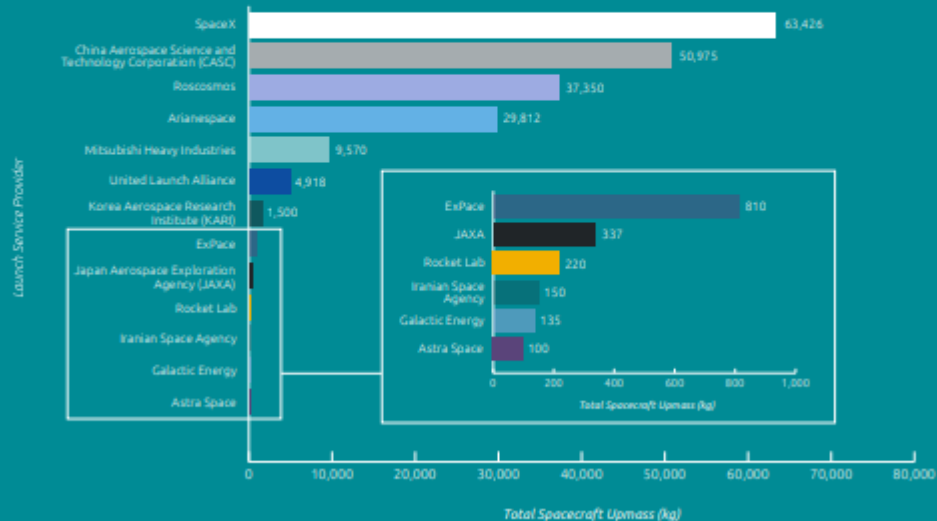
Согласно отчету компании «BryceTech» (<https://brycetech.com/>) , посвященному запускам космических аппаратов, можно сделать вывод о том, что лидером в мире является Китайская аэрокосмическая научно-техническая корпорация, совершившая 15 запусков в четвертом квартале 2021 года.



Роскосмос занимает третье место. По общей массы выведенных грузов на орбиту лидером является Space X.

Spacecraft Upmass Carried by Launch Provider

SpaceX launched about 63,400 kg of spacecraft upmass in Q4, followed by CASC with about 51,000 kg



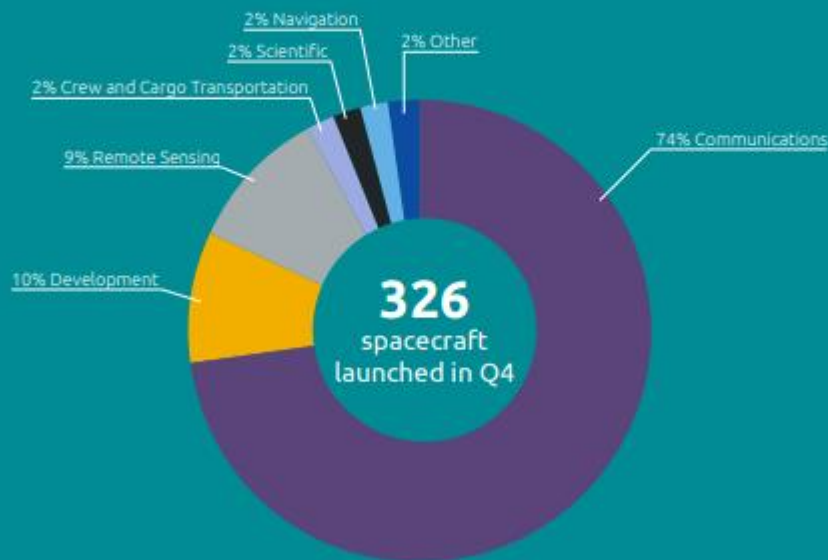
Includes estimates of spacecraft mass when not publicly disclosed

SPACEX

Далее анализировался тип космического аппарата.

Spacecraft by Service Type

Driven by continued deployment of the OneWeb and Starlink constellations, most spacecraft launched in Q4 were communications satellites



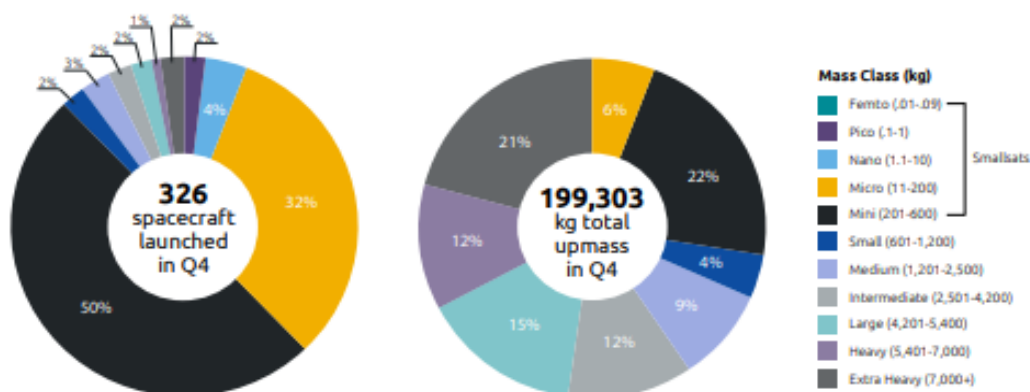
SPACEX

Свыше 70% занимают спутники для осуществления коммуникации.

Далее анализировалась масса каждого из космических аппаратов. Лидерами стали малоразмерные спутники, масса которых находится в диапазоне от 201 до 600 кг³⁷.

Spacecraft Launched and Total Upmass by Mass Class

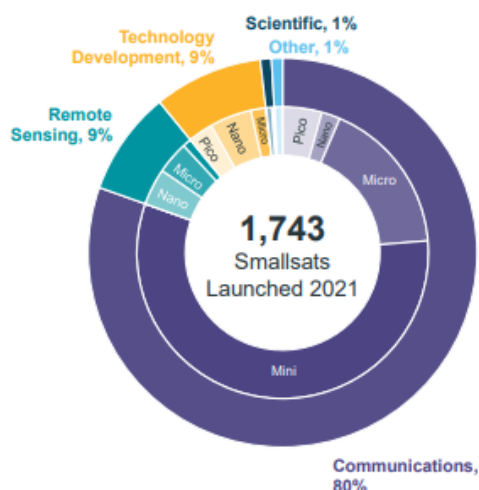
Smallsats represented 88% of spacecraft launched in Q4, 28% of total upmass



Малоразмерные спутники (Smaller satellites)

Компания «BryceTech» также проводила отдельное исследование, посвящённое малоразмерным спутникам³⁷.

2021 Smallsat Highlights



- 94%** of spacecraft launched in 2021 = smallsats
- 43%** of total 2021 spacecraft upmass = smallsats
- 37%** of all smallsats in last 10 years launched in 2021 (69% 2020+2021)
- 80** launches in 2021 carried smallsats
- 6%** of smallsats launched on small/micro launch vehicles in 2021

2

³⁷ BryceTech: "Global Orbital Space Launches, Q4 2021"; "Smallsats by the Numbers, 2022"; "Independent Market Study Commercial Hypersonic Transportation, April 2021"

<https://brycetechnology.com/reports>

https://drive.google.com/drive/u/2/folders/1srs6wLVQyYpCoQ4hWxs6SC-A_sIceReg

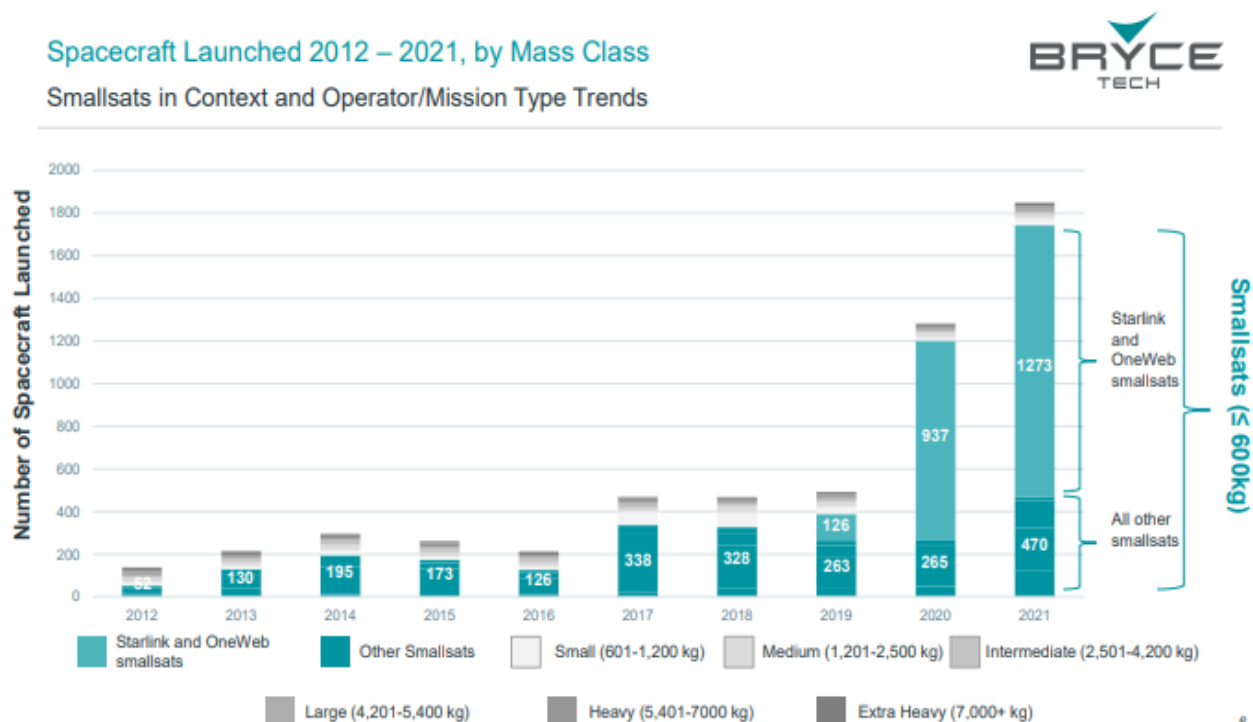
На данном рисунке представлены основные показатели по малоразмерным спутникам за 2021 год. По рисунку видно, что за год свыше 1700 аппаратов было запущено в космос.

Далее представлено, что следует относить к малоразмерным спутникам.

	Mass Class Name	Kilograms (kg)
Smallsats	Femto	0.01 – 0.09
	Pico	0.1 – 1
	Nano	1.1 – 10
	Micro	11 – 200
	Mini	201 – 600
	Small	601 – 1,200
	Medium	1,201 – 2,500
	Intermediate	2,501 – 4,200
	Large	4,201 – 5,400
	Heavy	5,401 – 7,000
	Extra Heavy	> 7,001

From FAA The Annual Compendium of Commercial Space Transportation: 2018

Авторы отчета далее проводили исследование по числу запусков спутников и их массе за период с 2012 по 2021 год. Полученные результаты представлены на нижеследующем рисунке.



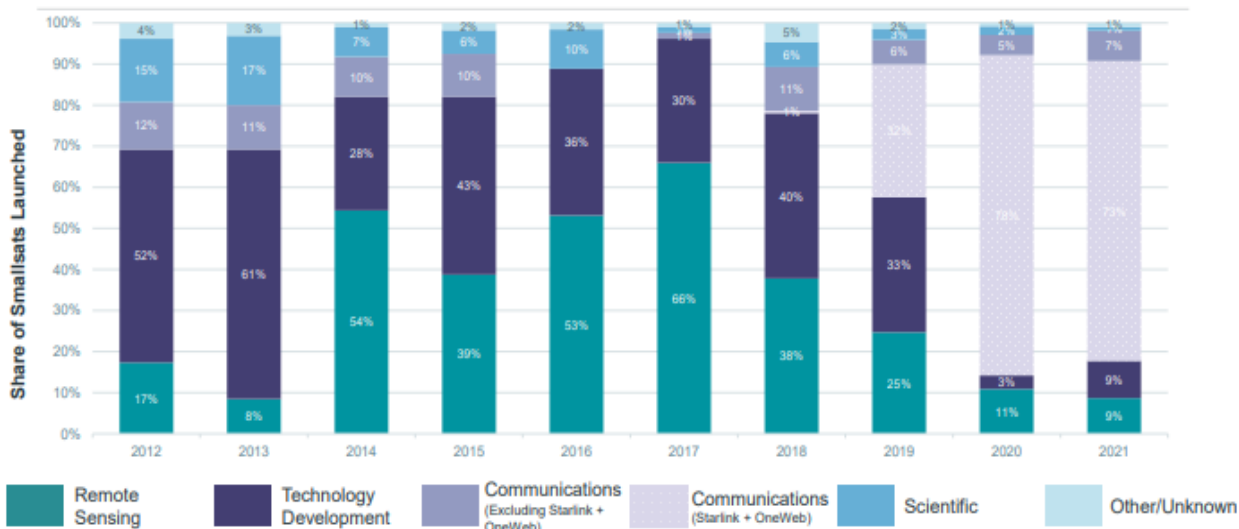
Анализируя полученный график, можно отметить значительный рост числа спутников, в частности, запущенных компаниями Starlink and OneWeb (1273 за 2021 год).

Применение спутников представлено ниже.

Share of Smallsats 2012 – 2021, by Application Including Starlink and OneWeb



Smallsats in Context and Operator/Mission Type Trends



Communications satellites constitute the largest share of smallsats in 2021. Relative share of remote sensing and technology development smallsats has decreased due to launch of LEO communication smallsats

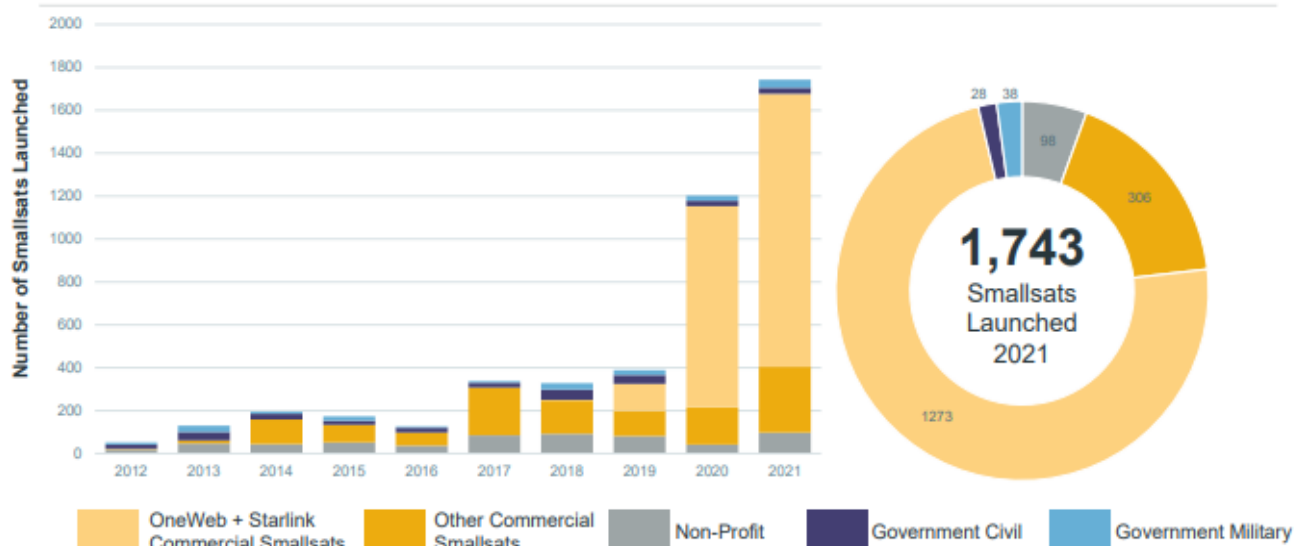
В основном цель использования спутников заключается в поддержке осуществления коммуникаций на Земле.

Классификация по операторам, обслуживающим спутники представлена ниже.

Number of Smallsats 2012 – 2021, by Operator Type



Smallsats in Context and Operator/Mission Type Trends



Number of commercial smallsats launched increased from 3 smallsats in 2012 to 1,578 in 2021

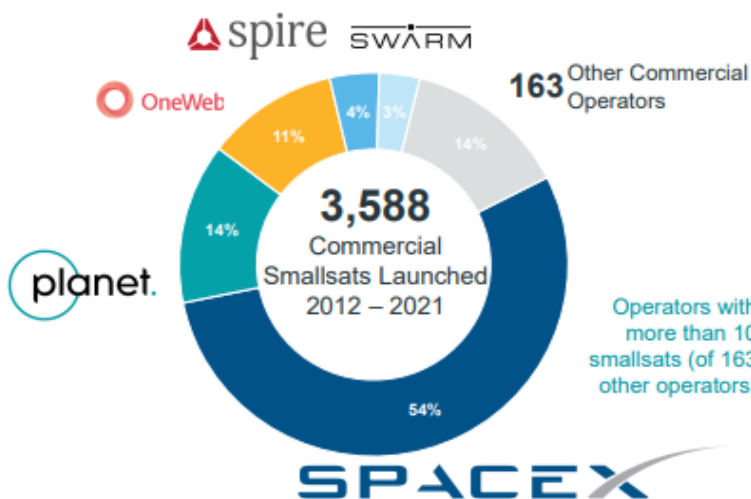
Исследователи выделили компании-лидеры по запуску малоразмерных спутников

Commercial Smallsat Operators 2012 – 2021

Smallsats in Context and Operator/Mission Type Trends



86% of smallsats launched 2012 – 2021 are owned by 5 operators



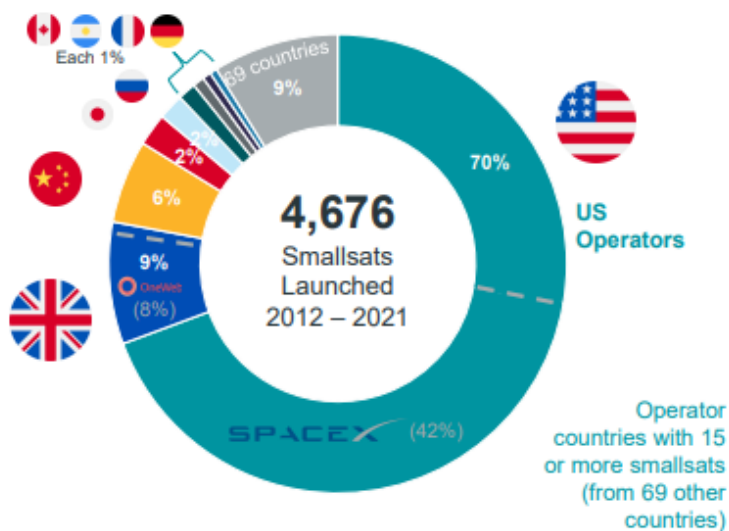
Commercial operators with more than 10 smallsats

Operator	# of Smallsats
SpaceX	1944
Planet	485
OneWeb	394
Spire Global	147
Swarm Technologies	121
CGSTL	33
Satellologic	25
ORBCOMM	19
Spacety	16
Kepler	15
BlackSky	14
Guodian Gaoke	14
Zuhai Orbita	12
Astrocast	12
ICEYE	12
Astro Digital	11

Далее представлено распределение компаний по странам

Smallsats 2012 – 2021, by Operator Country

Smallsats in Context and Operator/Mission Type Trends

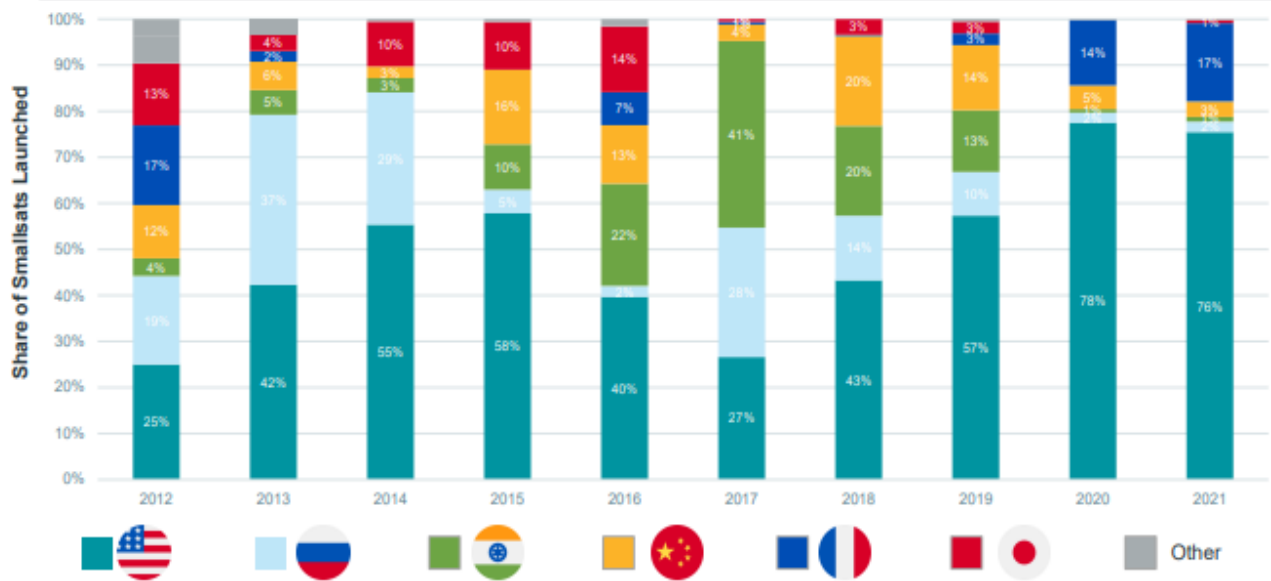


Operator Country	# of Smallsats
USA	3,241 (1,944 Starlink)
UK	421 (394 OneWeb)
China	274
Japan	107
Russia	85
Germany	60
Canada	38
Argentina	28
France	23
Australia	24
Italy	23
South Korea	21
India	21
Spain	19
Finland	18
Israel	17
Switzerland	15

По странам также сделана разбивка по динамике за исследуемый период по запускам.

Smallsats 2012 – 2021, by Country of Launch Provider

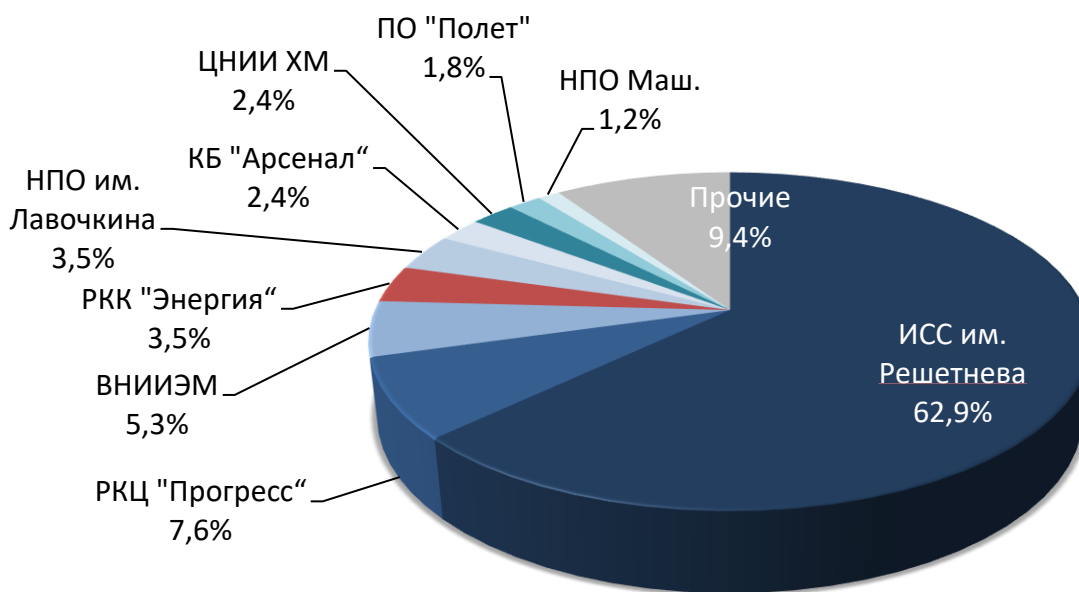
Smallsat Launch Trends



АНАЛИЗ РОССИЙСКОГО РЫНКА В ОБЛАСТИ КОСМОНАВТИКИ И СОПРЯЖЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ

Оценка общей ситуации на Российском рынке

В РФ по состоянию на начало 2022 года насчитывается 170 функционирующих космических аппаратов. Распределение космических аппаратов по предприятиям выглядит следующим образом:



Сравнение структуры услуг, выполняемых КА, на мировом рынке и в РФ.

Услуга	Мировой рынок	РФ
	2665 космических аппаратов	170 космических аппаратов
Услуги связи	45%	54%
ДЗЗ	27%	17%
Метеорология	5%	5%
Навигация	6%	6%
Наука	4%	4%
Отработка технологий	13%	14%

Из приведенных данных видим, что наибольшую долю занимают услуги связи (45% и 51%). При этом доля ДЗЗ в России значительно ниже, чем доля на мировом рынке.

Основные Российские космические предприятия

- ПАО «РКК «Энергия» - Телекоммуникация, ДЗЗ;
- «ВНИИЭМ» - ДЗЗ, Гидрометеорология, Научные исследования;
- ГНПРКЦ «Прогресс» - ДЗЗ;
- НПО им. С.А. Лавочкина - Астрофизические лаборатории, Гидрометеорология, Планетные исследования;

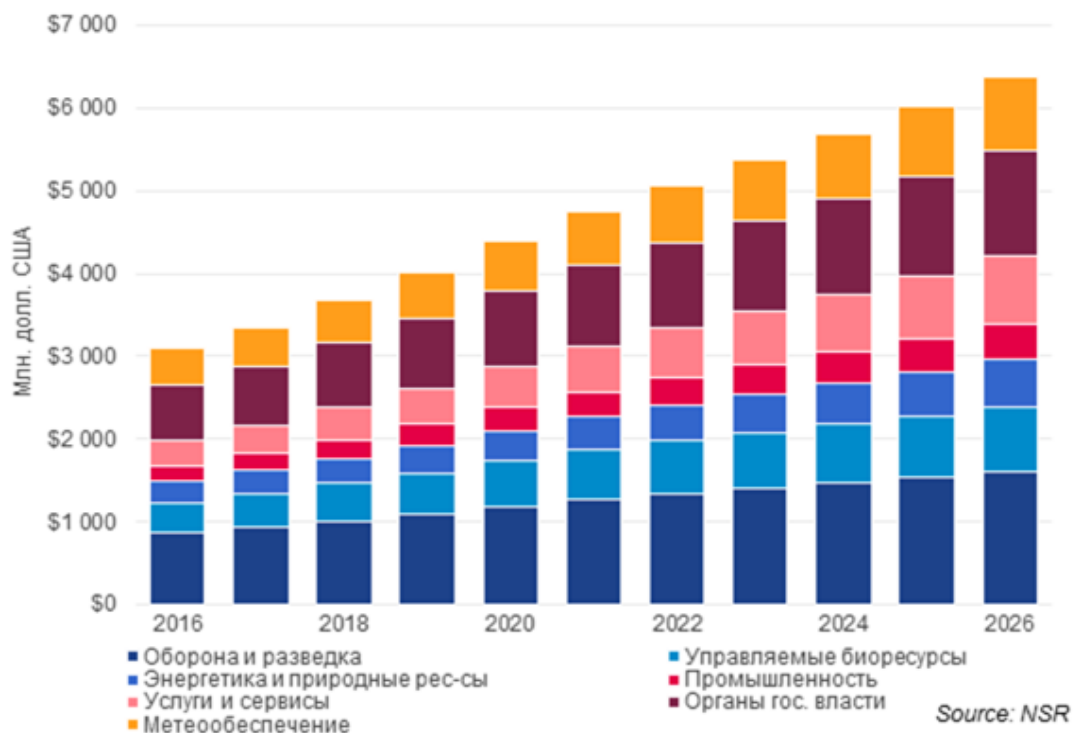
- ИСС им. Решетнева – Телекоммуникация, ДЗЗ, Навигационное обеспечение;
- КБ «Арсенал» - Телекоммуникация;
- ФГУП «ЦНИИХМ им. Д. И. Менделеева» - Микроспутники типа инспектор;
- ВПК «НПО машиностроения» - ДЗЗ.

Структура рынка ДЗЗ и геоданных

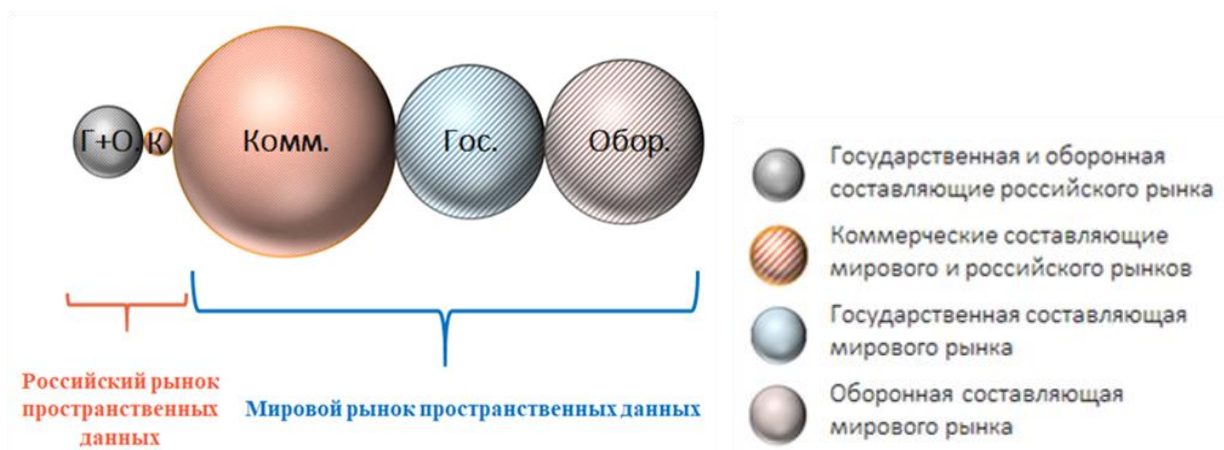
Основные тенденции:

- Интеграция различных источников геоданных
- Геосервисы, а не «сырые данные»
- Кратный рост объема - применение искусственного интеллекта
- Глубокая интеграция с системами поддержки принятия решений
- Повышение оперативности, точности, разрешения

Прогноз развития рынка данных ДЗЗ по отраслям:



Сравнение Российского и мирового рынков пространственных данных



Из приведенного сравнения данных следует вывод, что доля коммерческой составляющей пространственных данных Российского рынка несоизмеримо мала в сравнении с долей коммерческой составляющей на мировом рынке, что может послужить вектором развития частной космонавтики в РФ.

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. В России пока не получил широкого распространения сервис непосредственного подвижного вещания с космических аппаратов. Россия в настоящее время не обладает спутниковой группировкой для решения задач такого рода. 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%. В настоящее время основными препятствиями для увеличения доли нашей страны на глобальном рынке являются недостаток соответствующих спутников и низкий уровень развития наземной инфраструктуры. Кроме того, существует множество проблем в сфере правового регулирования деятельности операторов отрасли. Российская группировка спутников включает восемь аппаратов: «Ресурс-ДК», «Ресурс-П», «Канопус-В», «Метеор-М1», «Метеор-М2», а также «Электро-Л1», «Электро-Л2». 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. 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 ГК «Роскосмос» в феврале 2019 г. антарктического наземного центра приема и обработки данных, передаваемых с космических аппаратов ДЗЗ. Ввод в эксплуатацию центра в Антарктиде был осуществлен в соответствии с Федеральной космической программой РФ на 2016–2025 гг. Центр стал частью единой территориально распределенной информационной системы ДЗЗ (ЕТРИС ДЗЗ). Данная система включает множество центров, расположенных в большинстве регионов России. Объединение в единую систему позволяет эффективно взаимодействовать с российскими группировками ДЗЗ. В рамках системы налажены

эффективные процессы планирования съемок, сбора и обработки данных, а также их предоставления заказчикам. Управление антарктическим центром, как и другими аналогичными центрами, может осуществляться в дистанционном режиме: из специальных зимовочных комплексов или из других специально оборудованных мест на всей территории нашей страны (по спутниковой связи).

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.).

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:

- геоинформационный веб-ресурс «Наша Россия», который дает возможность контролировать процесс строительства инфраструктурных объектов;
- сервис «Ресурсы.РФ», с помощью которого 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.

Компания разработала и ввела в тестовую эксплуатацию систему для онлайн-продаж данных ДЗЗ, работающую на основе облачных технологий. В планах компании «Терра Тех» на ближайшее будущее – создание единой технической платформы, которая даст заказчикам возможность быстро переключаться между сервисами. Например, находясь в облачном хранилище, пользователь может заказать услугу по контролю изменений на определенной территории, выделенной им на спутниковом снимке или на карте. Также имеется возможность заказа аналитических данных и интерпретации информации в форме дополненной реальности.

Эксперты прогнозируют, что в течение ближайших 5 лет уровень автоматизации в сфере обработки и распространения данных ДЗЗ в России превысит 30%. 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. Благодаря использованию передовых технологий обработки геоданных на основе алгоритмов искусственного интеллекта, виртуальной и дополненной реальности, а также за счет повышения качества контента геоинформационных систем вырастет интерес к разрабатываемым

геосервисам со стороны государственных заказчиков. К числу таких заказчиков относятся федеральные и региональные органы власти, государственные структуры, осуществляющие надзор и контроль в строительной отрасли, и госкорпорации. Также ожидается рост спроса со стороны крупных институциональных инвесторов и банков.

Тем не менее реализация благоприятных прогнозов по развитию российской отрасли ДЗЗ возможна лишь в случае решения ряда базовых проблем. В частности, в настоящее время на российском рынке доминируют информационные продукты, создаваемые на основе данных, получаемых с иностранных спутников. Продажи продуктов и сервисов полностью российского производства находятся на очень низком уровне. В связи с этим отечественные пользователи сталкиваются с такими проблемами, как:

- низкий уровень обеспеченности качественными услугами по обработке данных ДЗЗ;
- высокие расценки на обработанную и интерпретированную космическую информацию, необходимую для решения большинства типовых задач (в том числе задач государственной важности).

Перечисленные проблемы сдерживают развитие массового рынка продуктов и услуг ДЗЗ, препятствуют формированию спроса со стороны хозяйствующих субъектов и государственных регулирующих органов, замедляют темпы роста многих отраслей.

Развивать отечественный рынок ДЗЗ предлагается на основе следующих принципов:

- ориентация всех операторов рынка на комплексный анализ спроса и удовлетворение специфических потребностей отечественных заказчиков;
- формирование оптимального продуктового предложения с максимальным использованием отечественных технологий и оборудования;
- формирование полной цепочки создания стоимости российских информационных продуктов и услуг с учетом лучших мировых практик;
- развитие конкурентной среды, ограничение монопольной деятельности во всех звеньях цепочки создания стоимости;
- максимизация синергетического эффекта от деятельности государственных и частных операторов рынка, обеспечение баланса интересов всех участников.

Руководствуясь приведенными выше принципами, необходимо реализовать следующие меры по развитию российского рынка данных дистанционного зондирования Земли:

- разработать правовую базу и подготовить инфраструктуру для насыщения рынка конкурентоспособными продуктами и услугами дистанционного зондирования;
- оказать максимальную поддержку компаниям, производящим продукты и услуги с высокой добавленной стоимостью, предлагающим на рынок комплексные системы для анализа данных и поддержки принятия решений;
- передать полномочия по решению множества второстепенных задач, не относящихся к сфере национальной безопасности страны, от государственных структур частным коммерческим компаниям, создать российскую коммерческую спутниковую группировку;
- сместить приоритеты в сфере НИОКР в сторону создания полного цикла разработки и внедрения инноваций и повышения эффективности взаимодействия между научно-исследовательскими и производственными организациями;

- сформировать механизмы планирования потоков, данных ДЗЗ, необходимых для решения основных задач социально-экономического развития страны, на краткосрочную, среднесрочную и долгосрочную перспективу;
- снизить административные барьеры для ведения бизнеса частными компаниями (в том числе с иностранным капиталом), производящими продукты и услуги ДЗЗ;
- изменить подходы к финансированию и организации работы государственных предприятий, специализирующихся на разработке и производстве продуктов и услуг ДЗЗ, переориентировать их на рыночные принципы хозяйствования.

Сформулированные принципы и предложенные меры по развитию российского рынка данных дистанционного зондирования Земли и соответствующих продуктов и услуг помогут сформировать полную цепочку создания стоимости на основе отечественных технологических решений. Необходимо внедрять и развивать полноценные рыночные механизмы производства и реализации продуктов и сервисов с учетом специфических потребностей заказчиков из различных отраслей народного хозяйства. Особое внимание следует уделить формированию независимой научно-технической базы и поддержке инновационной деятельности предприятий отрасли. Для реализации предложенных мер требуется инвестировать значительные средства в развитие рыночной инфраструктуры, совершенствовать механизмы банковского и лизингового финансирования в сфере ДЗЗ. Реализация предложенных мер будет способствовать снижению зависимости России от иностранных поставщиков технологий, аппаратного и программного обеспечения, что в свою очередь позволит повысить уровень национальной безопасности страны³⁸.

В рамках развития сферы ДЗЗ в России планируется принять закон «О дистанционном зондировании Земли из космоса», также должны быть утверждены Национальные стандарты РФ в области ДЗЗ. Среди проектируемых постановлений правительства РФ: «О получении и распространении данных ДЗЗ из космоса, получаемых с негосударственных КА», «Об утверждении положения о порядке использования цифровых сервисов и услуг, создаваемых на основе данных ДЗЗ», «О Национальном центре ДЗЗ из космоса»³⁹.

Ремонтируемые в космосе спутники

ГК «Роскосмос» намерена создать спутники, которые можно ремонтировать на орбите. Такое решение даст возможность продлить срок службы аппаратов российской орбитальной группировки.

Для реализации этой задачи необходимо будет строить аппараты на базе открытой архитектуры и использовать универсальные платформы. Такое решение позволит космонавтам или роботам ремонтировать их на орбите.

Роскосмос уже разработал и запатентовал способ ремонта космических аппаратов на орбите. Его будут использовать при сервисном обслуживании спутников. Суть способа заключается в упрощении системы управления активным космическим аппаратом, который и

³⁸ Состояние и перспективы развития рынка услуг по сбору и обработке спутниковых данных дистанционного зондирования Земли. Бухарицин А.П.

<https://s.applied-research.ru/pdf/2021/3/13195.pdf>

³⁹ Глобальный рынок технологий ДЗЗ демонстрирует бурный рост

<http://vestnik-glonass.ru/news/tech/globalnyy-rynok-tekhnologiy-dzz-demonstriruet-burnyy-rost/>

будет заниматься проведением ремонтных работ. Его модернизировали и добавили систему видеонаблюдения с датчиками⁴⁰.

СФЕРА

Основным Российским проектом в области прикладной космонавтики в ближайшее десятилетие станет программа «СФЕРА». Благодаря ей страна получит самую современную систему коммуникаций, включающую как существующую, так и перспективную космическую инфраструктуру. В результате будут созданы интегрированные сервисы для развития всех отраслей экономики страны.

Стратегические тренды и вызовы:

- Геополитическая и экономическая волатильность
- Кибербезопасность и независимость критической информационной инфраструктуры
- Международная интеграция и инфраструктурные проекты («Сила Сибири», «Шелковый путь») Оперативность принятия решений в условиях чрезвычайных ситуаций (климат, экология, пандемии)
- Усиление конкуренции в традиционных сегментах (пусковые услуги, производство КА)
- Быстрый рост космических сервисов (связь, навигация, ДЗЗ, вещание)
- Скорость роста объемов данных на порядки опережает скорость роста выручки от сервисов
- Новые бизнес-модели: переход от изделий к сервисам, создание цифровых экосистем
- Многоспутниковые орбитальные группировки и малые КА (OneWeb (EC), Starlink (США) и др.)
- Унификация и серийное производство КА, «сквозное» цифровое проектирования и изготовление
- Повышение точности навигационных систем, оперативность предоставления данных ДЗЗ потребителям, увеличение скорости передачи систем связи и глобальности зоны охвата спутниковой связью и ШПД
- Смартфон – «окно в мир», количество мобильных устройств превышает население Земли
- «Цифровое равенство» – доступ всех граждан к услугам связи и навигации и Интернет
- Предоставление бесплатных базовых цифровых сервисов (бизнес-модель freemium)
- Предотвращение «утечки мозгов» за счет создания новых высокотехнологичных рабочих мест.

СФЕРА - области применения.

По своему наполнению и функционалу «Сфера» превосходит все космические системы, ранее создававшиеся в России. Впервые в истории российской, а может быть, и мировой космонавтики появится возможность соединить воедино услуги связи, передачи данных, навигации и дистанционного зондирования Земли, сделать за счет синергии эти сервисы доступными всем и создать новые конкурентоспособные продукты не только в интересах нашей страны, но и для тиражирования на международном рынке.

⁴⁰ Роскосмос намерен создать спутники, которые можно ремонтировать на орбите

<https://profile.ru/news/scitech/roskosmos-nameren-sozdat-sputniki-kotorye-mozhno-remontirovat-na-orbite-1085168/>

Принципиальным основанием для определения концепции «Сферы» стали, в первую очередь, гуманитарные и социальные соображения. Россия – огромная страна с крайне неравномерным распределением плотности населения. Львиная доля его сосредоточена в европейской части, где подавляющую часть услуг в области телекоммуникаций – голосовой связи, интернета, телевидения – обеспечивают наземные сотовые и оптоволоконные сети. В крупных городах трафик сотовых сетей постоянно дешевеет, и никому не приходит в голову пользоваться спутниковыми телефонами, поскольку это банально дороже. В отдаленных же уголках многие виды сервисов населению либо недоступны из-за отсутствия наземной инфраструктуры, либо (в случае космической телефонии) обходятся чрезвычайно дорого.

Эту проблему предлагается решить путем интеграции сервисов спутниковых и сотовых операторов: используя в городе возможности соты, потребитель останется на связи, даже выехав за границы ее действия. При этом цена услуги обязательно должна быть по карману массовому потребителю. «МТС рассматривает участие в программе «Сфера» как возможность дополнить и расширить географию предоставляемых телеком-услуг для клиентов компании», – подтверждает эксперт по спутниковым системам связи ПАО «МТС» Илья Тимошков.

Аналогичная ситуация и с технологией дистанционного зондирования. Раньше эта услуга сводилась к получению и интерпретации спутниковых снимков в интересах госорганов, теперь же она с успехом применяется в различных секторах экономики – в нефтегазе, энергетике, сельском и лесном хозяйстве, при строительстве и на транспорте.

Выход на массовый рынок будет обеспечиваться за счет развития кооперации с существующими операторами. «Сфера» способна предоставить широкие возможности для корпоративных клиентов, особенно тех, кто связан с перевозками или имеет производственные активы, разбросанные по всей стране или за ее пределами. Отследить перемещение грузов и пассажиров по железной дороге, морским или автомобильным транспортом, предоставить надежную связь в пути, обеспечить удаленный контроль оборудования и инфраструктуры, проверить работу персонала на объектах, провести разведку природных ресурсов – это сервисы «Сферы» (точнее, их часть), которые позволят компаниям добиться экономии до 30% и оптимизировать бизнес-процессы. Возможны и такие суперсовременные решения, как получение через спутниковые каналы связи визуальной информации с беспилотников и роботизированных систем, обслуживающих опасные производственные объекты в труднодоступной местности, с возможностью корректировки полетного задания беспилотника и доступа к его системам контроля и управления в реальном времени.



Общественный интерес.

«Сфера» представляет большой интерес для общественных и волонтерских организаций, нацеленных на поисковую деятельность. «Потеряться – не значит пропасть» – таков девиз некоммерческого объединения «Лиза Алерт», которое занимается поиском детей, заблудившихся в лесу или в городе. «Сфера» позволит управлять крупными инфраструктурными объектами в удаленном режиме. Такую функцию под названием «Спутниковая кнопка жизни» в рамках «Сферы» планируется реализовать с помощью орбитальной группировки «Марафон». Легкие носимые устройства могут быть вшиты в одежду, встроены в часы, брелок от ключей, чехол телефона и тем самым позволят обеспечить поиск и спасение в глобальном масштабе. «При нажатии на экстренную кнопку должен выполняться звонок или передаваться сигнал SOS в региональную систему 112, – объясняет алгоритм координатор поисково-спасательного отряда «Лиза Алерт» Олег Леонов. – Одновременно точные координаты телефона, определенные при помощи спутниковой системы геопозиционирования ГЛОНАСС, должны в виде короткого сообщения передаваться в систему 112. В этом случае оператор сможет четко понять, где именно и что случилось».

По масштабам «Сферу» сравнивают с такими зарубежными аналогами, как Starlink и OneWeb, нацеленными на оказание услуг широкополосного интернета, но это не вполне корректно. Известно, что Starlink и OneWeb нацелены исключительно на решение задач связи и передачи больших объемов информации. Но очевидно, что в ряде случаев потребителю не нужен дорогостоящий широкополосный интернет – ему достаточно получить данные со счетчика электроэнергии или газа в загородном доме или передать сигнал о необходимости оказания срочной помощи. По замыслу разработчиков «Сферы», абонентское оборудование не должно быть тяжелым, сложным и дорогим. И совершенно ни к чему крутая сканирующая самонаводящаяся «тарелка» со сложной системой управления, следящая за пролетающими над головой спутниками низкоорбитальной системы и предоставляющая высокоскоростные каналы связи. Достаточно будет простого недорогого терминала, способного в случае необходимости подключиться к сотовой сети или к спутнику. Последний по массе будет в разы (или даже на порядок) меньше современных аппаратов типа Starlink или OneWeb и значительно дешевле, а

орбитальная группировка не будет насчитывать тысячи аппаратов. Спутниковую связь смогут обеспечить обычные смартфоны, способные работать в связке со спутниковым приемопередающим устройством. Новая линейка спутникового абонентского оборудования будет включать в себя устройства для работы, например, на общественном и личном транспорте, к которым необходимо будет подключиться по wi-fi или работать в локальной сети сотового оператора, а также просто носимые компактные устройства передачи коротких сообщений через спутниковую группировку «Марафон». «Среди широкого функционала «Сферы» нам в том числе интересна интеграция в систему передачи данных интернета вещей «Марафон», – указывает Илья Тимошков. – У МТС накоплена богатая экспертиза в разработке и предоставлении сервисов IoT, и нам есть чем поделиться».

Реализация «СФЕРЫ».

К концу 2018 г. в Роскосмосе был сформирован департамент программы «Сфера», и работа по проекту вышла на новый уровень. Уже на начальном этапе было принято решение об организации проектного офиса по программе «Сфера» на базе АО «ЦНИИмаш». В офис вошли не только разработчики, но и представители министерств, которые рассматривали и согласовывали программу.

В проектном офисе на этапе разработки «Сферы» работало до 400 человек, распределенных по 13 рабочим группам. Среди направлений – развитие клиентских сервисов, группировки космических аппаратов связи и вещания, группировки ДЗЗ, создание систем нового поколения, модернизация и создание наземных комплексов управления, создание интегрированной наземной инфраструктуры, техническое перевооружение, финансово-экономический анализ. Есть отдельные группы по системам высокоскоростной лазерной связи и системной интеграции. В процессе обсуждения из программы «Сфера», по решению Министерства обороны и Коллегии Военно-промышленной комиссии, была де-юре исключена система ГЛОНАСС. Но при этом в общей идеологии использование спутниковой навигации остается, поскольку ГЛОНАСС является неотъемлемой частью российской орбитальной группировки, а все абонентские устройства на уровне потребителя обязательно должны быть интегрированы с навигационными системами. Важность навигации обусловлена тем, что «Сфера» направлена не только на людей, но и на решение задач взаимодействия с роботизированными системами, а там без систем высокоточного позиционирования просто не обойтись. 12 апреля прошлого 2019 года Президент РФ принял решение по увязке мероприятий Федеральной целевой программы развития гражданской орбитальной группировки связи с программой «Сфера». После этого было дано указание на трансформацию программы «Сферы» в подпрограмму Государственной программы «Космическая деятельность России».

Спутники «СФЕРЫ»

В программу «Сфера» вошли группировки спутниковой связи «Экспресс», «Экспресс-РВ», «Ямал», глобальная система передачи данных «Марафон IoT/M2M», среднеорбитальная система широкополосного доступа «Скиф», системы высокочастотного мониторинга Земли на базе малых и сверхмалых космических аппаратов. По плану к 2030 г. планируется сосредоточить на различных орбитах около 600 спутников.

увеличившихся рисках разрыва международного взаимодействия по некоторым направлениям космической деятельности⁴².

Так, например, европейское космическое агентство отказалось от сотрудничества с ГК «Роскосмос» по миссии ExoMars по исследованиям на поверхности Марса, старт которой был назначен на 20 сентября 2022 года. Еще одним примером ухудшения уровня взаимодействия в рамках международных проектов является отключение немецкой стороной телескопа eROSITA в составе орбитальной обсерватории «Спектр-РГ». В научном мире этот аппарат с двумя телескопами на борту, немецким eROSITA и российским ART-XC, считается одним из самых успешных проектов космонавтики. Обсерватория, находящаяся на расстоянии 1,5 млн км от Земли, сканирует Вселенную в рентгеновском диапазоне, причем два телескопа дополняли друг друга.

Сейчас Россия сотрудничает с ЕС и США только по проекту МКС. В начале марта в ответ на блокирующие меры в отношении России генеральный директор ГК «Роскосмос» Дмитрий Рогозин объявил, что больше не будет поставлять ракетные двигатели в США. Кроме того, был законсервирован стартовый комплекс для российских ракет-носителей «Союз» на космодроме Куру во Французской Гвиане, где Россия предоставляла транспортные услуги для европейских заказчиков с 2011-го года и где благодаря России было совершено 27 запусков. РФ были разорваны и отношения с английским оператором спутникового интернета «OneWeb». Его аппараты выводились на орбиту ракетами «Союз-2» с «Байконура», и только на 2022 год было запланировано шесть запусков.

В ближайшие годы все работы по космосу, по-видимому, будут сосредоточены внутри страны. Организации, реализующие космическую деятельность в России, скорее всего в большей мере будут ориентироваться не на экспорт аэрокосмических изделий и сопряженных товаров и услуг, а на внутреннего потребителя. При этом сами эти товары и услуги на каком-то интервале времени будут иметь выраженный прагматический характер⁴³.

Вместе с тем, действующие санкционные ограничения сами неизбежно послужат неким драйвером развития отечественной космонавтики и ее главных направлений. Прежде всего, это коснется орбитальной группировки и новой космической станции: «Наш приоритет сегодня - орбитальная группировка наблюдения и связи. Орбитальная группировка в России пока абсолютно недостаточна, чтобы обеспечить хотя бы минимально необходимые потребности. А мы для гражданских нужд имеем лишь 12 космических аппаратов наблюдения, которые в основном сосредоточены на теме противопожарной безопасности. Надо быстрее запускать Российскую орбитальную служебную станцию... Принято решение: все работы, которые считаем в этой конкретной ситуации не первостепенными, развернуть таким образом, чтобы выделяемые средства были полностью сориентированы на создание новых космических аппаратов. Нам необходимо удвоить орбитальную группировку. Бросим на это все наши ресурсы - конструкторские, организационные, производственные, технологические, финансовые» - отмечал генеральный директор ГК «Роскосмос» Дмитрий Рогозин⁴⁴.

⁴² Приехали: есть ли будущее у российской космонавтики?

<https://www.trrussian.com/magazine/priehali-est-li-budushee-u-rossijskoj-kosmonavtiki-8535523>

⁴³ Прерванный полет: как международная изоляция скажется на российской космонавтике

<https://profile.ru/scitech/prervannyj-polet-kak-mezhdunarodnaya-izolyaciya-skazhetsya-na-rossijskoj-kosmonavtike-1057518/>

⁴⁴ Рогозин: Наш приоритет сегодня - орбитальная группировка наблюдения и связи

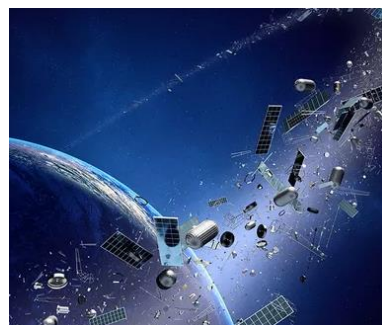
<https://rg.ru/2022/04/11/rogozin-nash-prioritet-segodnia-orbitalnaia-gruppirovka-nabliudeniia-i-sviasi.html>

Безусловно, что в рамках реализации новых российских коммерческих инициатив необходимо учитывать возникшие санкционные аспекты, которые направлены на сдерживание отечественной космонавтики в целом и ее коммерческого сегмента в частности. Однако, как и любая ситуация «диалектического отрицания», как и любой кризис, подобная политика санкционных ограничений в своем итоге неизбежно выступит триггером возникновения новых возможностей и новых качеств, что повлечет за собой создание новых производств, новых логистических структур, новых секторов рынков для Российской Федерации и её партнеров в дружественных странах. Другими словами, образование новых рынков и высвобождение многочисленных ниш на существующих рынках неизбежно приведет к новому уровню структурной интеграции, экономической адаптации и возникновению соответствующих продуктовых предложений со стороны отечественных государственных и частных организаций, осуществляющих свою деятельность в сфере разработок и услуг по направлению коммерческого космоса. Российский рынок коммерческого космоса, таким образом, неожиданно получает совершенно новые открытые возможности, которыми, безусловно, необходимо грамотно воспользоваться отечественным государственным и частным компаниям.

«КОСМИЧЕСКИЕ» РАЗРАБОТКИ САМАРСКОГО УНИВЕРСИТЕТА

Орбитальный «уборщик»

Ученые Самарского университета нашли эффективный способ борьбы с космическим мусором. Система, основанная на гравитационных эффектах, не имеет аналогов в мире, доказывает принципиальную возможность решения проблемы космического мусора. Тяжелый спутник на двигателях малой тяги, действуя по принципу гравитационной ловушки, способен захватывать объекты и устранять их с ГСО.



Проект развивается при поддержке Российского научного фонда. На сегодняшний день исследовательская группа переходит от физического моделирования к конкретным инженерным расчетам⁴⁵.

Методы производства деталей аэрокосмической техники из сплавов последнего поколения

Ученые Самарского университета разработали методы производства деталей аэрокосмической техники из сплавов последнего поколения, позволяющие уменьшить вес и увеличить грузоподъемность самолетов и ракет-носителей.

Внедрение новых сплавов позволит уменьшить вес конструкций примерно на 20%. Учитывая, что стоимость отправки на орбиту одного килограмма груза сегодня оценивается в несколько сотен тысяч рублей, разработка самарских ученых имеет серьезное экономическое значение⁴⁶.

Космический парусник без использования топлива

Солнечный парус — устройство, использующее для движения космических аппаратов давление солнечного света. Отражаясь от зеркальной поверхности паруса, фотоны, подобно ветру, толкают корабль вперед.

Специалисты Самарского университета отмечают, что преимущества космоплавания (как называют космические полеты под парусом) — потенциально неограниченные время и дальность полета при относительно высокой скорости, что очень важно для научных миссий.

Проект уникален тем, что космический парусник будет маневрировать без использования топлива. Идея в том, что жидкокристаллическая пленка, покрывающая паруса, под действием электрического тока с солнечных батарей меняет свою прозрачность, тем самым меняя отражающую способность разных участков паруса и, следовательно, траекторию полета. Дальнейшие исследования научного коллектива связаны с поиском оптимальной формы парусника и совершенствованием самого паруса — облегчением, нанесением различных

⁴⁵ Самарские ученые разработали уникального орбитального уборщика <https://ria.ru/20190927/1559150059.html>

⁴⁶ Доставка груза на орбиту подешевеет благодаря новым российским сплавам <https://ria.ru/20191218/1562497767.html>

покрытий и созданием дополнительных технологий разгона⁴⁷.

Охладитель для улучшения «зоркости» спутников

Ученые Самарского университета разрабатывают компактную криогенную установку для охлаждения инфракрасных датчиков космических аппаратов. Охлаждение датчиков позволяет избавиться от тепловых помех и тем самым увеличить «остроту зрения» спутников в инфракрасном диапазоне.

Действующий опытный образец установки уже изготовлен и испытан в лаборатории криогенной техники. Пока ученым удалось получить охлаждение лишь до минус 45 градусов по Цельсию.

Усовершенствованную версию планируется закончить в 2022 году. Она должна быть более компактной и позволить выйти на температуры охлаждения до минус 150 градусов по Цельсию⁴⁸.

Экспериментальная ракета нового поколения

Carella-МЛ — ракета нового поколения, включающая несколько модификаций. Это полностью оригинальная разработка, созданная почти с нуля, с минимальной опорой на опыт предыдущих проектов.

Ее ключевая особенность — модульная конструкция, позволяющая упростить разработку. Кроме того, для Carella создают новую электронную начинку: планируется более четкое разделение электронной схемы на системы энергопитания, телеметрии и сбора информации, выброса полезной нагрузки, поиска и ориентации.

Разработчики также обновили систему мягкой посадки отработавших ступеней — таким образом, ракета будет многоразовой⁴⁹.

Сверхлегкая оптика для наноспутников

В основе сверхлегкой оптической системы для дистанционного зондирования Земли — созданная в университете плоская дифракционная линза, способная заменить систему линз и зеркал современных телеобъективов и обладающая очень малым весом. Ранее оптика на основе дифракционных линз в космосе не использовалась.

На основе низкобюджетных наноспутников с компактной оптикой можно будет создавать масштабные орбитальные группировки из сотен подобных космических аппаратов, что позволит вести мониторинг Земли в режиме практически реального времени, оперативно получая изображение необходимого участка земной поверхности и не дожидаясь, когда тот или иной большой спутник окажется над нужным местом. Получаемая информация будет важна для

⁴⁷ В дальний космос — без топлива. Новая разработка российских ученых <https://ria.ru/20200422/1570340512.html>

⁴⁸ В России разрабатывают охладитель для улучшения "зоркости" спутников <https://ria.ru/20210119/samarskiy-universitet-1593627845.html>

⁴⁹ В Самаре разрабатывают экспериментальную ракету нового поколения <https://ria.ru/20210225/samarskiy-universitet-1598868748.html>

оперативного отслеживания, например, ситуации с распространением природных пожаров, паводков, для наблюдения за сельскохозяйственными посевами и в других целях⁵⁰.

Создание методики, предсказывающей гравитацию астероидов и комет

Ученые Самарского университета создают универсальную математическую модель, которая позволит предсказывать гравитацию небесных тел сложной формы, таких как астероиды и кометы. Предложенный метод позволит в десятки раз улучшить точность расчета космических миссий, направленных на изучение малых тел Солнечной системы.

Исследование поддержано грантом Российского фонда фундаментальных исследований (РФФИ).

Миссии к астероидам, кометам и другим малым телам неправильной формы предпринимались неоднократно. И все, кто когда-либо их осуществлял, столкнулись с главной проблемой — нет методики, которая позволит предсказать, как будет двигаться космический аппарат в гравитационном поле объектов столь сложной формы

Новая методика позволит рассчитать гравитацию астероида на базе нескольких критериев: интенсивности мерцания, свечения и спектра излучения.

Результатом исследований станет универсальная математическая модель, в которой можно будет изменять параметры планируемой космической миссии в зависимости от конкретной выбранной цели полета — определенного астероида или кометы. На основе этой модели будут разработаны алгоритмы для программного обеспечения космических аппаратов, которые будут совершать сложные маневры около еще не исследованных малых тел. Это позволит уменьшить общее время полета к цели и взять на борт больше научного оборудования за счет экономии топлива⁵¹.

Создание инновационного покрытия для защиты ракетных двигателей



Ученые Самарского университета в течение двух лет разработают и испытают на практике технологию производства инновационного теплозащитного плазменного покрытия для защиты конструктивных элементов ракетных и авиационных двигателей от экстремально высоких рабочих температур — порядка 1500 градусов по Цельсию и выше.

Проект стал победителем конкурса программы «Умник» и получил финансовую поддержку Фонда содействия инновациям.

Уникальность термобарьерного покрытия заключается в его структуре: его можно сравнить со средневековым доспехом — кольчугой, состоящей из слоев плоских дискообразных частиц-чешуек, которые располагаются и скрепляются друг с другом в особом упорядоченном порядке. Толщина одной такой «чешуйки» — 10-20 микрон, а толщина всей «кольчуги» в целом — всего менее полумиллиметра. За счет разрабатываемой технологии внутри отдельных

⁵⁰ Сверхлегкая оптика из России пройдет испытания в космосе
<https://ria.ru/20210319/samarskiy-universitet-1601939211.html>

⁵¹ В Самаре создают методику, предсказывающую гравитацию астероидов и комет <https://ria.ru/20210715/nauka-1741376788.html>

«чешуек» удастся сформировать наноструктурный слой материала, что позволяет повысить эксплуатационные свойства «доспеха».

По итогам разработки технологии будут изготовлены опытные образцы покрытия для проведения испытаний⁵².

Оптимизация производства техники для космической отрасли

Ученые Самарского университета впервые разработали универсальную модель расчета теплообменников пластинчато-ребристого типа. Она позволит значительно оптимизировать проектирование и производство теплообменников в авиации, космонавтике, электронике и других отраслях, где используются системы охлаждения и кондиционирования.

В дальнейшем модель будет использована для оптимизации конструкции теплообменного оборудования, используемых на эффективных криогенных энергетических установках и в системах охлаждения, используемых на борту летательных аппаратов и космических аппаратов⁵³.

Создание новых моделей аппаратов для освоения дальнего космоса

Ученые Самарского национального исследовательского университета имени академика С.П. Королева разработают проектные модели космических аппаратов, оснащенных электроракетными двигателями малой тяги и предназначенных для исследовательских миссий к астероидам, кометам, Луне, Марсу и другим телам Солнечной системы.

Работа над проектом, который в конце 2021 года получил грант в рамках конкурса Российского научного фонда (РНФ), займет два года. Ученые определяют наилучшие типы и характеристики двигателей, рассчитают запасы топлива и возможную полезную нагрузку. Также будет создан программный комплекс для определения оптимального управления полетами таких аппаратов в гравитационных полях сложной конфигурации⁵⁴.

Аппаратура для испытаний экстремальной электроники в космосе

Завершена разработка научной аппаратуры "Карбон-2", предназначенная для проведения в открытом космосе на борту орбитальной лаборатории "Бион-М2" испытаний опытных образцов отечественной космической электроники на основе карбида кремния.

Электронные компоненты космических аппаратов должны выдерживать самые экстремальные условия: широкий диапазон перепадов температуры, сильную космическую радиацию, перегрузки во время запуска, поэтому такую электронику терминологически принято называть экстремальной. По мнению ученых, карбидокремниевые компоненты по своей надежности и отказоустойчивости будут превосходить выпускаемые в настоящее время мировые аналоги.

⁵² В России создадут инновационное покрытие для защиты ракетных двигателей https://ria.ru/20211123/samarskiy_universitet-1760299381.html

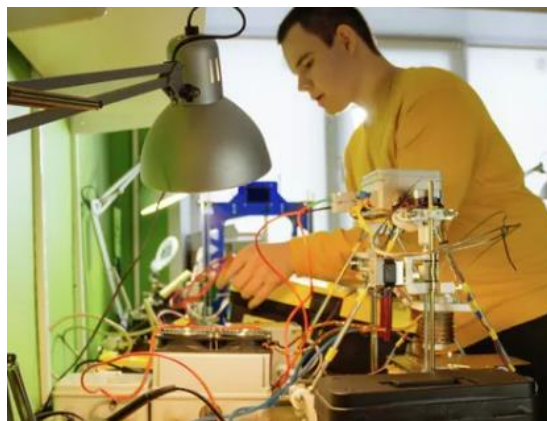
⁵³ В России оптимизировали производство техники для аэрокосмической отрасли https://ria.ru/20211206/samarskiy_universitet-1762041791.html

⁵⁴ В России создадут новые модели аппаратов для освоения дальнего космоса <https://ria.ru/20220217/kosmos-1773269397.html>

В аппаратуре "Карбон-2" будут проводиться испытания прототипов приборных структур, включая оценку их работоспособности в условиях открытого космического пространства. Как ожидают ученые, приборы на основе карбидокремниевых пленок могут оказаться на порядок надежней, точнее и долговечней своих аналогов, выпускаемых в настоящее время мировой космической промышленностью, и могут найти применение в дальних космических миссиях, например, при полетах на Марс⁵⁵.

Автомат для 3D печати еды в космосе

Ученые Самарского национального исследовательского университета имени С. П. Королева разрабатывают установку для автоматического приготовления еды в космосе. Автоматический "космический повар" поможет разнообразить меню космонавтов и сделать его более персонализированным. Многофункциональный пищевой 3D-принтер, способный работать в невесомости.



В настоящее время запасы еды на орбите у космонавтов, как правило, представляют собой стандартные наборы сублимированных блюд, внешне похожих на быстрорастворимые супы и каши, в которые перед употреблением нужно добавить горячей воды. Самарская установка, по мнению разработчиков, сможет готовить салаты, паштеты, различные макаронные и шоколадные изделия, печенье, сладости, блины и оладьи, а также диетические блюда с точно заданным количеством калорий и определенным составом тех или иных витаминов и биологически активных добавок.

Согласно проекту, ученым Самарского университета предстоит разработать программное обеспечение, позволяющее составлять рецепты с использованием банка имеющихся на борту ингредиентов и контролирующее процесс создания блюда на всех стадиях. 3D-принтер должен будет уметь автоматически смешивать компоненты в заданных пропорциях, регулировать температуру подаваемой смеси продуктов, чистить овощи и фрукты и измельчать твердые продукты с подачей их в общее блюдо в заданное место. Установку также оснастят холодильным отделением для хранения продуктов и системой автоматического перемещения ингредиентов.

Прототип "космического повара" планируется изготовить до конца 2022 года, а опытный образец — в 2023 году⁵⁶.

Наноспутник для изучения ионосферы

Самарские ученые разработали наноспутник, который предназначен для изучения ионосферы Земли и будет полезен в освоении Арктики.

⁵⁵ Разработана аппаратура для испытаний экстремальной электроники в космосе https://ria.ru/20220303/samarskiy_universitet-1776188730.html

⁵⁶ В России разрабатывают автомат для 3D печати еды в космосе https://ria.ru/20220316/samarskiy_universitet-1778407177.html

Находясь на орбите, этот космический аппарат будет получать научные данные, необходимые ученым при исследовании волновых процессов в плазме по траектории своего полета и проведении томографии верхней ионосферы. Оперативные данные о состоянии ионосферы крайне важны в таких отраслях, как спутниковая связь, навигация, метеорология, особенно это актуально для полярных и приполярных регионов, где возмущения ионосферы от солнечной активности велики. Поэтому данные с этого наноспутника будут безусловно полезны в ходе решения задач по дальнейшему освоению Арктики и Антарктики.

Наноспутник предполагается запустить на солнечную синхронную орбиту высотой около 550 километров. По предварительным расчетам, на такой орбите он сможет проработать порядка 19 лет. Запуск может состояться уже в 2022 году⁵⁷.

«Космическая» коробка передач

Специалисты Самарского университета разработали уникальную систему управления положением космических кораблей. Разработка открывает новые возможности для повышения маневренности аппаратов и для более эффективного расходования их энергии.

Для полноценной работы космических аппаратов на орбите необходимо с большой точностью управлять их угловым положением в пространстве. Для этого обычно применяются роторы-маховики, гиродины или двигатели ракетного типа, которыми могут быть оснащены большие аппараты.

Специалисты Самарского университета им. Королева предложили новый тип многороторной системы, которую, по их словам, можно назвать «механической коробкой передач для космоса». Она может быть реализована как на крупномасштабных космических аппаратах, так и на спутниках, в том числе миниатюрных.

Принцип действия системы основан на мгновенном подключении и отключении дополнительных роторов, что позволяет не только повысить управляемость аппарата, но и увеличить его энергоэффективность.

Проведенное математическое моделирование динамики движения многороторного космического аппарата продемонстрировало высокую эффективность предложенного принципа⁵⁸.

⁵⁷ Самарские ученые разработали наноспутник для изучения ионосферы
<https://ria.ru/20220407/sputnik-1782219261.html>

⁵⁸ В России разработали "космическую" коробку передач
<https://ria.ru/20220412/kosmos-1782978789.html>

Робот для спасения космонавтов в открытом космосе



Ученые Самарского национального исследовательского университета имени С.П. Королева разработали проект роботизированного комплекса, предназначенного для автоматического спасения космонавтов, оказавшихся в опасной ситуации в открытом космосе - без страховочного крепления к борту космической станции.

Роботизированный наноспутниковый комплекс при потере космонавтом контакта с кораблем автоматически или по команде космонавта-наблюдателя активирует режим "спасение" и оперативно рассчитывает оптимальную траекторию перехвата космонавта, после чего запустит по рассчитанной траектории перехвата наноспутник-спасатель, доставляющий космонавту спасательный трос. Подлетев к космонавту, наноспутник автоматически или с помощью космонавта в ручном режиме произведет стыковку со стыковочным устройством скафандра, блок маневрирования компенсирует вращение космонавта, после чего включится лебедка, наматывающая трос, и спасаемый космонавт будет доставлен на борт корабля.

В ближайшее время Самарский университет, возможно, направит в Роскосмос предложение о включении роботизированного наноспутникового комплекса в структуру будущей орбитальной станции РОСС, которая должна будет прийти на смену МКС⁵⁹.

⁵⁹ В России разработали робота для спасения космонавтов в открытом космосе
https://ria.ru/20220512/samarskiy_universitet-1788077356.html

СПИСОК ИСТОЧНИКОВ

1. Шинкарецкая, Г. Г. Международное космическое право и юридические лица / Г. Г. Шинкарецкая // Труды Института государства и права РАН. - 2020. - Том 15. - № 1.
<https://cyberleninka.ru/article/n/mezhdunarodnoe-kosmicheskoe-pravo-i-yuridicheskie-litsa>
2. Комитет по использованию космического пространства в мирных целях.
https://ru.wikipedia.org/wiki/Комитет_по_использованию_космического_пространства_в_мирных_целях
3. Декларации. Космическое пространство. Официальный сайт ООН.
https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/decl_space.shtml
4. Конвенции и соглашения. Космическое пространство. Официальный сайт ООН.
https://www.un.org/ru/documents/decl_conv/conv_space.shtml
5. Коммерциализация космической деятельности: ключевые тренды современности
<https://cyberleninka.ru/article/n/kommertsializatsiya-kosmicheskoy-deyatelnosti-kluychevye-trendy-sovremennosti>
6. H.R.2262 — U.S. Commercial Space Launch Competitiveness Act. // Сайт Конгресса США.
<https://www.congress.gov/bill/114th-congress/house-bill/2262>
7. H.R.2809 — American Space Commerce Free Enterprise Act. // Сайт Конгресса США.
www.congress.gov/bill/115th-congress/house-bill/2809
8. Трамп подписал указ о возобновлении лунной программы // РИА Новости.
<https://ria.ru/20171211/1510698393.html>
9. Самый лунный нашелся // Сайт Коммерсантъ. <https://www.kommersant.ru/doc/4316566>
10. Рыбаков, А. В. Особенности имплементации международных договоров ООН по вопросам космической деятельности в национальное законодательство государств - членов ЕС / А. В. Рыбаков // Международное право. - – 2020. – № 1.
<https://cyberleninka.ru/article/n/osobennosti-implementatsii-mezhdunarodnyh-dogovorov-oon-po-voprosam-kosmicheskoy-deyatelnosti-v-natsionalnoe-zakonodatelstvo>
11. Попова, С. М. ИНИЦИАТИВА ЛЮКСЕМБУРГА SPACERESOURCES. LU И ВОЗМОЖНЫЕ ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ РЕГУЛИРОВАНИЯ МИРОВОГО РЫНКА КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ / С. М. Попова // Исследования космоса. - 2017. - № 4(5).
<https://cyberleninka.ru/article/n/initsiativa-lyuksemburga-spaceresources-lu-i-vozmozhnye-posledstviya-dlya-regulirovaniya-mirovogo-rynka-kosmicheskoy-deyatelnosti>
12. Новые аспекты космического права: соглашения Артемиды
<https://ru.valdaiclub.com/a/highlights/novye-aspekty-kosmicheskogo-prava/>
13. ESPI Report: Space Venture Europe 2018: <https://www.espi.or.at/wp-content/uploads/2019/02/ESPI-Report-67-Space-Venture-Europe-2018.pdf>; ESA's Annual Report: https://www.esa.int/About_Us/ESA_s_Annual_Report
14. Коммерциализация космической деятельности: ключевые тренды современности
<https://cyberleninka.ru/article/n/kommertsializatsiya-kosmicheskoy-deyatelnosti-kluychevye-trendy-sovremennosti>

15. Влияние SPACEX на пилотируемую отечественную космонавтику и рынок коммерческих запусков <https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-spacex-na-pilotiruemyu-otechestvennuyu-kosmonavtiku-i-rynok-kommercheskih-zapuskov>
16. Космическая политика Японии: государственная поддержка частного бизнеса <https://cyberleninka.ru/article/n/kosmicheskaya-politika-yaponii-gosudarstvennaya-podderzhka-chastnogo-biznesa>
17. РКС при участии Ростеха создают новую видеосистему сканирования земли с орбиты <https://www.aex.ru/news/2022/4/22/243553/>
18. Состояние и перспективы развития рынка услуг по сбору и обработке спутниковых данных дистанционного зондирования Земли. Бухарицин А.П. <https://s.applied-research.ru/pdf/2021/3/13195.pdf>
19. Отчет EUSPA «Обзор рынка ГНСС и ДЗЗ» https://www.euspa.europa.eu/sites/default/files/uploads/euspa_market_report_2022.pdf
20. Отчет EUSPA «Обзор рынка ГНСС и ДЗЗ» https://www.euspa.europa.eu/sites/default/files/uploads/euspa_market_report_2022.pdf
21. Малые спутники в современной космической деятельности <http://lib.tssonline.ru/articles2/sputnik/malye-sputniki-v-sovremennoy-kosmicheskoy-deyatelnosti>
22. Российские инженеры начали сборку первого российского наноспутника с плазменным двигателем VERA <https://3dnews.ru/1058529/rossiyskie-ingeneri-nachali-sborku-pervogo-rossiyskogo-nanosputnika-s-plazmennim-dvigatелеm-vera>
23. «Фемтоспутники»: возможности и перспективы <http://www.geoprofi.ru/news/femtospurniki-vozmozhnosti-i-perspektivyh>
24. Малые спутники в современной космической деятельности <http://lib.tssonline.ru/articles2/sputnik/malye-sputniki-v-sovremennoy-kosmicheskoy-deyatelnosti>
25. State of Space 2022: Industry Enters ‘Era of Access and Opportunity’ [https://www.thespacereport.org/uncategorized/state-of-space-2022-industry-enters-era-of-access-and-opportunity/#:~:text=Industry%20Outlook%20\(11\)-,State%20of%20Space%202022%3A%20Industry%20Enters%20'Era%20of%20Access%20and,expected%20to%20accelerate%20in%20](https://www.thespacereport.org/uncategorized/state-of-space-2022-industry-enters-era-of-access-and-opportunity/#:~:text=Industry%20Outlook%20(11)-,State%20of%20Space%202022%3A%20Industry%20Enters%20'Era%20of%20Access%20and,expected%20to%20accelerate%20in%20)
26. THE WASHINGTON STATE SPACE ECONOMY: 2022 UPDATE <https://www.psrc.org/sites/default/files/wa-space-economy-2022.pdf>
27. Диск вместо кубика: разработан новый формат микроспутников для «мегасозвездий» <https://naked-science.ru/article/cosmonautics/discsat>
28. The DiskSat: A Two-Dimensional Containerized Satellite <https://digitalcommons.usu.edu/smallsat/2021/all2021/227/>
29. Дорожные карты ULA, Blue Origin.
30. Еженедельный журнал «Профиль» (ISSN 1726-0639, www.profile.ru), №46-47:

- Иван Дмитриенко «Частный космос как предчувствие»;
- Иван Дмитриенко «Межпланетный Клондайк»;
- Иван Дмитриенко «Полетал – уברי за собой»;
- Михаил Котов «Артемида Капитолийская».
31. Ресурс российского ядерного буксира "Зевс" составит 10 лет
<https://profile.ru/news/scitech/resurs-rossijskogo-yadernogo-buksira-zevs-sostavit-10-let-1058997/>
 32. Реалистичные планы на космос до 2050 года
<https://habr.com/ru/company/leader-id/blog/580420/>
 33. Lunar market assessment: market trends and challenges in the development of a lunar economy
<https://www.pwc.com.au/industry/space-industry/lunar-market-assessment-2021.pdf>
 34. Space for Space - A scenario investigation into the early markets of a self-sustaining cislunar economy in the year 2045
https://www.researchgate.net/publication/337334875_Space_for_Space_-_A_scenario_investigation_into_the_early_markets_of_a_self-sustaining_cislunar_economy_in_the_year_2045
 35. Space for Space - A scenario investigation into the early markets of a self-sustaining cislunar economy in the year 2045
https://www.researchgate.net/publication/337334875_Space_for_Space_-_
 36. Tech Track Papers: Melissa Sampson «Thinking About the Future»
https://www.spacefoundation.org/tech_track_papers/cislunar-economy-and-aces/
 37. BryceTech: “Global Orbital Space Launches, Q4 2021”; “Smallsats by the Numbers, 2022”; “Independent Market Study Commercial Hypersonic Transportation, April 2021”
<https://brycetech.com/reports>
https://drive.google.com/drive/u/2/folders/1srs6wLVQyYpCoQ4hWxs6SC-A_sIceReg
 38. Состояние и перспективы развития рынка услуг по сбору и обработке спутниковых данных дистанционного зондирования Земли. Бухарицин А.П.
<https://s.applied-research.ru/pdf/2021/3/13195.pdf>
 39. Глобальный рынок технологий ДЗЗ демонстрирует бурный рост
<http://vestnik-ghonass.ru/news/tech/globalnyy-rynok-tekhnologiy-dzz-demonstriruet-burnyy-rost/>
 40. Роскосмос намерен создать спутники, которые можно ремонтировать на орбите
<https://profile.ru/news/scitech/roskosmos-nameren-sozdat-sputniki-kotorye-mozhno-remontirovat-na-orbite-1085168/>
 41. Журнал «Русский космос», октябрь-2022
<https://www.roscosmos.ru/media/pdf/russianspace/rk2020-08-single.pdf>
 42. Приехали: есть ли будущее у российской космонавтики?
<https://www.trrussian.com/magazine/priehali-est-li-budushee-u-rossijskoj-kosmonavtiki-8535523>

43. Еженедельный журнал «Профиль» (ISSN 1726-0639, www.profile.ru): Иван Дмитриенко «Прерванный полет: как международная изоляция скажется на российской космонавтике»
<https://profile.ru/scitech/prervannyj-polet-kak-mezhdunarodnaya-izolyaciya-skazhetsya-na-rossijskoj-kosmonavtike-1057518/>
44. Д.О. Рогозин: Наш приоритет сегодня - орбитальная группировка наблюдения и связи
<https://rg.ru/2022/04/11/rogozin-nash-prioritet-segodnia-orbitalnaia-gruppirovka-nabliudeniia-i-sviasi.html>
45. Самарские ученые разработали уникального орбитального уборщика
<https://ria.ru/20190927/1559150059.html>
46. Доставка груза на орбиту подешевеет благодаря новым российским сплавам
<https://ria.ru/20191218/1562497767.html>
47. В дальний космос — без топлива. Новая разработка российских ученых
<https://ria.ru/20200422/1570340512.html>
48. В России разрабатывают охладитель для улучшения "зоркости" спутников
<https://ria.ru/20210119/samarskiy-universitet-1593627845.html>
49. В Самаре разрабатывают экспериментальную ракету нового поколения
<https://ria.ru/20210225/samarskiy-universitet-1598868748.html>
50. Сверхлегкая оптика из России пройдет испытания в космосе
<https://ria.ru/20210319/samarskiy-universitet-1601939211.html>
51. В Самаре создают методику, предсказывающую гравитацию астероидов и комет
<https://ria.ru/20210715/nauka-1741376788.html>
52. В России создадут инновационное покрытие для защиты ракетных двигателей
https://ria.ru/20211123/samarskiy_universitet-1760299381.html
53. В России оптимизировали производство техники для аэрокосмической отрасли
https://ria.ru/20211206/samarskiy_universitet-1762041791.html
54. В России создадут новые модели аппаратов для освоения дальнего космоса
<https://ria.ru/20220217/kosmos-1773269397.html>
55. Разработана аппаратура для испытаний экстремальной электроники в космосе
https://ria.ru/20220303/samarskiy_universitet-1776188730.html
56. В России разрабатывают автомат для 3D печати еды в космосе
https://ria.ru/20220316/samarskiy_universitet-1778407177.html
57. Самарские ученые разработали наноспутник для изучения ионосферы
<https://ria.ru/20220407/sputnik-1782219261.html>
58. В России разработали «космическую» коробку передач
<https://ria.ru/20220412/kosmos-1782978789.html>
59. В России разработали робота для спасения космонавтов в открытом космосе
https://ria.ru/20220512/samarskiy_universitet-1788077356.html