

ГОРИЗОНТ



2040

КОСМОС



АГЕНТСТВО
СТРАТЕГИЧЕСКИХ
ИНИЦИАТИВ

ПЛАТФОРМА НТИ



РОССИЙСКИЙ
ЭКСПОРТНЫЙ ЦЕНТР



Made
in Russia

ГОРИЗОНТ



2040

Проект «Горизонт-2040» был запущен в ноябре 2022 года Агентством стратегических инициатив и Российским экспортным центром после проведения одноимённой закрытой встречи экспертов на форуме Made in Russia.

Основными задачами проекта являются формирование видения ключевых вызовов и трендов, которые с разной степенью вероятности могут произойти в основных сферах социально-экономической жизни как российского, так и мирового сообщества, а также определение ключевых возможностей и угроз развитию на горизонте 2040 года.

Проект предполагает два этапа работ, результатом которых будет формирование видения сценариев развития России и определение возможности субъектной позиции нашей страны, учитывая контекст развития ключевых международных игроков.

В рамках первого этапа были сформированы 10 рабочих групп, которые проводили работу по отдельным тематическим доменам. В работе приняли участие более 130 ведущих российских экспертов, было проведено более 70 встреч рабочих групп по обсуждению различных аспектов развития каждого из тематических доменов.

Данный текст является результатом деятельности рабочей группы «Космос».

Вся информация о работе проекта доступна на сайте asi.ru.

Космос

Прогнозная оценка на период
2023–2050 годы: опорная инфраструктура,
тренды, ключевые решения,
драйверы роста

Автор доклада



Е. Б. Кузнецов

Футуролог, сооснователь венчурного фонда «Орбита
Капитал Партнёرز», представитель Singularity
University, член президиума Совета по внешней
оборонной политике

От космической гонки до космической индустрии: изменение ключевых игроков и трендов в сфере освоения внеземного пространства

Четыре **миссии космической сферы**. Историю освоения космического пространства можно разбить на четыре основные эпохи, своего рода четыре миссии космоса.

Космос 1.0. – так называемая космическая гонка. Она началась как демонстрация возможности геополитического превосходства и технологического величия, когда космос стал побочным детищем ракетных ядерных программ СССР и США и страны преследовали в основном военно-политические цели. Результаты – радикальный прорыв в космос и полёты на Луну.

Сначала о каком-либо положительном экономическом эффекте речь не шла. Стороны стремились продемонстрировать своё лидерство – как политическое, так и технологическое. Главным было установить флаг в околоземном пространстве. И этот механизм работал: знаменитый «Sputnik effect» – осознание отставания США от СССР в космосе – стал причиной радикальной перестройки систем науки и образования в США. Для всех стран мира эта гонка была важным инструментом в дискуссии о приоритетах мирового развития.

На волне ожиданий дальнейших прорывов заговорили о достижении Марса, спутников Юпитера и далёких звёзд, но в силу колоссальной затрат-

ности проектов на многие десятилетия процесс продвижения в космос почти остановился. Государства решили свои задачи в данной области, для бизнеса же это было слишком дорого и сложно. Плюсами стали изменение взгляда землян на космос в целом и появление множества передовых технологий, которые в дальнейшем получили развитие в экономике.

Космос 2.0. После сворачивания программы «Аполлон» космическая промышленность преобразовалась в отдельный сектор экономики, который приобрёл коммерческую направленность. Этот процесс продолжается и по сей день. Первыми получили своё развитие космическая связь, космическая трансляция сигналов телевидения, космические навигационные системы, телекоммуникации и тому подобные технологии. В последующие 60 лет космос стал заметной индустриальной структурой, влияющей на множество крупных отраслей земной экономики. Эта стадия подарила нам возможность инвестировать в технологические проекты, связанные с новыми задачами освоения околоземного пространства. Вместе с тем, в этой стадии были свернуты практически все амбициозные космические проекты, и на первый план вышла практическая эффективность и отдача.

Космос 3.0. В данный момент происходит переход от стадии «утилитарного космоса» к фазе «нового лидерства» в этой сфере. Лидером станет тот, кто первым захватит ключевые космические ресурсы и маги-

стали, начнёт новые ключевые программы и станет создавать космическую индустрию совершенно нового масштаба.

Ключевой задачей становится индустриальное закрепление в космической среде: как на околоземной орбите, так и выше – на Луне и астероидах. Создание переходных инфраструктур (базы, станции, верфи) создаст плацдарм для запуска совершенно другого масштаба космической экономики (cislunar, «подлунной»). Этот переходный период может занять, по разным оценкам, от 20 до 30 лет, но уже сейчас крупные компании приступили к созданию в космосе опорной инфраструктуры.

Космос 4.0. После завершения переходного периода, наполнившись инфраструктурой развития, космос станет одним

из основных драйверов развития человечества, локомотивом роста. Это будет открытое пространство для освоения и добычи огромного количества полезных ресурсов. Тогда начнётся новый экспоненциальный рост, который изменит наше представление о земной экономике – она станет экономикой Земли и космоса. На горизонте 20–50 лет космическое освоение оценивается как важный драйвер мирового роста, способный добавить существенное значение к росту мировой экономики.

Таким образом, сегодня мы находимся на стадии перехода от утилитарного восприятия космоса, когда он рассматривался через призму экономической реализации минимально необходимых программ, к фазе, когда надо обеспечить лидерство в создании новых индустриальных возможностей.

Рис. 1. Четыре миссии космоса



Возникновение и первые шаги космической экономики

К сегодняшнему дню человечество уже совершило важнейшие прорывы в развитии земной инфраструктуры:

- научилось строить низкоорбитальные группировки, которые позволяют переносить в космос значимые инфраструктурные объекты с Земли;
- начало эпоху космического туризма и обитаемого космоса;
- запустило доступные жителям Земли массовые космические сервисы.

Уже к 2019 году экономика космоса достигла отметки 366 млрд долларов. При этом научные, военные и иные программы государств составляли не более четверти затрат, а три четверти занимало коммерческое освоение: спутники и наземная инфраструктура для них.

Сейчас на эту инфраструктуру завязано значительно больше финансовых средств. Только в США на космические сервисы опирается индустрия объёмом примерно 5 трлн долларов, что включает затраты на интернет, финансовые сервисы, предсказания погоды, безопасность и многое другое. И объём зависимой от космоса экономики постоянно растёт: околоземное пространство превращается в пространство размещения ключевых сервисов.

Вместе с этим космос становится значительно доступнее, потому что его начинают бороздить всё меньшие, а значит, более дешёвые космические

аппараты. Если раньше спутники были тяжёлыми, мощными, сложными, дорогостоящими системами, которые создавались на производстве годами, то сейчас на орбите всё больше средних и малых аппаратов весом до тонны. В последние годы резко возросло количество запусков особо малых спутников – до 600 кг. Этот рост продолжается, и, по прогнозам, в следующие восемь–девять лет количество спутников, выводимых в космос, вырастет в 4–5 раз. Началась эпоха их серийного производства. Например, для того, чтобы полноценно развернуть такие системы, как OneWeb или StarLink, необходимо производить по несколько спутников в день.

После старта серийного создания космических аппаратов (КА) останется всего один или два технологических шага до разработки массовых типовых ремонтопригодных спутников, состоящих из заменяемых частей, которые можно было бы ремонтировать и восстанавливать прямо на орбите. С высокой вероятностью, такие КА появятся до конца десятилетия. Все эти шаги позволят создать на орбите полномасштабную группировку космических аппаратов, с помощью которых человечество сможет решать задачи, ранее казавшиеся невозможными.

Например, сейчас при дистанционном зондировании Земли приходится выбирать – производить съёмку быстро, но с низким качеством (частые снимки), либо редко, но с высоким (сверхчёткие снимки). Задача новой группировки

спутников – выход на непрерывный мониторинг Земли в декасантиметровом разрешении, а в перспективе и в метровом. Если сейчас Starlink и OneWeb ещё не способны на решение подобных задач, то в перспективе массовые низкоорбитальные группировки следующего поколения смогут нести среди прочего оптику, позволяющую проводить очень детальный и точный мониторинг всего, что происходит на Земле.

В свою очередь возможность добавить к любому земному сервису мониторинг из космоса открывает новые горизонты для бизнеса. К примеру, уже сейчас наблюдение с орбиты применяется для контроля роста сельскохозяйственных растений, мониторинга строительства и перевозок, для спасения на водах и решения других морских задач. Не хватает пока одного – широкой доступности этого сервиса.

Существуют разные прогнозы роста космической экономики. Один из наиболее авторитетных источников, конгломерат Morgan Stanley предполагает, что к 2040 году оборот космической индустрии превысит 1 трлн долларов. По моему мнению, это консервативная оценка. Вполне возможно, космос будет расти значительно быстрее.

Космос как драйвер роста

Уже сегодня космос – это не отдельная индустрия, а целый индустриальный пласт, горизонтальным образом проши-

вающий практически все сферы человеческой деятельности – оборону, безопасность, экономику, медицину, общество, науку. При этом его применение обеспечивает опережающее развитие других индустрий. Соответственно, его отсутствие такое опережающее развитие блокирует.

Очевидно, что космическая инфраструктура включает ключевые решения и драйверы роста для многих других секторов экономики. По сути, любой современный космический аппарат – это реализуемая в разных индустриях функция с огромным мультипликатором (по разным оценкам, от x15 до x20). Соответственно, развитие космоса имеет огромную нелинейную экономическую отдачу. Сложно назвать другие сферы экономики, в которых есть такой масштабный мультипликатор.

Ещё одно важнейшее преимущество космоса кроется в его обширности. Возникающая на Земле болезненная проблема границ и сфер влияния решается с большим трудом. Любое их нарушение чревато колоссальными издержками, и совершенно не факт, что может быть компенсировано потом какой-нибудь отдачей. В это же самое время гигантское космическое пространство с его огромным количеством ресурсов на данный момент никому не принадлежит. Соответственно, его освоение имеет огромный потенциал с горизонтом на несколько ближайших столетий. Естественно, дальновидные

лидеры понимают, что это более перспективно в сравнении с развитием на Земле.

Ещё о нескольких особенностях развития в данной сфере. Во-первых, космос превратился в сферу конкуренции ключевых интересов, где крупнейшие государства и бизнесы делают ставки на долгосрочное развитие, понимая, что отсутствие таких планов лишает их долгосрочного будущего. Это становится качественным фактором формирования долгосрочных программ освоения околоземного пространства.

Во-вторых, необходимость развития в космосе сформировала потребность в разработке инструментов развития нового поколения – прежде всего в частно-государственном партнёрстве (ЧГП), потому что то, что можно было сделать более привычными способами на Земле, или не могло бы работать в космосе, или было бы слишком дорогим. Удалось найти новое решение, которое привело к результату, ставшему прототипом для проектов развития во многих других сферах, – к разработке нового масштаба взаимодействия бизнеса и государств через ЧГП.

Как уже отмечалось, космос – это сфера деятельности личного интереса всех ключевых элит. Есть статистика, согласно которой 15 из топ-50 миллиардеров США разрабатывают личные космические проекты или программы. В топ-10 пропорция будет даже выше.

Развитие космической индустрии формирует растущую мультипликативную составляющую для экономического развития практически всех индустрий. На сегодняшний день околоземная деятельность достаточно диверсифицирована, она представляет собой платформы для обеспечения и развития всех секторов земной деятельности: безопасности, бизнеса, экологии, климата и науки.

В современной космической индустрии можно выделить два основных направления – **upstream** и **downstream**. В перспективе ближайшего десятилетия к ним добавиться **midstream**, то есть всё то, что связано с развитием космических инструментов уже в самом космическом пространстве.

Downstream – это продукты, производимые в космосе, преимущественно цифровые, но в перспективе и материальные, исследовательские результаты, а также различные земные и космические сервисы. Сейчас это работа космоса для нужд Земли, например тот же спутниковый телеком, интернет или ДЗЗ, сочетающие земного потребителя и космические инструменты (на сегодня это самый крупный рынок).

Upstream – это «классический рынок» космоса – средства доставки, космические аппараты и базы. Хотя этот сегмент существенно меньше по объёму, он является опорным и его развитием занимаются крупнейшие игроки государственного и корпо-

ративного сегментов. Достижение критического удешевления стоимости в этом сегменте предопределяет взрывной рост в других сегментах космического рынка.

Сегмент **midstream** только начинает формироваться, прежде всего с проектов уборки космического мусора, ремонта и заправки КА, добычи космических ресурсов. Хотя в ближайшие 20 лет этот рынок будет весьма мал, в более долгосрочной перспективе его объёмы могут значительно превысить первые два направления.

Многие из космических проектов кажутся делом будущего. Тем не менее разработки уже существуют в чертежах и в планах. И самое главное, в этих проектах заинтересованы не только государства или бизнес, но и конечный потребитель. Яркий пример – развитие космического интернета, запрос на который весьма устойчив, что подтверждается активным инвестированием в данный сегмент различными инвесторами (не только частных, но и государственных). Ещё один связан с проведением СВО, когда за счёт Starlink была за несколько дней восстановлена система управления украинской армией и обеспечена реализация новых возможностей по контролю как за боевыми действиями, так и за летающими аппаратами. Произошедшее показало, что речь идёт действительно о качественно иной, гибкой, мобильной и устойчивой инфраструктуре

”

На сегодняшний день околоземная деятельность достаточно диверсифицирована, она представляет собой платформы для обеспечения и развития всех секторов земной деятельности: безопасности, бизнеса, экологии, климата и науки.

с огромным потенциалом. Следует отметить, что потребитель давно привык к появлению подобных технологий. Первым массово доступным продуктом стало «космическое телевидение», потом – навигационные системы. Сейчас широкий круг потребителей и индустрий готов быстро включать космические сервисы в круг своих повседневных расходов.

Сегодня рынок массовых космических услуг на треть составляет спутниковый информационный сервис, на треть – наземная инфраструктура и на треть – разного рода бюджетные затраты вроде вывода специальных КА на орбиту. В ближайшие годы динамика развития космической индустрии будет стремительно нарастать благодаря существенному снижению стоимости доставки грузов на орбиту.

Революция стоимости доставки грузов на орбиту

Почти 50 лет, начиная с первых полётов, космос был очень дорогим удовольствием. Стоимость вывода 1 кг полезной нагрузки на орбиту начиналась от 3–5 тыс. долларов и практически не снижалась, пока не наступила эра SpaceX.

Смысл идеи Маска заключался в создании систем интенсивной много-разовости. Сегодня это уже история: на одном из совещаний Маск поставил инженерам Tesla задачу запускать бустеры ракет-носителей Falcon в те же сутки, в которые ракета приземлялась, то есть тратить меньше 24 часов на её перезаправку. Образно говоря, бустеры Falcon должны летать примерно как авиалайнеры нынешних коммерческих авиакомпаний: сел, заправился, сменил пилота и полетел дальше.

Ещё один шаг – многодвигательные установки, то, за счёт чего SpaceX совершил прорыв, взяв двигатели 1960-х годов (Merlin), и на их основе разработав эффективную систему доставки Falcon. Многодвигательные установки могут иметь значительно больший эффект при значительно более дешёвом двигателе – эта идея и лежит в основе системы Starship. Новое поколение двигателей (Raptor) уже обладает выдающимися характеристиками, что в многодвигательных системах позволяет добиться крайне высоких эксплуатационных свойств как в весе выводимого груза, так и в устойчивой многоразовости.

Проект SpaceX стал революцией в космонавтике именно потому, что на порядок снизил стоимость запуска. Даже первый Falcon-9 обрушил цену почти в два раза, а запуск Starship снизит её до нескольких сотен долларов за грамм.

Если взять плановый прогноз Маска на себестоимость запуска 1 кг Starship, мы получаем цифру 200 долларов примерно к 2025 году. На выступлении перед элитой американских космических сил Маска интервьюировал заместитель начальника штаба американских космических сил, и тот пообещал, что к концу десятилетия достигнет 50 долларов за 1 кг благодаря реальной мегаразности Starship. Это может стать революционным событием для космической индустрии. Даже если мы скорректируем оценки Маска в два-три раза, получится, что его ракета будет летать примерно за 100–150 долларов за 1 кг примерно к 2035 году, что является ещё одним порядком снижения затрат. Это, конечно, радикально. Показательно, что новая китайская программа многократных ракет также ставит целью достижение значения 150 долларов за 1 кг к 2040 году.

В результате сегодня в сегменте вывода на орбиту происходит стремительное падение цен. Тенденция столь быстрая, что она застала врасплох практически всех и уже сумела переформатировать многие отрасли. Например, рынок малых космических аппаратов вырос взрывным образом благодаря тому, что массовые пуски ракет SpaceX сформировали рынок

«вторичной загрузки», когда в дополнение к основной нагрузке запуски начали доукомплектовывать, доупаковывать малыми аппаратами. Это привело к обвалу цен и как следствие – резкому повышению «доступности» космоса.

Если верить прогнозу НАСА, уже к 2040 году вывод груза на орбиту будет стоить меньше 100 долларов за 1 кг, а к 2050 году меньше десяти долларов за тот же вес. Таким образом, главная тенденция ближайшего будущего – космос становится на три порядка дешевле, а ракеты и иные системы доставки – значительно мощнее и совершеннее.

Что касается отечественного опыта, то советские и российские ракеты ранее вполне вписывались в основные тренды по грузоподъемности и качеству, были лидерами до эпохи SpaceX. Но ключевая задача для отечественной космической индустрии – ответить на вызов концепции многоразовых ракет и достичь приемлемой в будущем стоимости запуска. Это возможно только при фундаментальном удешевлении компонентов ракеты, создании заменяемых систем и так далее. Необходимо полная пересборка всей ракетостроительной индустрии на фундаменте новых технологий, как в своё время это сделал Илон Маск, обрушив стоимость космических услуг. Не менее важна и полная пересборка регуляторных практик, к примеру SpaceX позволяет себе невероятно быстро (по меркам индустрии) изменять конструкцию своих аппаратов и ракет, не сталкиваясь

”

Проект SpaceX стал революцией в космонавтике именно потому, что на порядок снизил стоимость запуска. Даже первый Falcon-9 обрушил цену почти в два раза, а запуск Starship снизит её до нескольких сотен домаров за грамм.

с бюрократическими процедурами, что позволяет ему несопоставимо быстро двигаться в части разработок и модернизации своих систем.

Технологии доставки на орбиту совершенствуются практически каждый день. Важным перспективным направлением является воздушный старт, когда космическая ракета-носитель запускается с самолета-носителя. Уже длительное время это направление суперинтенсивно развивается, в него многие верят, на него делаются большие ставки.

Широчайшее движение космического производства – это снижение издержек производства и ремонта всех компонентов: 3D-принтеры, композитные баки, множество других технологий. Это может давать довольно существенное

снижение цены и рост надежности компонентов, тем более, если речь идёт о многоразовых элементах.

Ещё одна перспективная технология – атмосферный двигатель. Длительное время британская компания Reaction Engines Limited (REL) в сотрудничестве с другими организациями вела разработку проекта SABRE (Synergetic Air Breathing Rocket Engine – «гибридный воздушный ракетный двигатель»). Целью этого проекта было создание принципиально нового гибридного двигателя, способного использовать как атмосферный воздух, так и жидкий окислитель. Высока вероятность, что такие двигатели появятся в следующем десятилетии, что даст новый толчок такому направлению, как космические самолеты. Это будет куда удобнее традиционных ракет-носителей, такие системы будут работать, как классическая авиация.

В последнее время приобретают практическое инженерное воплощение так называемые альтернативные системы доставки: катапульты, линейные ускорители и так далее. Когда-то все они были из области фантастики, теперь многие прорабатываются в рамках реальных бизнес-планов, в том числе для систем запуска грузов с Луны.

Если посмотреть «сверху» на развитие ситуации, то с момента первой космической эпохи стоимость вывода грузов на орбиту уже снизилась на два порядка. Следующее порядковое падение должно произойти к 2040 году и составить

примерно 50–80 долларов за 1 кг. Это достаточно радикальное падение, потому что оно фактически превращает космос в арену огромного масштаба бизнеса.

Проблема космического мусора и перенаселённости орбит

Следует учитывать, что у человеческой деятельности в космосе есть не только позитивные, но и негативные последствия. Главная из них – люди чрезвычайно быстро заполняют околоземное пространство разными объектами. На данный момент в космосе, занимая важные функциональные орбиты, вращается уже почти 21 тыс. предметов диаметром более 10 см, большая часть из которых – мусор (более мелких объектов в несколько раз больше).

С учётом запуска новых многотысячных группировок спутников (только у SpaceX их будет 42 тыс.) задача очистки орбиты становится всё 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 эта сфера станет мощной индустрией.

С другой стороны, предметом регуляторной деятельности становится требование к обязательности систем безопасного схода с орбит для выводимых КА. Возник прецедент, при котором такие требования регуляторов США становятся

де-факто стандартом для всех производителей КА, так как в противном случае будет запрещено использовать производимую ими продукцию и данные. Это один из примеров применения трансграничного законодательства, практика которого может всё активнее применяться лидерами новой космической гонки.

Ближайшие планы освоения космического пространства – выгоды внеземной экономики

Перспективы освоения космоса до 2035 года. Следующий рубеж, который предстоит преодолеть человечеству, – выход коммерческих и промышленных проектов за рамки околоземной орбиты. И главное из них – освоение Луны.

Почему это важно? По формуле Циолковского, чтобы запустить груз в космос, нужно сжечь количество топлива, превышающее 90% веса ракеты, – тысячи граммов топлива ради десятков граммов груза. Чтобы запустить Starship на Марс, необходимо сделать несколько запусков Starship с Земли, чтобы корабль вынес на орбиту всё необходимое. Это крайне неэффективно и бессмысленно, особенно если это простые виды грузов.

Для освоения космоса нужны металл как основа строительства, топливо для полётов (вода, водород), кислород, минеральные ресурсы. Все эти грузы крайне дороги, если возить их с Земли. Но всё это есть на Луне и в космосе.

У так называемой «подлунной» 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 опорной инфраструктуры.

В последнее время резко активизировались планы по созданию промышленной лунной базы. Лунные базы нужны вовсе не только для науки и экспериментов. Луна – это ключевая сырьевая база для дальнейшего освоения космоса, которая представляет собой огромное ресурсное пространство, обладающее колоссальным преимуществом по сравнению с Землей, благодаря значительно меньшей гравитации и, как следствие, неглубокому гравитационному колодцу. С Луны намного легче забрасывать грузы и оборудование в открытый космос.

Ключевым добываемым ресурсом Луны становится вода, наличие которой подтверждено в лунном грунте. Вода необходима не столько для систем жизнеобеспечения, сколько как топливо – как в виде водород-кислородной пары, так и в виде воды (двигатели компании Momentus). И хотя главной целью поисков является лёд в приполярных зонах Луны, даже в случае его отсутствия экстракция воды из риголита является достаточным источником для промышленной добычи. Стоимость заправки КА топливом с Луны уже существенно дешевле,

чем при заправке с Земли, и по мере развития технологий эта разница будет сохраняться.

С учётом этой перспективы НАСА и частные компании США проектируют так называемую cislunar railroad – «подлунную железную дорогу», транспортный коридор, обеспечивающий связность и грузопоток Земля – Луна. В своё время именно железные дороги в России и США связали между собой океаны – от Петербурга до Владивостока и от Восточного до Западного побережий. Именно вокруг железных дорог строилась экономика и создавались программы государственного развития. Сейчас то же самое необходимо сделать в космосе. Чтобы решать фундаментальные задачи обеспечения космических миссий, нужно построить транспортный путь, опирающийся на объекты базовой инфраструктуры.

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. К примеру, иридий, попадая на Землю с метеоритами, применяется в двигателестроении.

Поскольку тяготение на Луне в шесть раз меньше земного, потребуются почти на порядок меньше топлива для того, чтобы вывести груз на орбиту Земли. Для получения ресурсов в ближайшие 15–25 лет понадобится

построить целую группу станций: трансферную станцию на орбите Луны, базовые станции на её поверхности, станцию в точке Лагранжа между Землей и Луной, которая, вероятно, станет первым крупнейшим портом, с которого начнётся дальнейшая колонизация Солнечной системы.

Уже сейчас крупнейшие мировые компании проектируют роботов, которые смогут быстро и дёшево 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 ещё предстоит длительный этап тестирования.

Спутниковая инфраструктура.

В области производства спутников уже происходит то, что в бизнесе называется радикальным переломом тренда. Сейчас ключевым элементом стало массовое, серийное создание спутников. Разработчики могут строить как полностью готовые их образцы для конкретного заказчика, так и сменные модули для смежников. Такие типовые изменяемые и управляемые модули возможно в свою очередь интегрировать в космические аппараты сторонних производителей, заменить или модернизировать. Всё это напоминает кастомайзинг в автомобильной или компьютерной отраслях.

Развитие линейки типовых платформ с кастомной загрузкой – то, что недавно предложил Маск в системе StarShield.



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. К примеру, иридий, попадая на Землю с метеоритами, применяется в двигателестроении.

Подобное предлагают ещё несколько стартапов. Они предоставляют покупателю типовой инженерный объект, уже обладающий энергетикой, связью, маневрированием и другими базовыми элементами космического аппарата. А уже на эту платформу любой желающий может заказать себе типовой модуль или на время его арендовать.

Для передачи данных таких систем начинает применяться спутниковая система Starlink, так что такого рода типовые спутники не будут нуждаться в наземной инфраструктуре. Модульность позволяет осуществлять орбитальную дозаправку, утилизацию, сборку, переборку. Результатом станет серьёзное расширение номенклатуры спутников для решения частных задач – от микро-, пико- и даже наноспутников до мега-спутников. Последние будут представлять собой роботизированные космические станции весом в десятки тонн, их модули можно будет менять и адаптировать под разные задачи.

Соответственно, рост номенклатуры повлечёт развитие индустрии, обеспечивающей основную спутниковую группировку. Понадобятся разного рода буксиры, заправщики, уборщики, спасатели и прочие специализированные космические аппараты.

Водяной двигатель – ключевой момент для освоения космоса. Одно из прорывных изобретений в этом контексте – водяной двигатель Momentus. Это российская разработка, которую реализовали в США. Пожалуй, это ключевая технология для освоения Солнечной системы, что и обусловило повышенный интерес властей США к контролю за компанией и выдавливание из нее российских основателей.

Такого типа двигатели уже десятилетия используются на орбите, но сейчас такой двигатель использует ксенон (земной газ, который необходимо сначала вывести на орбиту), двигатель

же с водой как рабочим телом использует значительно более доступную в космосе воду.

В мире есть несколько групп, которые занимаются поиском воды в космосе. Например, прорабатывается освоение лунных полюсов, где с очень высокой вероятностью есть чистый лед. Воду можно использовать в таком двигателе или разложить на водород и кислород, чтобы заправить более традиционные установки с водородно-кислородной парой.

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

Астероиды как главный приз. Астероиды – подлинная кладовая космоса. Некоторые из них содержат фантастические объёмы полезных ресурсов. Об этом задумывались ещё в 1960-е годы, но тогда подобные проекты оказались недешёвыми 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, открывая совершенно новый путь к освоению околоземного пространства.

Большинству на ум приходят объекты в поясе астероидов между Марсом и Юпитером. Но есть более близкие

астероиды, которые вращаются на орбите, близкой с земной, или иногда её пересекают (так называемые АААА – Атиры, Атоны, Аполлоны и Амуры). Например, количество железа, никеля, кобальта и металлов платиновой группы, присутствующих в проксимальном астероиде 1986 DA (околоземный астероид группы Амура), может превышать мировые запасы.

Разработка подобных астероидов возможна как на их текущих орбитах (в случае с платиной, например), так и при помощи транспортировки к точке Лагранжа, где астероид будет поддерживать стабильную позицию и где его можно постепенно, десятилетиями разрабатывать, доставляя на орбиту сверхдешёвые металлы для строительства. Проект по тестированию экстракции платины из астероидного вещества запланирован на орбите в 2023 году проектом из США.

В космосе есть и более фантастические объекты. Один из наиболее популярных – астероид Психея. Его оценивают почти в 10 квинтиллионов долларов (\$10¹⁹). Фантастическая сумма! Значительную долю его веса составляют платина, золото и другие ценные металлы, не говоря о том, что остальная часть практически полностью железоникелевая. Скорее всего, это ядро бывшей протопланеты, которая развалилась на орбите между Марсом и Юпитером. К нему тоже можно отправлять миссии, и НАСА уже сейчас планирует это сделать.

Его, конечно, нереально приблизить к Земле, но можно использовать, чтобы создавать необходимые конструкции для освоения более дальнего космоса: Марса, лун Юпитера и Сатурна. Иными словами, в космосе разбросано очень много «ценных камней». Наши задачи – научиться к ним летать и разрабатывать их.

В своё время Bank of America оценил потенциал этих «камней» почти в 700 квинтиллионов долларов. Эта астрономическая сумма означает только одно: сколько бы денег ни вложили в космос, получим значительно больше.

Общий ВВП космоса в тысячи и миллионы раз больше, чем ВВП Земли. Иными словами, если мы создадим человечество, которое опирается не только на Землю, оно сможет быть более богатым и иметь значительно больше ресурсов для того, чтобы расширяться, осваивая всё более дальний космос. И если мы научимся разрабатывать ресурсы космоса, у нас не будет ограничений по ресурсам.

Сценарные прогнозы дальнейшего освоения космического пространства

Планы до 2050 года. Обширная дорожная карта освоения космоса, распланированная американцами на ближайшие 30 лет, в теории должна дать десятикратный рост космической экономики, а также 200–300-кратное



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

увеличение численности людей, постоянно находящихся за пределами земной атмосферы.

Эта дорожная карта включает следующие важные вехи:

- 2023–2024 годы – начало сборки и ремонта спутников на орбите;
- 2027 год – открытие первой лунной базы;
- 2028 год – начало добычи лунного топлива (вода);
- конец 2030-х годов – создание отеля или станции с искусственной гравитацией.

Эти довольно амбициозные планы вполне выполнимы. Более далёкие горизонты пока просматриваются не столь определённо, поскольку проекты ещё не запущены. А в уже описанные проекты – космические артерии, лунные станции и т. п. – уже инвестируют

как государства, так и частные структуры. У всех этих проектов есть свой таймлайн, который можно отслеживать.

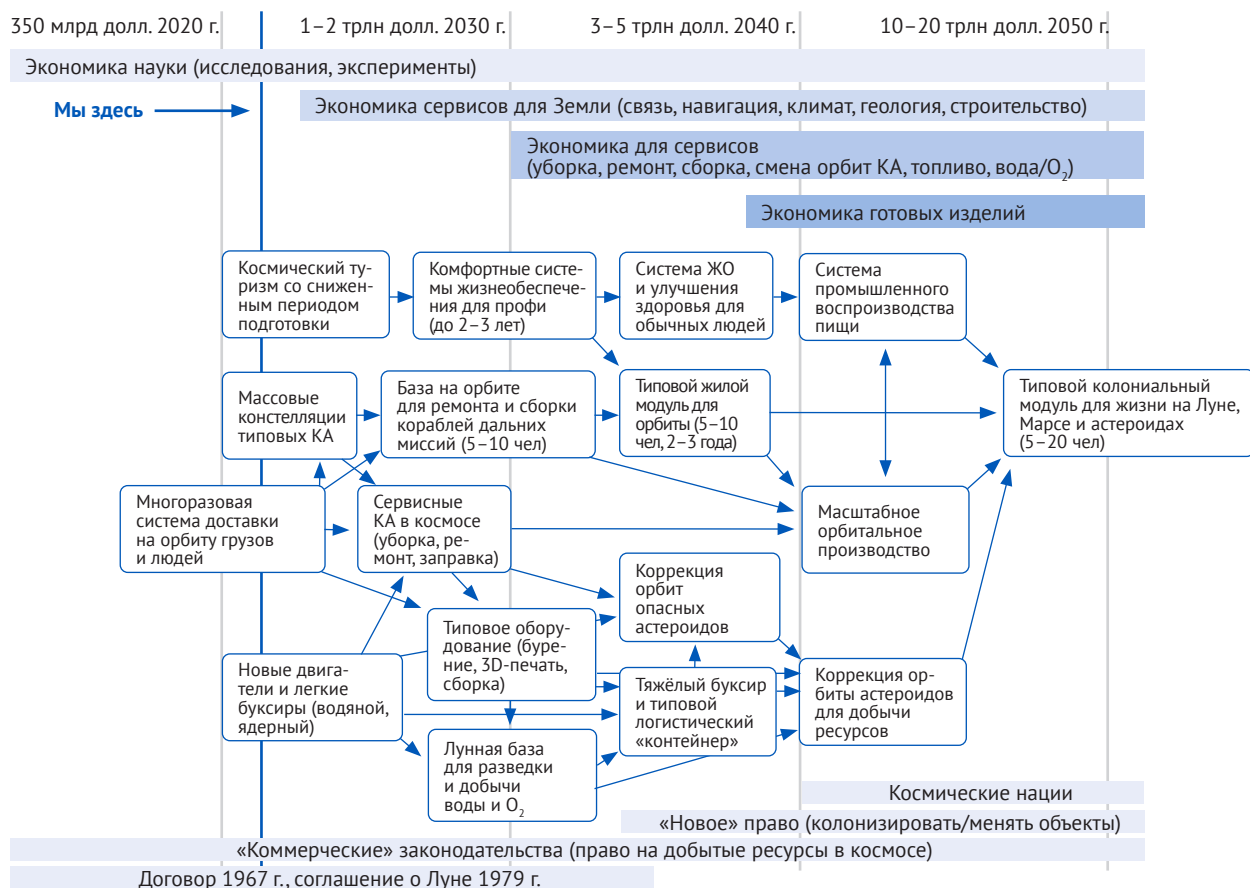
Таким образом, истории про космические орбитальные станции, населённые людьми, или про лунное топливо уже вполне реалистичны. Гораздо больший интерес вызывают тренды освоения космического пространства после 2050 года.

Предположительно, если к 2050 году будет реализована первая задача – строительство космической инфраструк-

туры, – то сформируется несколько основных направлений деятельности человека в космическом пространстве и на других планетах.

В плане создания полноценных космических производств, которые могут выпускать товары для реализации на Земле, идей не много, например новые типы полупроводников или искусственные органы. До недавнего времени производить что-либо на орбите было нерентабельно. Всю прибыль съедала стоимость доставки продукции на Землю.

Рис. 2. Экономика сервисов для Земли (связь, навигация, климат, геология, строительство)



Однако сейчас эта стоимость уже упала в сто раз. А когда упадет ещё в сто раз, космическое производство станет прибыльным. К тому моменту появится много проектов, которые будут экспериментировать с выпуском на орбите различных видов продукции.

Именно поэтому сейчас огромное значение имеет развитие космических лабораторий. В ближайшие 10–15 лет ожидается волна тестирования разных продуктов, производство которых в невесомости обойдется дешевле, чем на Земле. Такие продукты наверняка появятся, поскольку космос – уникальная среда с микрогравитацией, где нет экологических рисков. Например, в космос можно перенести тяжелые производства, вредные для земной атмосферы. Таким образом, будущие космические станции станут частью глобальной экономики.

Часть космических станций станет специализированной. Например, будет развиваться рынок научно-исследовательских разработок, связанных с невесомостью, например в области биологии. Недавно был объявлен проект по производству на орбите менисков для имплантаций методом 3D-био-принтинга. Это уже может стать массовым коммерческим продуктом, поскольку в мире требуются ежегодно десятки тысяч имплантов. В рамках 27-й миссии SpaceX по коммерческому снабжению (CRS) Redwire и Биотехнологический центр наук о здоровье Университета военной службы отпра-

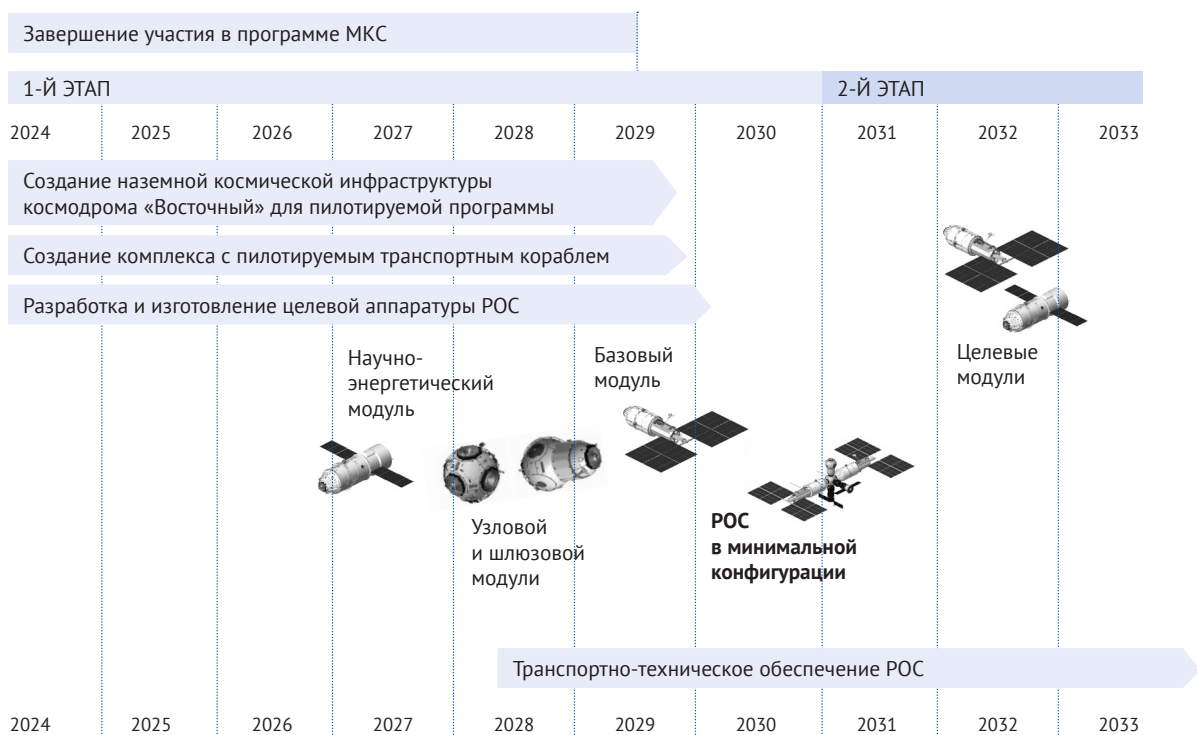
вили на МКС прибор НАСА, способный печатать ткань этого хряща. На Земле из-за влияния гравитации такое трудновыполнимо. Возможно, в будущем подобное производство живых тканей и органов будет налажено в промышленных масштабах именно в околоземном пространстве.

Научные лаборатории в космосе и базы на космических телах могут выйти на уровень пилотных внедрений в следующем десятилетии. Предположительно, подобная лунная база с реально работающими лабораториями появится к 2030 году. Что касается добычи ресурсов и постоянно действующих космических производств, то это может стать возможным к 2035 году.

Транспортно-логистические хабы.

Следующий тип инфраструктуры – космопорты и космодромы. Мы находимся на пороге взрывного роста их количества. Даже для тех планов, которые есть и уже заявлены ведущими игроками, нынешних двух-трёх космопортов на страну мало. К 2040 году их количество станет как минимум на порядок больше.

Скорее всего, большинство из космопортов будет связано с океанами, что объясняется задачей приземления большого количества объектов – как невозвращаемых, так возвращаемых, – подбираемых морскими судами. Кроме того, если космический аппарат рухнет на старте, то он упадет в воду, что обеспечит минимальные разрушения

Рис. 3. Ключевые инфраструктурные проекты – РОС

и возможность его подъёма. Не случайно Илон Маск покупает буровые платформы, чтобы затем превратить их в подобные космопорты.

С ростом числа космических полётов понадобится и большее число космических станций – роботизированных и инфраструктурных. Они смогут способствовать транспортировке ресурсов между орбитами, изменению направлений полётов и логистических цепочек. Такого рода автоматизированные хабы уже сейчас существуют, но в неавтоматизированном виде – в виде космических станций, – имея очень ограниченную функциональность. В ближайшем будущем это будет стандартной инфраструктурой.

Орбитальный туризм. К этой отрасли долгое время многие относились со скепсисом, который в последнее время стремительно угасает. Сегодня космический туризм превращается в экспоненциально растущую область. Уже в 2022 году эта индустрия оценивалась в 1 млрд долларов. Цифра включала не только доход от туризма, но и в целом прибыль всех тех компаний, которые прямо или косвенно были вовлечены в этот бизнес с определенным мультипликатором. Прогнозные оценки, которые даются в разных источниках, говорят как минимум о десятикратном росте в ближайшее время. А кратный рост – это то, что сделает любую вещь уже индустриально значимой.

Есть некоторые страны, которые живут исключительно за счёт туризма. Очевидно, что с экспоненциальным ростом подобное может быть и в космосе. Когда стоимость полёта на околоземную орбиту опустится с сотен тысяч долларов до десятков тысяч, на орбиту будут летать уже не два человека в год, а намного больше. Речь идёт о целевой аудитории, которая сегодня может потратить на туристические цели порядка 10 тыс. долларов, – например, на поездку в Европу. И это лишь одна из задач. Помимо банального туризма у обитаемого космоса много вариантов применения, которые раскроются со временем.

Космический туризм развивается весьма быстро и к 2030-м годам он выйдет на индустриальную мощность. В этом же ряду будет стоять баллистическая транспортировка людей, грузов по системе «точка – точка», когда перелет из Сан-Франциско до Окленда в Новой Зеландии на системе Starship может занять два часа. Это возможно и при развитии технологии гиперзвука и системы космических самолётов. По прогнозам, уже к 2040 году сверхдальние полёты станут заметным сегментом авиационного логистического бизнеса.

Другой революционной сервисной системой могут стать космические станции для длительных миссий. В результате на Луне и Марсе может вырасти инфраструктура в виде гостиниц, а также иных туристиче-

ских и медицинских сервисов наряду с военными базами, которые наверняка возникнут по соседству.

В плане перспективы достижения дальнего космоса речь идёт об общей мечте человечества. Сможет ли оно достичь чего-то большего, чем Земля, Луна, спутники Юпитера и Сатурна?

Ещё в 90-е годы мексиканский физик Алькубьерре нашёл ряд решений уравнений Эйнштейна, допускающих возможность сверхсветовых перемещений за счёт сжатия и растяжения пространства.

Долгое время эта тема воспринималась не более чем теоретическая игра – нетривиальное решение уравнений, в соответствии с которым для перемещения потребуется фантастическое количество энергии. Но буквально в прошлом году вышла статья, которая удешевила энергетику пузыря Алькубьерре сразу на несколько порядков. Теперь для его формирования нужна энергия не всей нашей Галактики, а лишь одного Юпитера. И хотя это всё ещё недостижимые значения, это уже большой прорыв в математике и понимании возможностей человечества. НАСА и другие агентства активно изучают перспективы таких технологий.

Подобные прорывы ещё будут происходить, поскольку общее развитие цивилизации идёт экспоненциально. Если в какой-то сфере есть прогресс,

он неизбежно со временем ускорится. Разумеется, это не прогноз, а лишь надежда на то, что достижения математики и физики приблизят нас к прототипу сверхсветового передвижения уже до конца текущего столетия.

Дорожная карта и экономика процесса освоения космоса.

Чтобы приблизить это будущее, нам необходимо пройти все шаги освоения космоса – закрепиться в нём, стать космическим видом, способным создавать объекты и новые конструкции в космосе. Актуальная в ближайшие 20 лет дорожная карта освоения околоземного пространства включает в себя следующие ключевые этапы:

- создание систем жизнеобеспечения и полного воспроизводства, которые сделают жизнь человека в космосе такой же комфортной, как на Земле;
- разработку технологических и промышленных процессов (сборка, ремонт и контроль), которые сделают возможным создание космических и планетарных баз;
- изобретение новых двигателей и топлива, необходимых для освоения Солнечной системы.

Важно, что многие космические технологии станут развитием земных. Если раньше искали, как применить космические технологии на Земле, то сейчас земные технологии всё больше рвутся в околоземное пространство. К примеру, уже сегодня существуют компании, создающие городские фермы. Они обладают уникальным

опытом выращивания растений в очень замкнутой среде, благодаря чему достигается двадцатикратное снижение количества потребляемой воды. До космических ферм, которые смогут обеспечивать едой космонавтов, остаётся несколько очевидных технологических шагов.

Ещё одна компания делает роботов, способных работать без специального программирования и при этом выполнять по чертежам нестандартные операции так же легко и экономически выгодно, как это делает человек. Сейчас эта технология работает на земных производствах, но технически несложно сделать так, чтобы подобный робот стал космическим строителем.

Много важных разработок ведётся по созданию перспективных видов топлива, а также в других смежных околокосмических направлениях.

Организация и планирование космической деятельности

Благодаря реальным наработкам в космическую сферу уже потекли деньги. Например, инвестиции в США за 10 лет здесь выросли примерно в 100 раз, причём деньги идут в самые ранние разработки – в проекты, которые выстрелят через 5–7 лет. А в целом космический рынок США составляет примерно 250 млрд долларов. При этом следует учитывать, применение мультипликаторов – 1 млрд дохода космиче-

ской отрасли страны это дополнительно до 15–20 млрд дохода смежной земной индустрии. Сегодня такими же темпами растут инвестиции в Китае.

Хочется надеяться, что такими же темпами будет развиваться и российская частная космонавтика, но по ней пока очень много вопросов. Если США и Китай уже «переключили скорости», то Россия едет медленно. У нашей страны есть интеллектуальный капитал – задел, например в космической медицине и биологии, – но нужны новые организационные и финансовые механизмы.

Здесь очень много возможностей, и наша общая задача – создать организационное и ресурсное обеспечение для реализации плана, который сейчас лежит на столе практически у всех ключевых венчурных инвесторов мира. Время уходит очень быстро, и важно вступить в партнёрство, поскольку в одиночку космос не сможет освоить ни одна страна. Это слишком сложная задача, требующая многих компетенций. И если сейчас идёт борьба альянсов, то через 10–15 лет человечество неизбежно придёт к коллективному освоению околоземной орбиты. Примерно через 20 лет просчитываемого пути мы освоим космическое пространство так же, как когда-то освоили Мировой океан.

Ключевые тренды и вызовы для космической индустрии России:

- Уже сегодня благодаря скачку в развитии космических технологий

наблюдается радикальное изменение баланса в способах ведения войны. Это касается таких направлений, как противоракетная оборона, дистанционное зондирование Земли, управление войсками, связь. У Российской Федерации здесь, очевидно, имеется риск качественного отставания.

- Резкий рост связанных с космосом секторов мировой экономики стал мультипликатором для национальных экономик многих государств. У России в этой сфере наблюдается отставание, и есть вероятность, что оно ускорится.
- В ближайшие десятилетия ожидается прорыв в развитии подлунной экономики. Освоение ресурсов Луны может стать дополнением к национальной экономике нескольких стран с наиболее передовыми космическими технологиями. У России здесь также отмечается риск качественного отставания.
- В конце концов нынешняя гонка в космосе может завершиться захватом ключевых космических ресурсов рядом игроков. При нынешних темпах развития космической индустрии у нашей страны есть риск полного отставания.

Ключевые ставки игроков.

В ближайшие годы США продолжают наращивать усилия для обеспечения безусловного лидерства во всех направлениях. Основными векторами американской космической индустрии станут создание глобальной космической инфраструктуры, управление космическим пространством, выработка стан-

дартов очистки орбит от космического мусора, создание опорных транспортно-ремонтных станций и добыча космических ресурсов.

Для Китая космос – это стратегическая ставка и демонстрация состоятельности его статуса в качестве глобального лидера. При этом Китайская Народная Республика принимает альтернативные решения по всему спектру космического противостояния с конкурентами. Возможно, в скором времени КНР предпримет попытку опережения претендентов на лидерство в отдельных направлениях космической гонки, прежде всего в создании собственной промышленной лунной базы.

Космическая программа Европейского союза традиционно будет развивать сегмент коммерческого космоса и научные программы.

Остальные страны, участвующие в освоении космического пространства, вынуждены добиваться партнёрства с США, пытаясь найти и занять собственные ниши, выработать компетенции в создании лидерских продуктов, связанных с космосом.

Задачи организации и управления космической индустрией

- 1) Глобальными трендами должны стать «приватизация» этой сферы, конверсия военных технологий в граж-

данские и наоборот, а также развитие частных инфраструктур и бизнесов под эгидой государственных систем обороны и безопасности.

- 2) Понадобится эффективное совмещение проектной и поисковой (венчурной) моделей развития отрасли и финансирования проектов, что позволит на порядок увеличить число проектов при повышении уровня совокупной доходности.
- 3) Также необходимо развитие технологий двойного назначения – применимых и актуальных не только на Земле, но и в космосе. Речь идёт о роботах, 3D-печати, замкнутом биоцикле, эффективной добыче ресурсов.

Ключевые сценарии и развилки для России

Сегодня у России, к сожалению, нет ни очевидных ставок, ни партнёрств, ни лидерских продуктов. Текущий сценарий отечественной космической программы представляет собой прогрессирующее отставание, или, если говорить образно, наша страна рискует стать «космической Португалией» (некогда крупнейшая и могущественная морская держава превратилась в страну третьего мира).

Возможный сценарий для российского космоса предполагает партнёрство с кластером «догоняющих» участников космической гонки, в который входят Бразилия, Индия и некоторые арабские государства.

Эта группа будет заниматься формированием конкурентоспособных альтернатив проектам стран-лидеров.

Оптимальный сценарий для России – сотрудничество с лидерами космической гонки и формирование элементов превосходства в пуле партнёрских проектов.

Предлагаемые решения.

- 1) Разделение функций регулирования космической деятельности путём создания специализированного агентства и обеспечения технологического и продуктового прорыва с помощью профильной государственной корпорации.
- 2) Радикальное снижение регуляторных барьеров для частного космоса и стимулирование его кратного роста в российской космической индустрии.
- 3) Развитие концессионной модели обновления космической инфраструктуры.
- 4) Создание пула флагманских проектов («Сфера»/«Эфир», РОС, «Лунная база» и пр.) с защищённым финансированием на горизонте 10–15 лет (национальный эндаумент).
- 5) Создание специализированного института развития космоса (фонда) с функциями активного инвестирования и поддержки независимых проектов, а также с достаточным влиянием в вопросах международной кооперации и встраивания в решаемые задачи госкомпаний во всех секторах российской экономики.

Принципы роста российской космической индустрии

Работоспособность отрасли возможна при сохранении баланса порядка, основанного на сотрудничестве государства и бизнеса, а также творческой свободы, обеспечивающей постоянный приток инноваций «снизу». Руководству индустрии необходимо умение создавать экосистему – среду экономического и технологического роста, коммуникаций и партнёрства для всех участников процесса.

Отрасль будет развиваться при наличии следующих условий:

- баланс проектов и институтов;
- своевременное определение ключевых трендов и поиск прорывных рынков;
- концентрация ограниченных ресурсов, в том числе финансовых, человеческих, административных и т. д.;
- жёсткий отказ от устаревших и неэффективных элементов;
- ограничение числа государственных инфраструктур и открытость их для партнёрства с частным бизнесом.

Флагманские проекты

С учётом ключевых трендов освоения космического пространства российской космической отрасли необходимо сформировать собственный спектр первоочередных проектов, связанных в том числе:

- 1) с перспективными средствами доставки;

- 2) с развитием проекта «Сфера» – комплексным развитием космических информационных технологий на период до 2030 года, включающим в себя космические проекты в различных областях. Ещё один проект, «Эфир», предусматривал вывод к 2025 году 288 спутников;
- 3) с созданием российской орбитальной станции (РОС);
- 4) с производством тяжёлого межорбитального буксира;
- 5) с лунной базой.

Чтобы реализовать эти проекты, российскому космосу необходимы организационная поддержка, радикальное дерегулирование сферы, а также инвестиции от частного космоса.

Национальная цель

Ставка России должна быть сделана на ускоренное формирование частного-государственного космического сектора полного цикла как неотъемлемой части экономики, обеспечивающей её конкурентоспособность в перспективный период.

Задачами такого сектора станут производство космических аппаратов и ракет-носителей, бортового и наземного оборудования, платформ, сервисов и т. д. Выход космической отрасли России на опережающую динамику инвестиций (6–8% в год) создаст ускоренный рост экспорта машиностроительной продукции и космиче-

ских услуг. При сохранении заданных темпов становление отрасли как опорной для экономического роста страны может произойти во второй половине XXI века, иначе участь стать «космической Португалией» для России практически неизбежна.

Траектория движения и развития российского космического сектора должна совмещать развитие текущих наработок и применений, а также уклон на прорывное опережающее развитие технологий следующей волны. К ставкам текущей волны относятся:

- 1) активное развитие космических систем связи с целями создания автоматизированных транспортных коридоров, освоения пространств, расширения отечественных систем интернета вещей. Собственные космические технологии – это обязательное условие для существования такого типа систем;
- 2) активное развитие отечественных систем ДЗО для высокочастотного и высокоточного мониторинга территорий Земли во всех диапазонах, особенно в тех, в которых Россия не имеет собственных спутников. Отсутствие таких систем создаёт критические зависимости и дефициты для освоения Севера и развития Северного морского пути;
- 3) активное развитие пилотируемой космонавтики с учётом резкого увеличения научно-производственных задач на орбите. Необходимо нарастить количество экспериментов

и проектов на орбите прежде всего за счёт частных проектов и привлечения внебюджетных источников для их финансирования;

- 4) необходимо совершенствование инфраструктуры и систем доставки с целью снижения стоимости в рамках текущих систем для обеспечения конкурентоспособности и создания достаточности ресурсов для запланированных как государственных, так и частных проектов. Дефицит таких систем создаёт риски критического отставания по вышеописанным направлениям.

В части перспективных систем необходимы следующие шаги по созданию:

- собственного проекта сверхтяжёлой ракеты для освоения ресурсов Луны и астероидов;
- собственной системы многоразовых пусков для обеспечения гибкости и экономической эффективности в совершенствовании космических спутниковых систем;
- перспективных систем межорбитальной транспортировки (буксиров) для развития космической деятельности и обеспечения партнёрства с лидерами;
- систем добычи, переработки и транспортировки космических ресурсов (Луна и астероиды).

Отсутствие проектов в данных направлениях может сформировать критическое долгосрочное отставание и технологическую и экономическую зависимость России от стран – лидеров

космической гонки, что несёт значительные риски для суверенитета страны в долгосрочной перспективе.

Космос

**Проблемы российской
космонавтики**

Автор доклада



И. М. Моисеев

Руководитель ИКП, научный руководитель МКК,
член экспертного совета при Правительстве
Российской Федерации

Мировая космонавтика сегодня

С 4 октября 1957 года по 1 января 2023 года в мире осуществлено 5956 запусков ракет-носителей (РН) суммарным стартовым весом 2 022 368 тонн. На орбиту Земли и далее выведено 14 520 космических аппаратов (КА) общей массой 34 502 тонны. 396 пусков были неудачными. Суммарная стартовая масса аварийных РН составила 97 166 тонн.

Основные этапы развития мировой космонавтики

Этап 1. 1957–1966 годы – быстрый рост спутниковых группировок, активно осваивается новая сфера деятельности.

Этап 2. 1967–1985 годы – в СССР увеличивается производство ракет-носителей для частых запусков короткоживущих спутников, прежде всего военных.

Этап 3. 1986–1995 годы – отказ от стремления к военному паритету с США, как следствие – резкое сокращение числа запусков.

Этап 4. 1996–2004 годы – стабилизация числа запусков, прогресс обеспечивается за счёт роста качества космических аппаратов.

Этап 5. 2005–2015 годы – быстрый подъём мировой космической активности, обусловленный появлением новых акторов, а также ростом китайской космонавтики.

Этап 6. С 2015 года по настоящее время – время санкций. Уход РФ с международного рынка космических запусков, ускорение роста мировой космической активности.

Следует отметить два принципиальных момента. Во-первых, развитие космонавтики не является линейным процессом. За ростом может следовать спад и наоборот, чему в разное время способствовали различные факторы.

Во-вторых, сегодня происходит бурный рост мировой космонавтики. По данным Euroconsult, государственные вложения в космическую отрасль мира на 2021 год составили 91 млрд долларов, из них доля Российской Федерации – 3,567 млрд долларов. Прогноз на 2030 год составляет уже 110 млрд долларов. Что до общего объёма международного рынка космических услуг, то он оценивается в 300–400 млрд долларов.

Цели и задачи российской космонавтики

Основные документы Российской Федерации, описывающие интересы, цели и задачи в области космической деятельности:

- «Основы государственной политики Российской Федерации в области космической деятельности на период до 2030 года и дальнейшую перспективу»;
- «Основы государственной политики в области использования результатов

космической деятельности в интересах модернизации экономики Российской Федерации и развития её регионов на период до 2030 года»;

- «Федеральная космическая программа России на 2016–2025 годы».

Общее распределение целей. Принципиальны для космической отрасли любого государства две цели. Одна, по американской терминологии, – «полёт к Земле», то есть всё то, что необходимо для решения задач на Земле, прежде всего экономических. Для достижения этой цели в основном функционируют большая часть как наземной инфраструктуры космической отрасли, так и орбитальная группировка.

Вторая цель – «полёт к звёздам». На него отводят гораздо меньшее финансирование: где-то около 10%. Однако следует учитывать, что в этом случае речь идёт о фундаментальных исследованиях, пилотируемых полётах, в том числе к другим планетам.

Что сегодня входит в приоритетные цели российской космической отрасли? Можно ответить кратко: всё подряд – всё, что космос может сделать, практически без какой-то иерархии и без особых приоритетов.

Если говорить предметно, то в 2022 году распределения стартовой массы по целям происходили следующим образом:

- военная космонавтика – 64%;
- пилотируемая космонавтика – 29%;
- космонавтика экономики – 6%;
- научная космонавтика – 1%.

Внутренние проблемы российского космоса

Неэффективная система государственного управления. Прежде всего в правительстве и структурах президента нет ни одного органа управления по вопросам космического пространства, даже консультативного. Отсутствует система целеуказания со стороны государства, в результате чего «Роскосмос» сам формирует цели и задачи для себя.

Кроме того, «Роскосмос» совмещает регулятивные и производственные функции, став, по сути, монополией, причём экономически неэффективной, получающей финансирование только из федерального бюджета и не дающей развиваться другим. В мире подобной конструкции не существует, и, к сожалению, здесь российский опыт уникален в плохом смысле этого слова.

Низкая производительность труда.

В 1975 году ракетно-космическая отрасль США в 2 раза превосходила советскую. В 2008 году, по данным исследования Минэкономразвития РФ, производительность этой отрасли в США была уже в 33 раза больше российской. В 2022 году разрыв усилился. Возникает вопрос: по какой причине? В качестве примера можно рассмотреть производительность лишь одной частной американской космической компании – SpaceX.

По суммарной массе производительность труда SpaceX превышает производительность труда «Роскосмоса»

Табл. 1. Сравнение SpaceX и «Роскосмоса»

Параметр	SpaceX	Россия	SpaceX/Россия
Число запущенных РН	61	21	3
Число запущенных КА	2018	48	42
Суммарная масса ПН, т	665	69	10
Суммарная стартовая масса РН, т	34 361	6 375	5
Число занятых*	12 000	181 100	0,07
Производительность труда (по стартовой массе, т/чел.)	2,86	0,035	82

в 82 раза. По старту ракет-носителей разница в 3 раза (SpaceX – 61, Россия – 21). При этом число занятых в SpaceX составляет 12 тыс. человек, а в «Роскосмосе» (без учёта военных и учёных) – 181 тыс. Отсюда получается цифра производительности труда (число стартов на число задействованных сотрудников) – 82 раза.

Следует учитывать, что в компании Илона Маска используются тяжёлые носители (Falcon 9). В России основными ракетами-носителями по-прежнему остаются средние «Союзы».

Практическое отсутствие инновационного развития. Традиционно считается, что космос является зоной инновационного развития. Однако новыми российскими аппаратами в XXI веке являются только «Радио-астрон» и «Спектр-РГ». Между тем работа над этими проектами началась ещё в 1970–1980-е годы в Советском

Союзе. Если смотреть более широко, последний запуск отечественного космического аппарата к Луне состоялся в 1976 году, а последний успешный запуск к другим планетам – в 1988 году.

Сегодня ведутся работы над перспективными проектами. Но зачастую складывается так, что, пока идёт разработка, проекты утрачивают свою инновационность, а иногда и целесообразность. Примером может послужить проект по межпланетной станции «Луна-25». Работы по нему были начаты ещё в 2005 году. Ожидается, что в 2023 году станция должна полететь. Таким образом, на разработку уже ушло 18 лет! И это в то время, когда между началом проекта первой советской лунной станции и её первой посадкой на Луну прошло всего шесть лет, да ещё с учётом отсутствия на тот момент у специалистов необходимых знаний и данных!

Другой пример – ракета-носитель «Ангара». Начало проекту было положено 22 года назад, первый старт состоялся в 2014 году. Но до сих пор эта система так и не вступила в строй. Проект пилотируемого корабля «Орёл» был начат в 2009 году. Сегодня «Орёл» так и не полетел.

И это речь только о самых крупных проектах «Роскосмоса», по другим, более мелким, ситуация схожая.

Неудовлетворительное использование результатов космической деятельности

29 марта 2007 года состоялось заседание президиума Государственного совета «О развитии ракетно-космической промышленности и повышении эффективности использования результатов космической деятельности в России». На нём было указано на неэффективность использования результатов космической деятельности, а значит, всей космической отрасли в целом.

В частности, президент РФ В. Путин говорил: «Первое – это формирование полноценного рынка космических услуг. К сожалению, пока приходится констатировать его практическое отсутствие. Основная причина – отсутствие здесь осмысленных и хорошо проработанных государственных подходов. Если говорить прямо, то предметно этими вопросами пока не занимались.

Нет ни чёткого перечня космических услуг, ни практики информирования потребителей, ни маркетинговых исследований... В стране практически отсутствует институт операторов, обеспечивающих оказание космических услуг... А это ключевой вопрос, особенно в условиях нарастающей экспансии из-за рубежа».

Неудовлетворительное использование результатов космической деятельности приводит к тому, что часть прибыли космической отрасли, получаемой от граждан и негосударственных предприятий, пренебрежимо мала.

Основным заказчиком и потребителем результатов космической деятельности является государство. Государство в лице чиновников министерств и ведомств не в состоянии ни грамотно заказать что-либо, ни эффективно использовать. Основной мотивацией государства является сохранение стабильности производственных предприятий, являющихся государственными, а не интересы потребителей.

Практически единственным результатом заседания президиума Государственного совета стали «Основы государственной политики в области использования результатов космической деятельности в интересах модернизации экономики Российской Федерации и развития её регионов на период до 2030 года», подписанные президентом 14 января 2014 года.

Стабильное снижение бюджетного финансирования. Отсутствие негосударственных инвестиций

Сегодня в зарубежной космонавтике обычной практикой стали негосударственные инвестиции, которые осуществляются за счёт акционерного капитала предприятий, а также частных вложений. При этом особенно важным являются «инвестиции» идей и персонала. Этот процесс за рубежом обозначается как New Space. В последнее время процесс развития New Space резко активизировался.

Для РФ доля практически негосударственных инвестиций по массе полезной нагрузки составляет лишь 0,0057%. Есть ещё так называемое внебюджетное финансирование, но по сути это фикция. Дело в том, что в отечественной практике внебюджетное финансирование космоса производится за счёт средств государственного бюджета, но только уже полученных предприятиями.

Говоря о российском частном космосе, можно вспомнить проект «Морской старт», на который отечественный бизнес потратил около 155 млн долларов. Это хорошая сумма для наших масштабов, но в результате проект так и не состоялся.

Потери на арбитражные суды и уголовные дела. Большое количество арбитражных судов между предприятиями космической отрасли и заказчиками («Роскосмос» и Минобороны)

по существу являются перекалыванием денег из одного государственного кармана в другой. При этом немалое число финансов расходуется на судебные процессы (например, адвокаты стабильно берут свои 10%). Здесь показательно, что во время «финансового оздоровления» Центра Хруничева, проводимого «Роскосмосом», шли процессы, в рамках которых российская государственная корпорация, управляющая космической отраслью страны, отсуживала у предприятия миллиарды рублей. Таким же примером может служить и процесс, связанный с НПО имени Лавочкина.

Ещё одна категория судов связана с уголовными делами по хищениям и шпионажу. В обоих случаях СМИ крайне мало сообщают о сути обвинений, что у многих вызывает сомнения в их справедливости. Как результат, наносится не только общий ущерб престижу российской космонавтики, но и происходит ряд побочных негативных явлений. Например, снижаются качество и количество выпускников вузов, идущих в ракетно-космическую отрасль. Также отмечается уменьшение числа сотрудников, желающих работать с зарубежными фирмами, и, как следствие, возможностей получить важные для отрасли ноу-хау.

Внешние проблемы

Пренебрежимо малая доля мирового космического рынка. В своё время России удалось занять немалую долю мирового рынка, прежде всего за счёт

запусков. В 1996 году, когда на российских ракетах-носителях начали запускать иностранные спутники, она достигла 60%. Сейчас доля российских запусков составляет 3% от всего мирового рынка.

В целом ситуация, сложившаяся в российской космической сфере, приводит к **автаркии** – снижению уровня влияния на мировую космонавтику. По сути, Россия уже вытеснена из мировой космонавтики, и интереса к её космической отрасли из-за рубежа практически не проявляется. Каких-то значимых международных планов нет, остался только проект Международной космической станции – МКС. После его завершения закончится и международное сотрудничество.

Международные санкции. С 1 января 2023 года государствам, желающим иметь контракты с США, практически запрещено использование возможностей российской космической отрасли. Американский закон в последней редакции фактически закрывает запуск нашими ракетами спутников других государств.

Кроме того, в отношении российской космической отрасли введены многочисленные международные санкции.

Их можно разделить на две категории:

- затрудняющие выход со своими предложениями на мировой рынок;
- затрудняющие покупку комплектующих за рубежом.

При этом угроза вторичных санкций достаточно велика и не даёт России возможности рассчитывать на параллельный импорт. Между тем покупка комплектующих для российской космической отрасли за рубежом только в 2013 году достигала 70–80%!

Следует отметить, что в первые десятилетия XXI века в отечественной космонавтике несомненным успехом инноваций считалось использование зарубежных комплектующих. Это, в частности, позволило довести срок активного существования спутников до мировых стандартов. Но сегодня, в условиях международных санкций, это стало проблемой, которую придётся решать ценой больших затрат.

Сценарии развития

Катастрофический. Утрированно: если будет сохраняться линейная ситуация бюджетного финансирования, то может так сложиться, что для России станет экономически более выгодно закупать необходимые результаты космической деятельности за рубежом, например в Китае или Индии, чем финансировать собственную космическую отрасль.

Реалистический. Этот сценарий предусматривает сохранение к 2040 году нынешнего уровня орбитальных группировок спутников связи и дистанционного зондирования земли (ДЗЗ). Здесь необхо-

димо учитывать следующие тенденции, происходящие в отечественной космической отрасли:

- хроническое снижение бюджетного финансирования;
- потерю прибыли от международных контрактов;
- большие затраты на импортозамещение.

Совокупность этих факторов приведёт к свёртыванию пилотируемой программы вместе с завершением работы МКС и отказом от научных программ.

Оптимистический. Этот сценарий предполагает сохранение к 2040 году нынешнего уровня существующих сегодня направлений космической деятельности, в том числе пилотируемой космонавтики.

Для этого необходимы следующие мероприятия:

- стабилизация бюджетного финансирования;
- наращивание негосударственного финансирования;
- разработка и реализация программы оздоровления космической отрасли.

Располагаемые резервы

В России имеются все объективные предпосылки для активной космической деятельности и значительному расширению сферы использования её результатов. Это огромные ресурсы, грамотное население, опыт космиче-

ской деятельности, промышленность, способная работать по всем направлениям, специалисты и общественная поддержка космонавтики. При правильной организации этой деятельности Россия способна бороться за первое место в мире с США и Китаем.

Резервы для сохранения и развития российской космической отрасли:

- природные ресурсы, объём и разнообразие которых больше, чем в любом ином государстве;
- объективная необходимость использования космических средств, связанная с огромной территорией;
- самый большой по времени опыт космической деятельности, в том числе и обширный негативный;
- наземная космическая инфраструктура, обеспечивающая реализацию любых разумных задач;
- ракетно-космическая промышленность, способная выполнить весь спектр работ;
- специалисты, умеющие решать современные задачи космонавтики;
- значительная общественная поддержка отрасли.

Рекомендуемые мероприятия

Во-первых, необходимо трезво оценить сложившуюся ситуацию и разработать концепцию, как из неё выходить, а также понять, как сохранить имеющиеся ресурсы и поддержать их существование. Во-вторых, нужно

ликвидировать «Роскосмос» и восстановить космическое агентство. В-третьих, создание действенной правовой базы. В ныне существующей очень много противоречий, пробелов, потому её сложно использовать на практике.

Необходимы режим максимального благоприятствования частному российскому космосу и условия для негосударственных средств финансирования. То, что сейчас происходит, сводится к тому, что «Роскосмос» говорит: «Дайте нам деньги, и мы их используем по своему усмотрению».

Следует усилить в отрасли импортозамещение с переходом к полной независимости от импорта, как это было до 2000 года. Нужен не отказ от импорта вообще, а именно переход к тому, чтобы никакие политические события не могли помешать работе. Возможности у нашей страны для этого есть.

Нужно исключить из Федеральной космической программы те проекты, которые якобы должны приносить прибыль, но в реальности оплачиваются из бюджета: это бессмысленная трата денег.

Также должна появиться система информирования граждан, бизнеса и предприятий для привлечения их интереса к российскому космосу и его перспективам.

Мероприятия, необходимые для возрождения и развития российской космической отрасли

- 1) Разработать и опубликовать Концепцию развития российской космонавтики до 2040 года.
- 2) Модернизировать систему государственного управления с учётом лучших мировых практик.
- 3) Систематизировать правовую базу космической деятельности, устранить противоречия и правовые пробелы.
- 4) Обеспечить режим максимального благоприятствования организациям New Space.
- 5) Создать условия для привлечения негосударственных средств для финансирования космической деятельности.
- 6) Реорганизовать схему оплаты космических услуг федеральными и региональными органами власти.
- 7) Обеспечить импортозамещение и переход к импортонезависимости.
- 8) Радикально пересмотреть Федеральную космическую программу, отказавшись от затратных программ в направлениях, на которых возможно получение прибыли.
- 9) Улучшить систему информирования граждан и предприятий.
- 10) Обеспечить информирование юридических и физических лиц о перспективах их участия в космической деятельности.

Космос-2040

Автор доклада



Н. Н. Севастьянов

Заслуженный конструктор РФ

Состояние

Наметилось заметное отставание российской космонавтики в сравнении с США, Китаем, Европой, Индией и другими странами. Это проявляется в существенно меньшем размере российской орбитальной группировки космических аппаратов различного назначения, сокращении количества запусков российских ракет-носителей, задержке научных космических исследований.

Появилась критическая зависимость российских потребителей космических услуг от иностранных орбитальных группировок, а космических предприятий – от поставок зарубежных комплектующих. Сроки разработки новых российских космических систем срываются, а проекты не всегда доводятся до результата.

Мировая орбитальная группировка составляет порядка 6 тыс. действующих космических аппаратов различного назначения, а в ближайшие годы по планам зарубежных государственных и коммерческих структур увеличится в несколько раз. Порядка 4 тыс. космических аппаратов созданы с использованием частных инвестиций, в том числе на принципах государственно-частного партнёрства. В среднем годовые правительственные космические бюджеты различных стран не превышают 30% в общей мировой годовой выручке от производства ракетно-космической техники и космических услуг.

Российская орбитальная группировка в настоящее время не превышает 200 космических аппаратов. Из-за секвестирования федеральной космической программы государственного финансирования недостаточно для завершения начатых космических проектов. Внебюджетное финансирование новых космических систем находится в зачаточном состоянии, правовые и политические условия для этого не созданы.

Целеполагание

До 2040 года Россия должна восстановить свои позиции в космической деятельности по отношению к мировому уровню и обеспечить российских потребителей космическими технологиями и услугами.

В настоящее время космонавтика в России воспринимается как демонстратор уровня технологического развития государства. Тем не менее широкое практическое применение космических технологий и услуг отводятся на второй план.

В современных условиях космонавтику необходимо рассматривать как инструмент для эффективного достижения различных целей общества.

Первая (главная) цель – это расширение практического применения космических технологий и услуг в интересах обороноспособности и гражданских секторов экономики,

для эффективного решения задач глобальных телекоммуникаций, дистанционного зондирования Земли и навигации.

Вторая (важная) цель – это использование космических технологий для развития научных исследований Земли, небесных тел Солнечной системы, а также дальнего космоса, включая другие звёзды и галактики.

Третья (перспективная) цель – это начало разработки и добычи полезных ископаемых на других небесных телах Солнечной системы (прежде всего на Луне и астероидах) в интересах промышленности и энергетики.

Для решения этих задач российская космонавтика должна создать необходимые и эффективные технические средства. К ним относятся ракетные средства для независимого доступа в космос, автоматические космические системы различного назначения, пилотируемые космические системы.

Технические средства. Ракетные системы для доступа в космос

Необходимо развивать российские ракетные системы для гарантированного и экономически эффективного запуска космических аппаратов на различные околоземные орбиты.

В состав ракетных систем входят космодромы и ракеты-носители.



До 2040 года Россия должна восстановить свои позиции в космической деятельности по отношению к мировому уровню и обеспечить российских потребителей космическими технологиями и услугами.

Для независимого доступа в космос Россия должна иметь космодромы как на своей территории, так и за рубежом. На своей территории необходимо совершенствовать космодромы Плесецк и Восточный. За рубежом нужно в рамках международного сотрудничества развивать космодромы Байконур (Казахстан) и Морской старт (с государством-партнёром, имеющим возможность выхода в экваториальную зону Индийского океана).

До 2040 года необходимо завершить разработку и обеспечить серийное производство:

- ракет семейства «Ангара» (легкого класса «Ангара-1» и тяжёлого класса «Ангара-5») для запуска с космодромов Плесецк и Восточный;
- ракеты полутяжёлого класса «Союз-5» для запуска с космодромов Байконур, Морской старт и Восточный;

- ракеты сверхтяжёлого класса (СТК) с использованием технологии «Союз-5» для запуска с космодрома Восточный;
- многоразовой ракеты среднего класса на сжиженном природном газе (СПГ) для запуска с космодрома Восточный.

Автоматические космические системы

Системы спутниковой связи. Главная задача спутниковой связи – обеспечить российских военных и гражданских потребителей на глобальном уровне телефонной связью, передачей данных, телевидением и доступом в интернет. Для этого необходимо:

- развивать российскую орбитальную группировку мощных геостационарных спутников связи вокруг Земли, используя широкополосные многолучевые технологии с большой телекоммуникационной емкостью;
- создать многоспутниковую группировку малых космических аппаратов связи для обеспечения прежде всего независимой глобальной связью подвижных объектов на всей поверхности Земли.

Системы дистанционного развития. Главная задача космических систем ДЗЗ – обеспечить глобальный независимый контроль территорий и объектов на Земле. Для этого необходимо:

- создать многоспутниковую оптическую группировку на низкой орбите для детальной обзорной съёмки

- (с разрешением 1–2 м) с возможностью ежедневного мониторинга изменений на всей поверхности Земли, а также мониторинга концентрации парниковых газов и очагов пожаров;
- сформировать многоспутниковую группировку на низкой орбите высокодетальной оптической съёмки (с разрешением 0,3–0,5 м и точностью геопривязки 3–5 метров) для определения характеристик объектов и их координат на Земле;
- обеспечить функционирование многоспутниковой группировки радиолокационной съёмки для всепогодного наблюдения состояния объектов на Земле, включая их смещения и деформации, а также ледовой обстановки в Арктике;
- продолжить развитие метеорологических группировок на средних и геостационарных орбитах для независимого прогнозирования погодных условий на Земле.

Система навигации «ГЛОНАСС». Необходимо обеспечить полное покрытие Земли навигационным сигналом с точностью позиционирования не менее 0,5 метра.

Научные космические системы. Для расширения научных исследований Земли, Солнечной системы и дальнего космоса необходимо разработать:

- космические платформы для размещения различного научного оборудования;
- перелётные модули, в том числе на ядерной энергии, для доставки космических аппаратов к другим

- планетам;
- посадочные станции для доставки научного оборудования на поверхность других небесных тел;
- роверы для передвижения научного оборудования по поверхности других планет.

Пилотируемые космические системы. Необходимо развивать околоземную пилотируемую инфраструктуру, включая:

- многоразовую транспортную систему для околоземных орбит с целью замены устаревшего пилотируемого корабля «Союз». Систему надо создавать на базе крылатого космического корабля (проект «Клипер»), что обеспечит значительное снижение стоимости полётов человека в космос и физических нагрузок на космонавтов. Для запуска целесообразно использовать создаваемую ракету полутяжёлого класса «Союз-5»;
- околоземную пилотируемую космическую станцию (возможно, на принципах международного сотрудничества), которая позволит проводить научные эксперименты, отработку новых космических технологий, а также обеспечит функции порта для пилотируемых миссий.

Для реализации лунной программы необходимо создать:

- пилотируемый корабль для полёта на окололунную орбиту с использованием сверхтяжёлого ракеты-носителя;
- окололунную пилотируемую косми-

ческую станцию (возможно, на принципах международного сотрудничества) для улучшения логистики высадки на Луну и возврата, а также для улучшения энергетических условий для пилотируемых полётов к Марсу и астероидам;

- многоразовый взлетно-посадочный лунный комплекс в составе окололунной станции;
- посещаемую Лунную базу (возможно, на принципах международного сотрудничества) для организации исследований и промышленного освоения Луны.

Космическое двигателестроение.

Для ракетных, автоматических и пилотируемых космических систем необходимы двигатели различного назначения. Особенно критичными в плане выпуска являются двигатели для ракет-носителей. Поэтому принципиально важно сохранить технологию и наладить экономически эффективное серийное производство кислородно-керосиновых двигателей РД-171, РД-180, РД-190 для ракет «Ангара», «Союз-5», «СТК». Также необходимо осуществить разработку и наладить производство кислородно-метанового двигателя для многоразовой ракеты на СПП.

Космическое приборостроение.

К космическому приборостроению предъявляются особые требования по условиям эксплуатации и надёжности. В последние годы российская космическая отрасль активно закупает приборы и высокопроизводительные

электронные компоненты зарубежного производства. Для освобождения от этой зависимости необходимо поддерживать стартапы по разработке новых эффективных приборов, которые реализуются в университетских лабораториях и на частных предприятиях с последующей передачей их в серийное производство в промышленные компании.

Сопутствующие технологии и производство. Ракетные, автоматические и пилотируемые космические системы являются только верхушкой айсберга в космической деятельности России. Для их успешного развития необходимо технологически развивать другие отрасли, которые обеспечат производство и поставку для космической отрасли:

- высокоэффективной электронной компонентной базы;
- композиционных материалов;
- радиотехнического оборудования;
- многокоординатных станков различного назначения;
- металлургической продукции;
- компонентов искусственного интеллекта;
- многое другое.

Обеспечение. Финансирование космической деятельности

Достижение в России космической деятельности на уровне развитых стран требует значительного увеличения инвестиций. Для этого необходимо привлекать не только государственное, но частное финансирование. Следует добиться

соотношения государственного к частному финансированию как 30% к 70%, но без уменьшения текущих объёмов государственного финансирования космической деятельности в России, то есть нарастить в три раза финансирование космической деятельности за счёт привлечения частного капитала.

При этом государственное финансирование должно быть сфокусировано на космической деятельности в интересах обороноспособности и науки, а также на интересах государственной инфраструктуры, такой как независимый доступ в космос, метеорология, навигация, пилотируемая программа. Желательно, чтобы государственное финансирование использовалось для разработки прорывных технологий в университетских лабораториях и на частных инновационных предприятиях.

Частные инвестиции необходимо привлекать прежде всего для создания космических систем связи и наблюдения, предназначенных для производства космических услуг, которые используются государственными и коммерческими потребителями для повышения экономической эффективности своей деятельности. Космические системы связи и наблюдения могут быть успешно коммерциализированы, как это происходит в других странах. Этому будет способствовать использование принципов государственно-частного партнёрства при организации космических проектов.

Необходимым условием привлечения частных инвестиций является самоокупаемость космических систем за счёт продажи производимых ими услуг. Для этого необходимо обеспечить не только конкурентоспособность услуг, но и надёжность функционирования космических систем в течение длительного срока эксплуатации (10–15 лет), достаточного для окупаемости космических проектов, и своевременный ввод космических систем в эксплуатацию, отказавшись от принципов долгостроя.

Это возможно только при переходе на проектные основы организации и финансирования работ, отказавшись от «котлового» принципа планирования, который существует в настоящее время.

Каждый космический проект должен проходить стадию обоснования инвестиций. В результате будет утверждаться бюджет проекта в целом, включая все привлекаемые источники финансирования и расходы на проводимые в рамках проекта работы.

Организация работ в космической промышленности

В настоящее время космическая деятельность в России опирается на крупные многопрофильные предприятия, образованные ещё в СССР. Данные компании могут серийно производить космическую продукцию для существующих орбитальных систем, но не способны эффективно создавать аналоги им.

На крупных предприятиях космической отрасли руководителями, как правило, являются управленцы, не имеющие технических компетенций по разработке космических систем, но способные управлять процессами, где уже налажено серийное производство продукции.

Для создания новых космических систем необходимо образовывать специальные проектные компании, которые на инвестиционной фазе будут осуществлять системную интеграцию проекта, привлекая многопрофильные крупные предприятия и их производственную базу для изготовления элементов космической системы, при этом выполняя по отношению к ним функцию технического заказчика и отвечая перед инвесторами за сдачу законченной строительством космической системы. На эксплуатационной фазе специальная проектная компания должна выполнять роль оператора, предоставляя космические услуги государственным и коммерческим потребителям.

На базе специальной проектной компании можно собрать команду профессионалов, которая будет нацелена на эффективную реализацию космического проекта и не обременённую бюрократическими процедурами крупного предприятия.

Главой такой структуры необходимо назначать непосредственно руководителя проекта, который прошёл профессиональный путь в космической отрасли

и является специалистом с опытом создания космических систем. При руководстве компанией у него появляются необходимые полномочия по управлению проектом, а также личная ответственность за результат.

Такой организационный подход особенно важен при привлечении частных инвестиций, так как в этом случае за счёт организационной прозрачности у инвестора появляется возможность контролировать использование своих вложений и их окупаемость. Также для него снижаются организационно-технические риски проекта.

Политическая и правовая поддержка космической деятельности

Одной из причин торможения развития космической деятельности в России является борьба различных промышленных групп за государственное финансирование. В связи с этим идёт постоянное секвестирование госсредств, выделяемых в рамках федеральной космической программы. Необходимо отметить, что космическая отрасль частично сама создаёт для этого причины, так как не всегда выполняет обязательства по срокам создания космической техники в рамках государственного заказа.

В то же время другие ФОИВы (кроме Министерства обороны и Минцифры) не могут создавать свои ведомственные космические системы.

Таким образом, сужается круг активных участников космической деятельности, что, как следствие, влияет на задержку в развитии орбитальной группировки и рынка космических услуг.

Поэтому необходимы политические решения по допуску других государственных и коммерческих участников в космическую деятельность с возможностью создавать собственные орбитальные системы непосредственно под свои нужды.

Это поспособствует развитию рынка космических услуг в различных отраслях экономики, что в свою очередь будет влиять на привлечение частных инвестиций и расширение объёмов финансирования в плане развития российской орбитальной группировки.

В настоящее время целесообразно использовать правовой механизм концессии, что позволит государству привлекать частные инвестиции для создания в интересах своих ФОИВ (назначенных концедентов) информационных систем космической связи и ДЗЗ.

В целом необходимо доработать законодательство РФ, чтобы создать полноценные условия для привлечения частных инвестиций и обеспечить возможности реализации принципов государственно-частного партнёрства при создании ракетных, автоматических и пилотируемых космических систем.



Необходимо доработать законодательство РФ, чтобы создать полноценные условия для привлечения частных инвестиций и обеспечить возможности реализации принципов государственно-частного партнёрства при создании ракетных, автоматических и пилотируемых космических систем.

Заключение

Российская космическая отрасль переживает системный кризис. Чтобы набрать необходимый темп развития и к 2040 году выйти на международный уровень, **необходимо избежать двух крайностей.**

Первая – это ничего не менять в организационных подходах, то есть сохранить «котловой» принцип управления отраслью, когда главным приоритетом является борьба за государственное финансирование, а на втором плане находится реализация конкретных космических проектов, в результате чего они превращаются в долгострой.

Вторая крайность – декларировать технологический скачок, не завершив уже начатые космические проекты как морально устаревшие. Это приведёт к отказу от взятых обязательств и дезорганизации работ в отрасли. Как результат, начнётся распад научно-технических коллективов.

Необходимо переходить на проектный принцип управления отраслью, сформировав на этой основе долгосрочную программу развития космической деятельности в России.

Проектный принцип формирует экономически обоснованную ответственность руководителей проектов и является необходимым условием для привлечения в отрасль частных инвестиций.

Для реализации новых космических проектов необходимо формировать новые научно-технические коллективы, а на их базе проектные компании. Это позволит эффективно использовать не только опытных специалистов, но и широко вовлекать в космическую деятельность активную молодёжь, формируя на практике кадровую основу будущего российской космонавтики.

