

Вселенная

ПРОСТРАНСТВО * ВРЕМЯ

Международный научно-популярный журнал
по астрономии и космонавтике

№5-6 (165-166) 2018
СПЕЦВЫПУСК

ГЛАВНЫЕ ГЕРОИ ЧАСТНОЙ КОСМОНАВ- ТИКИ

МИНИРАКЕТЫ И НАНОСПУТНИКИ

Революционные тенденции
современной космонавтики

УКРАИНА И КОСМОС

новое время



КЛАССИФИКАЦИЯ
ОКОЛОЗЕМНЫХ
ОРБИТ

КОСМОС
СТАНОВИТСЯ
БЛИЖЕ

ЧАСТНЫЕ
ПИЛОТИРУЕМЫЕ
КОРАБЛИ

ОТ РЕДАКЦИИ:

Как показывает многолетняя практика, частные компании практически во всех сферах деятельности справляются со своими задачами заметно лучше крупных государственных корпораций. Они эффективнее распоряжаются имеющимися ресурсами, оказываются гибче и креативнее в быстро меняющихся условиях мирового рынка, активнее используют новые технологии, чаще вовлекаются в рискованные предприятия, даже если они не обещают непосредственной выгоды. Именно «частники» на протяжении последних двух сотен лет являлись основными «двигателями прогресса», не только успешно внедряя в повседневную практику последние достижения науки и техники, но и самостоятельно генерируя идеи и инновации.

Космонавтика — многомиллиардная высокотехнологическая отрасль, ставшая, без преувеличения, итогом всего развития современной цивилизации — до последнего времени «сопротивлялась» активному приходу частных предпринимателей. Это связано и с огромными затратами на разработку ракет-носителей и космических аппаратов (которые долгое время были под силу лишь богатым развитым государствам), и со спецификой аэрокосмических разработок, часто ведущихся в интересах военных с соответствующим режимом секретности, и с немалой опасностью работы с мощнейшими ракетными двигателями, часто использующими криогенные или ядовитые топливные

компоненты... Тем не менее, уже в конце прошлого века вездесущие бизнесмены начали проникать и туда. Этому способствовало то, что в США, например, частные компании изначально нередко привлекались для выполнения контрактов, связанных с космосом. Полученный опыт подталкивал их к расширению активности в этой области, тем более что законодательные ограничения для нее постепенно смягчались, а возможности получения прибыли — наоборот, расширялись.

Первыми коммерческими заказчиками спутников и пусковых услуг стали телекоммуникационные компании. Мы уже давно не удивляемся словосочетанию «спутниковое телевидение», и почти не задумываемся над тем, что оно возникло больше полувека назад — в 60-е годы прошлого века. Позже, по мере развития электронных приемников изображения, появилась возможность оперативной фотосъемки земной поверхности из космоса. Оказалось, что фотографирование нашей планеты «со стороны» позволяет получить множество ценной информации о ней, иначе недоступной. Потребителями этой информации являются геологи, океанологи, аграрии, метеорологи, специалисты по чрезвычайным ситуациям, представители множества других специальностей. Наконец, в околоземном пространстве давно и активно ведутся научные исследования и отработка новых технологий, причем далеко не только государственными организациями. Какое-то время последние полностью контролировали



пусковые услуги, в то время как все больше специализированных космических аппаратов создавались частными компаниями. Но в наступившем веке и эта тенденция безнадежно устарела: «частники» один за другим запускают свои носители, и скоро их, похоже, станет больше, чем создали все крупные космические агентства, вместе взятые.

Негосударственные компании в наши дни активно производят и запускают спутники дистанционного зондирования Земли, метеоспутники, исследовательские аппараты, а с 2012 г. даже доставляют грузы на Международную космическую станцию. Пока государственные агентства (точнее, только одно — «Роскосмос») держат монополию на транспортировку членов экипажа орбитального комплекса, но и эта ситуация в ближайшем будущем кардинально изменится. Следующими логическими шагами, фактически уже анонсированными, должны стать частный космический туризм и межпланетные аппараты, причем в последнем случае «анонс» в виде электромобиля Tesla Roadster компании Илона Маска уже летит к внутренней границе пояса астероидов. Более того: эта компания на данный момент оказалась единственной, имеющей в своем распоряжении тяжелый носитель, способный поднимать на низкую околоземную орбиту до 64 тонн груза.

Тот же Илон Маск и его компания SpaceX уже получают заказы на доставку на околоземные орбиты секретной полезной нагрузки в интересах оборонного ведомства США. Не

приходится сомневаться, что вскоре такое доверие будет оказано и другим частным предприятиям, причем не только в Америке. После этого, по-видимому, падет последний «государственный бастион» — космические запуски в интересах фундаментальной науки. «Первой ласточкой» в этом направлении можно считать орбитальный телескоп TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite), сконструированный инженерами корпорации Orbital ATK и запущенный с помощью ракеты Falcon 9.

Складывается ситуация, когда направление развития космонавтики определяют уже не только государственные органы, но и крупный бизнес, способный предложить немало своих уникальных идей и разработок. Несомненно, в дальнейшем они будут в той или иной мере использованы в масштабных космических проектах — таких, как создание обитаемой лунной базы и окололунной орбитальной станции, а возможно, даже в организации полетов астронавтов на Марс и астероиды.

Буквально за последний год произошло несколько событий, безусловно, знаковых для частной космонавтики. Поэтому мы решили издать специальный расширенный выпуск нашего журнала с удвоенным количеством страниц, посвященный различным аспектам частной космонавтики — ее истории, перспективам, а также возможности участия в космических стартапах украинских предпринимателей. Космос в прямом смысле становится ближе к каждому из нас, и оставаться в стороне от этого процесса уже невозможно.



НЕБО ПОД НОГАМИ

СТР. 6



МИНИ- РАКЕТЫ ДЛЯ НАНО- СПУТНИКОВ

СТР. 26



FIREFLY

AEROSPACE
СПУТНИКИ
ДЛЯ ВСЕХ

СТР. 36



Stratolaunch Systems
СОЗДАЕТ СВОИ
РАКЕТЫ-
НОСИТЕЛИ СТР. 41

КЛАССИФИКАЦИЯ
ОКОЛОЗЕМНЫХ
ОРБИТ СТР. 42

КОСМОС
СТАНОВИТСЯ
БЛИЖЕ СТР. 45



НАНО СПУТНИКИ ДЛЯ МИНИ- РАКЕТ

СТР. 46

Руководитель проекта, главный редактор:
Гордиенко С. П.

Выпускающий редактор:
Манько В. А.

Редактор:
Размыслович К. Р. (Минск)

Редакционный совет:
Митрахов Н. А. — Главный редактор
информационно-аналитического центра
«Спейс-Информ», кандидат технических
наук

Вавилова И. Б. — ученый секретарь Совета
по космическим исследованиям НАН Укра-
ины, вице-президент Украинской астроно-
мической ассоциации, кандидат ф.-м. наук

Рябов М. И. — старший научный сотрудник
Одесской обсерватории радиоастрономи-
ческого института НАН Украины, кандидат
ф.-м. наук, сопредседатель Междунаро-
дного астрономического общества

Олейник И. И. — генерал-полковник, доктор
технических наук, заслуженный деятель на-
уки и техники РФ

Orbital Sciences:
ОТ
"ПЕГАСА"
ДО
"РАССВЕТА"

СТР. 50



ВЫБРАНЫ КОМПА-
НИИ ДЛЯ ЧАСТНЫХ
СУБОРБИТАЛЬНЫХ
ПУСКОВ *СТР. 55*

СЛОЖНЫЙ ПУТЬ
**МОРСКОГО
СТАРТА**

СТР. 56

ЧАСТНЫЕ
ПИЛОТИРУЕМЫЕ
КОРАБЛИ *СТР. 61*

Возвращение
на **ЛУНУ**

СТР. 64



**УКРАИНА
И КОСМОС**

новое время

СТР. 72



Rocket Lab планирует
ВЕРНУТЬСЯ К
ПУСКАМ В
НОЯБРЕ *СТР. 78*

КИТАЙСКИЙ СТАРТАП
осуществит первый
запуск до
конца года *СТР. 78*

Андронов И. Л. — декан факультета Одесского национального морского университета, доктор ф.-м. наук, профессор, вице-президент Украинской ассоциации любителей астрономии

Дизайн, верстка:
Кисилица Е. Б.
IT-сопровождение:
Голойда А. Р.

Учредитель и издатель:
ЧП «Третья планета»
02089 Украина, г. Киев, ул. Радистов, 64

Зарегистрировано Государственным комитетом телевидения и радиовещания Украины.
Свидетельство КВ 7947 от 06.10.2003 г.

© ВСЕЛЕННАЯ, пространство, время —
№ 5-6 (165-166) 2018

ВСЕЛЕННАЯ, пространство, время —
международный научно-популярный
журнал по астрономии и космонавтике,
рассчитанный на массового читателя



NOOSPHERE
Technology Knowledge Humanity

SPACE

под ногами

Рождение и становление негосударственной космонавтики — одна из интереснейших тем современности. Можно сказать, что сегодня это основная тенденция в освоении космического пространства.

«Частная космонавтика» появилась и начала бурно развиваться благодаря ряду причин: изменившейся международной обстановке, формированию новых взаимоотношений в мировой экономике, информационной революции, а также множеству других факторов. Такие изменения привели к существенному росту инвестиций в этот сектор экономики со стороны частного бизнеса, что сопровождалось весьма впечатляющими достижениями, которые зримо демонстрируют возможности человека в его вечном противостоянии силам природы.

500

**Александр
Железняков**

академик Российской академии
космонавтики им. К.Э.Циолковского

**Владимир
Манько**

журнал «Вселенная,
пространство, время»



Еще совсем недавно для большинства людей частная космонавтика скорее ассоциировалась с фантастическими рассказами либо с отдаленным будущим. На бурный рост этого сектора экономики никто не рассчитывал, а ко всевозможным стартапам, начавшим возникать на рубеже тысячелетий, отношение было весьма сдержанное. Основных результатов в сфере освоения космоса жда-

ли от государственных организаций. Однако бизнесмены с таким энтузиазмом взялись за дело, что все модели развития космонавтики вскоре пришлось кардинально пересмотреть. Сегодня можно говорить о том, что вклады государства и частных компаний в космическую отрасль уже сопоставимы. И это соотношение продолжает меняться в пользу последних.

Причем вклады частных в основном уже не носят краткосроч-

ный характер, как это было совсем недавно, а рассчитаны на перспективу — со сроками окупаемости в десять и более лет. Это относительно новый фактор, демонстрирующий уверенность в том, что инвестиции принесут отдачу, а их результаты будут востребованы.

Вполне естественно, что частному бизнесу наиболее интересны те проекты, которые неминуемо — быстро или не очень — приведут к получению прибыли. Поэтому значи-

тельная часть ресурсов в данный момент сосредоточена на таких крупномасштабных предприятиях, как космический туризм (орбитальный и суборбитальный), создание грузовых и пилотируемых кораблей, способных обеспечить грузопоток и пассажиропоток по маршруту «Земля — околоземная орбита — Земля» в интересах государственных заказчиков, а также пусковые услуги в широком диапазоне масс полезных нагрузок.

Сфера интересов частных в космосе неуклонно расширяется. Она уже вышла за пределы околоземных орбит и охватывает иные тела Солнечной системы, включая Луну, астероиды и Марс. Частные компании, можно сказать, «наперегонки» работают над созданием технических средств, предназначенных для осуществления грузовых и пилотируемых межпланетных перелетов, строительства автоматических и обитаемых орбитальных станций, а также жилых модулей и систем жизнеобеспечения, позволяющих космонавтам долгое время находиться на поверхностях других планет.

Может быть, кому-то это покажется странным, но своему развитию частная космонавтика обязана усилиям всего нескольких человек, которые и «делают погоду» на космических просторах. Как первые годы космической эры трудно себе представить без Сергея Павловича Королева и Вернера фон Брауна, так и сегодня эта сфера деятельности фактически невозможна без таких людей, как Илон Маск (Elon Musk), Ричард Брэнсон (Richard Branson), Роберт Бигелоу (Robert Bigelow), Джефф Безос (Jeffrey Bezos). Эти личности не только финансово обеспечивают руководимые ими предприятия, не только организуют разработку, производство и эксплуатацию космических средств, но и выступают генераторами технических идей, часто являющихся передовыми в своей области. И результат такого симбиоза «идей и возможностей» действительно впечатляет.

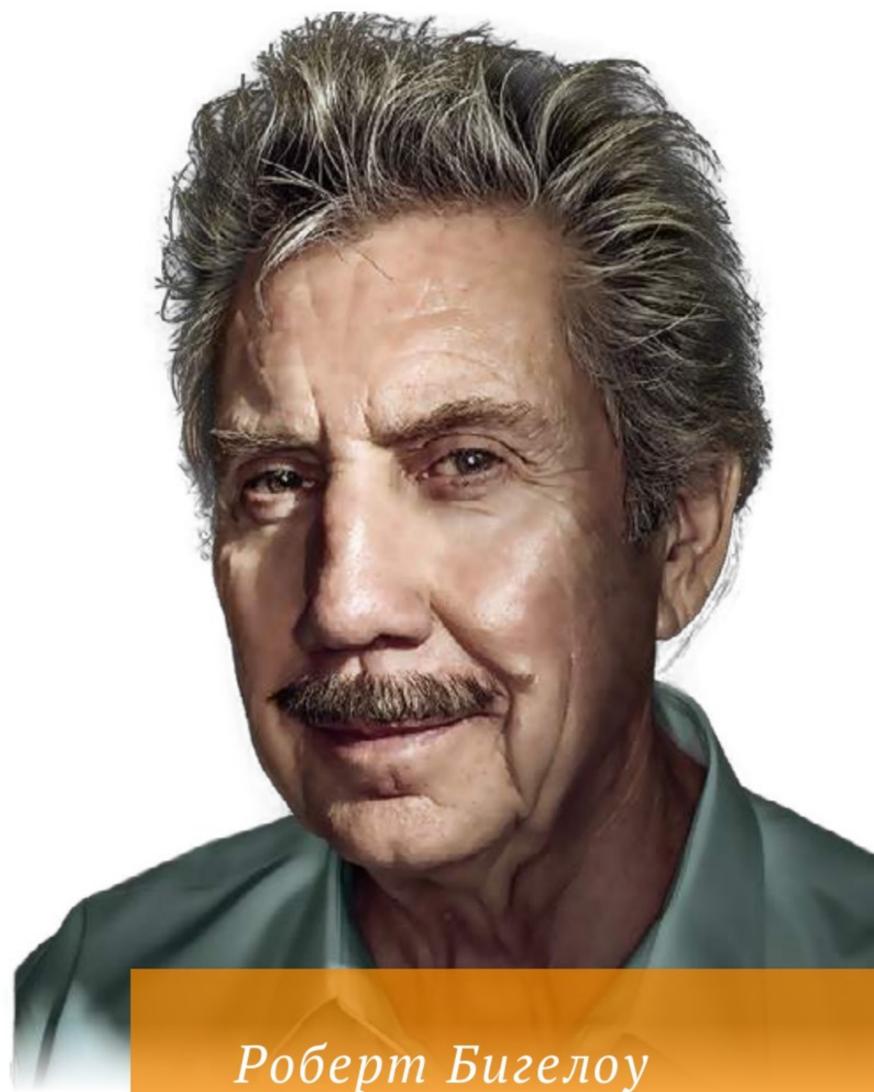
Об этих людях, об их замыслах, которые уже стали реальностью или будут воплощены в жизнь в ближайшие годы, и пойдет речь в данной статье.

Космическое «надувательство»

Американский предприниматель Роберт Бигелоу заработал свое состояние в гостиничном бизнесе. Он существенно старше остальных энтузиастов частной космонавтики — 12 мая 2018 г. ему исполнилось 73 года. Да и на «космический Олимп» он начал взбираться раньше всех. Правда, его подъем на вершину отличается неспешностью.

Компания Bigelow Aerospace была основана в 1999 г. Она имеет штаб-квартиру в Лас-Вегасе (штат Невада) и ориентируется на создание жилых помещений для орбитальных станций, производимых из тканеподобных композитных материалов. В условиях космического вакуума эти конструкции просто наполняются воздухом и принимают необходимую форму с возможной последующей установкой твердого каркаса и внутреннего оснащения. Фактически Бигелоу намеревается заниматься в космосе тем, чем он с успехом занимается на Земле — созданием сети отелей. Позже в сферу его интересов попали исследовательские космические аппараты и орбитальные заводы, но начать свою «космическую экспансию» бизнесмен планирует все же с гостиниц для космических туристов.

Жизнеспособность такой концепции была проверена в ходе полета экспериментальных аппаратов Genesis I и Genesis II, отправившихся в космос соответственно 12 июля 2006 г. и 28 июня 2007 г. с российской ракетной базы Домбаровский. Запуски производились с помощью конверсионной ракеты-носителя «Днепр». Оба надувных модуля имеют диаметр 2,5 м и длину 4,4 м, оба до сих пор находятся на околоземной орбите вы-



Роберт Бигелоу

В октябре 2017 г. Роберт Бигелоу объявил о планах создания надувной «космической гостиницы» на околоземной орбите до 2022 г. (исходно в качестве даты «сдачи объекта» назывался 2015 г.). С этой целью он тесно сотрудничает с компанией United Launch Alliance. Общая стоимость проекта оценивается в 2,3 млрд долларов. Бигелоу активно использует свои связи в американском сенате для продвижения программ по исследованию неопознанных летающих объектов. В интервью газете New York Times в декабре 2017 г. предприниматель заявил, что он «абсолютно убежден» в присутствии инопланетян среди нас.

сотой около 500 км, но телеметрия с них уже не принимается.

8 апреля 2016 г. с космодрома на мысе Канаверал стартовала ракета Falcon 9 Full Thrust с грузовым кораблем Dragon компании SpaceX (миссия снабжения CRS-8), в негерметичном отсеке которого находился Bigelow Expandable Activity Module (BEAM) — за его разработку и изготовление NASA заплатила компании Bigelow Aerospace 17,8 млн долларов. Двумя днями позже корабль прибыл на МКС, а 16 апреля BEAM был извлечен из грузового отсека и пристыкован к боковому порту модуля Tranquility американского сегмента орбиталь-

ного комплекса. Развертывание надувной конструкции началось 26 мая и происходило с отклонениями от плана, что вызвало несколько задержек. Однако спустя два дня оно было успешно завершено. 6 июня астронавт Джефф Уильямс (Jeff Williams) и космонавт Олег Скрипочка открыли переходной люк и стали первыми «посетителями» нового модуля. Они собрали образцы материалов и установили оборудование для научных экспериментов.

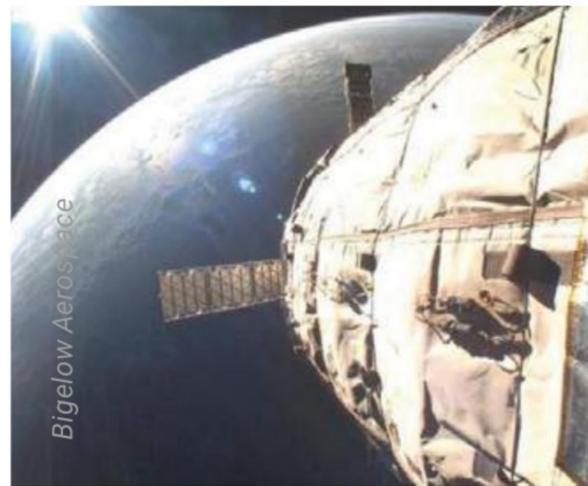
Изначально предполагалось, что BEAM отстыкует от МКС летом 2018 г., но по результатам тестов его состояние было признано удовлетворительным, и его решили оставить в составе орбитального комплекса до 2020 г. Длина модуля в развернутом состоянии — 4 м, диаметр — 3,2 м. Основной его задачей является исследование поведения конструкционных материалов в условиях космического пространства.

Согласно первоначальным планам, Бигелов собирался открыть первую частную космическую гостиницу в 2015 г. Она должна была состоять из пары жилых модулей,

стыковочного узла, солнечных батарей и транспортных пилотируемых кораблей. Но вовремя ввести отель в эксплуатацию не удалось, и сроки были сдвинуты на 2017 г. Однако и эта дата оказалась неподъемной. Сейчас в качестве даты открытия называется 2020 г., что тесно увязано с началом эксплуатации пилотируемых аппаратов Dragon V2 и CST-100 Starliner (которые разрабатываются соответственно компаниями SpaceX и Boeing). Да и сверхтяжелая ракета Илона Маска Falcon Heavy при запуске отдельных частей конструкции не помешала бы.

Как бы то ни было, космический отель, похоже, появится уже в обозримое время. Любопытно, чем займутся его первые постояльцы? Можно ли будет полет туда назвать «романтическим путешествием»? Да и наберутся ли желающие в том количестве, на которое рассчитывает Бигелов?

Впрочем, даже если предприятие и не окупится, оно станет новым и необычным делом для пилотируемой космонавтики, очередным шагом, который человечество сделает на пути освоения космоса.



▲ Модуль Genesis II, выведенный на околоземную орбиту 28 июня 2007 г., имеет длину 4,4 м и внутренний полезный объем 11,5 м³.

▼ Последовательные снимки, сделанные камерой на внешней поверхности МКС 28 мая 2016 г., демонстрируют развертывание экспериментального модуля BEAM.



Bigelow Aerospace, LLC

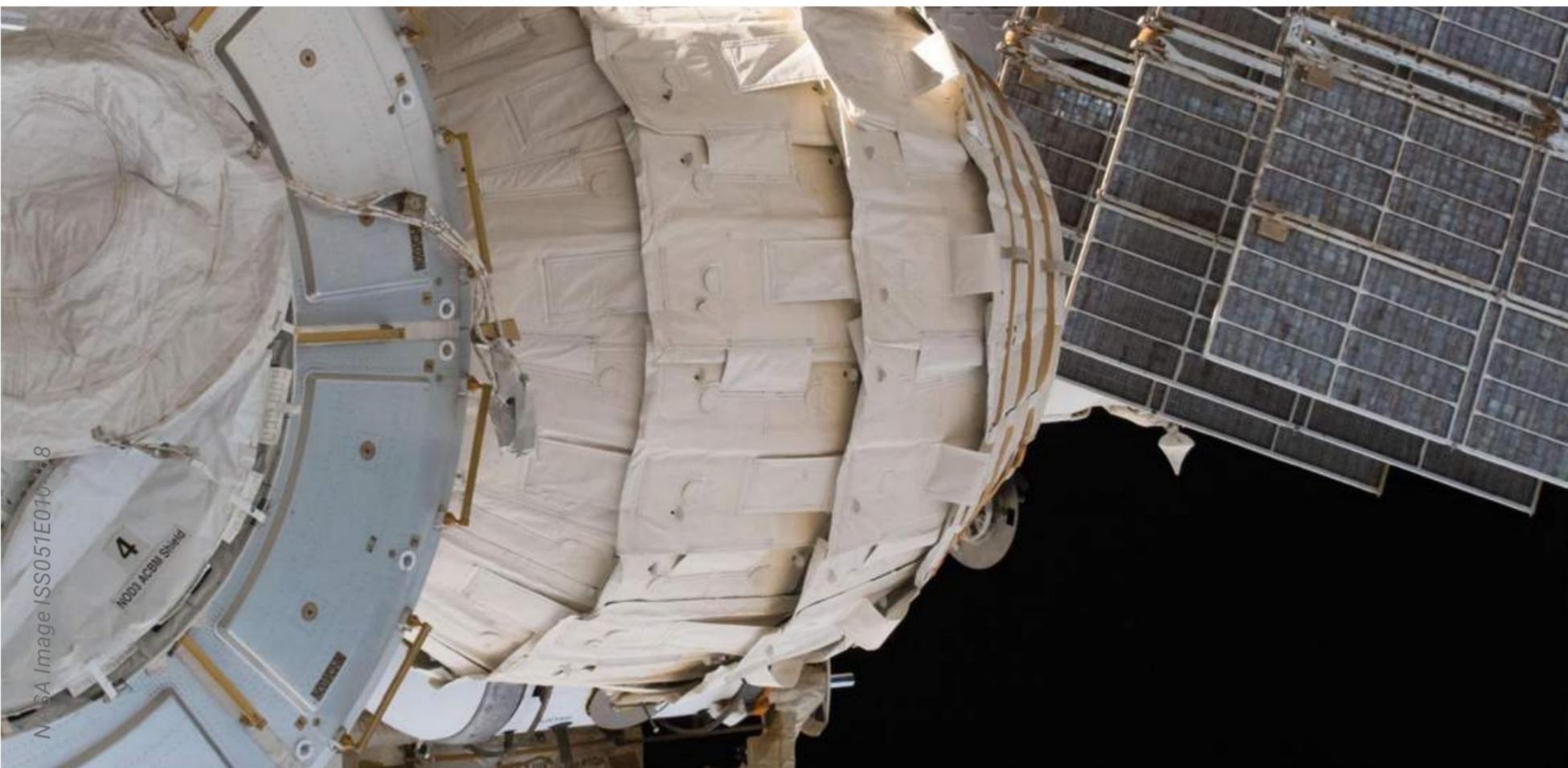
▲ Bigelow Expandable Activity Module (BEAM) — надувная капсула, созданная компанией Bigelow Aerospace и в апреле 2016 г. пристыкованная к МКС.





◀ Астронавт NASA Джефф Уильямс (Jeff Williams), бортинженер экспедиции МКС-47, следит за процессом разворачивания модуля BEAM. На переднем плане — космонавт ESA британец Тим Пик (Tim Peake).

▼ Нынешнее состояние модуля BEAM. Снимок сделан внешней камерой высокого разрешения EHDC2. В настоящее время модуль используется в качестве склада (там уложено почти полтонны расходных материалов и отработанного научного оборудования).



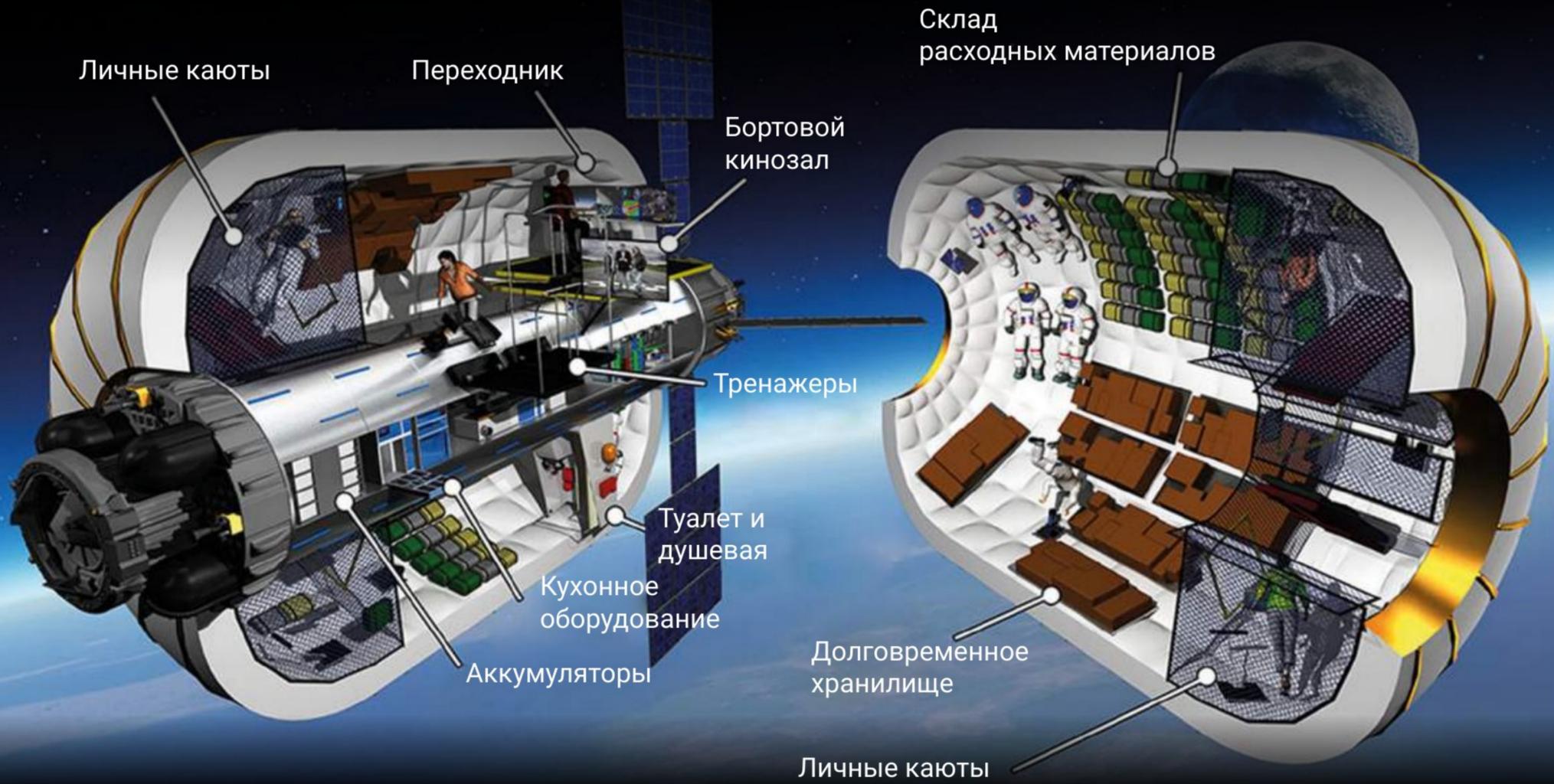
◀ Планы Bigelow Aerospace включают в себя сборку на околоземной орбите комплексов из нескольких надувных модулей с последующим предоставлением их на коммерческой основе заинтересованным компаниям и государственным организациям в качестве лабораторий или производственных площадей.

Когда в распоряжении NASA появятся более мощные носители, Bigelow Aerospace сможет выводить на орбиту более тяжелые и соответственно более вместительные конструкции. Их можно будет также запускать и на большее расстояние — например, обсуждается возможность создания исследовательской станции в точке Лагранжа L_1 системы «Земля-Луна».

Перспективный надувной обитаемый модуль Bigelow Aerospace B330 в разрезе. Эта конструкция может стать одним из ключевых элементов космической архитектуры MOBIUS. Число означает внутренний объем в кубометрах. По центру модуля должна находиться жесткая структура с системами энергоснабжения и жизнеобеспечения (на нее придется и его основная масса, достигающая 25 тонн), к которой будут пристыковываться остальные элементы орбитального комплекса. Существующий отсек американского сегмента МКС *Destiny* имеет объем 160

кубометров при массе 15 тонн.

11 апреля на 32-м Космическом симпозиуме в Колорадо Спрингс представители Bigelow Aerospace и United Launch Alliance объявили о том, что они собираются создать и вывести на околоземную орбиту первый коммерческий обитаемый модуль до 2020 г. Вероятнее всего, это будет очередной надувной отсек МКС. Для его запуска собираются использовать наиболее мощную версию носителя *Atlas V*.



Роберт Бигелу весьма оптимистично оценивает возможность строительства надувных жилых помещений на поверхностях небесных тел с разреженной атмосферой или вообще без нее — в первую очередь на Луне.

«Голубые штаны» частной космонавтики

Еще одно лицо частной космонавтики — богатейший человек планеты Джефф Безос. По данным журнала Forbes, его состояние в марте 2018 г. достигало 131 млрд долларов (это больше государственных бюджетов большинства стран Европы).

Будущий миллиардер родился в 1964 г. После окончания в 1987 г. Принстонского университета работал на Уолл-стрит в области компьютерной индустрии. Позже занимался созданием сетевого сервиса для международной торговли. В 1994 г. основал интернет-магазин Amazon.com, первоначальные инвестиции в который составили 300 тыс. долларов. Сайт заработал 16 июля 1995 г., хотя на тот момент его еще не «довели до ума»: к примеру, на нем можно было заказать отрицательное количество книг. Такая спешка объяснялась необходимостью опередить конкурентов. И это действительно удалось — свое фантастическое состояние Безос сделал именно на интернет-торговле, продолжая ежедневно и ежечасно его увеличивать.

8 сентября 2000 г. бизнесмен основал компанию Blue Origin со штаб-квартирой в городе Кент (штат Вашингтон, США). Основная цель ее деятельности — разработка одноступенчатой многоразовой суборбитальной ракеты для коммерческих запусков капсулы с «космическими туристами» за условную границу космоса, пролегающую на высоте 100 км (т.н. линия Кармана). Первый пуск экспериментальной ракеты Chalon, оснащенной авиационными турбореактивными двигателями, состоялся 5 марта 2005 г. на озере Мозес. Ракета поднялась на высоту 96 м и совершила управляемую посадку недалеко от места старта. После этого она была передана в Музей авиации города Сиэтл, где экспонируется до настоящего времени.

Первая ракета с реактивными двигателями, получившая название Goddard (в честь американского пионера ракетостроения), стартовала 13 ноября 2006 г. и поднялась на 85 м с последующей мягкой посадкой. Строго говоря, основной задачей ее пусков как раз и была отработ-

ка технологии посадки с использованием двигателей для гашения вертикальной скорости. Позже состоялось еще два ее полета (22 марта и 19 апреля 2007 г.). Далее в деятельности Blue Origin наступил четырехлетний перерыв, который потребовался для создания более мощной и совершенной версии носителя, получившей обозначение PM2 (традиционного имени ему не присвоили). Его первый успешный старт и мягкая посадка состоялись 6 мая 2011 г. При следующем испытательном пуске 24 августа 2011 г. ракета потерпела аварию.

В 2012 г. начались испытания компонентов системы New Shepard, имеющей в своем составе капсулу для экипажа (в частности, 19 октября был произведен тест системы аварийного спасения капсулы). 29 апреля 2015 г. впервые стартовал носитель New Shepard 1, работающий на топливной паре «жидкий водород — жидкий кислород». Он поднялся до высоты 93,5 км, где произошло отделение капсулы, которая совершила мягкую посадку на парашютах. Основной блок носителя посадить не удалось. С 23 ноября 2015 г. по 5 октября 2016 г. состоялось пять полетов модификации New Shepard 2, причем впервые в истории удалось пятикратно использовать одну и ту же ракету, впоследствии приземлившуюся на стартовой позиции. Все запуски производились со стартовой позиции Корн Рэнч в Западном Техасе. Капсула также все 5 раз успешно спускалась на парашютах.

12 декабря 2017 г. и 29 апреля 2018 г. были осуществлены пуски модификации New Shepard 3. В ходе второго из них достигнута высота 106 км, капсула впервые несла оборудование для суборбитальных экспериментов в условиях кратковременной невесомости.



Джефф Безос

Владелец интернет-магазина Amazon.com Джефф Безос вкладывает свои многомиллионные доходы в создание многоразового аппарата для суборбитального космического туризма и... гигантских ракет.

“ Все изобретатели и первооткрыватели — это эксперты с мышлением абсолютных новичков. Они не устают удивляться и искать новые пути даже там, где догматики уже проложили автобаны. Если вы делаете что-то интересное, у вас наверняка будут критики. Если вы абсолютно не переносите критику, просто не делайте ничего нового или интересного.

Джефф Безос — пожалуй, единственный представитель частной космонавтики, который не ищет деньги «на стороне» и не надеется на помощь сторонних инвесторов: у него хватает собственных средств, чтобы заниматься тем, что ему нравится. Вероятно, по этой причине работы ведутся неспешно и без стремления опередить конкурентов. Хотя миллиардеру часто удается и это. Blue Origin уже получила за



▲ Элементы многоразовой системы New Shepard в настоящее время интенсивно обрабатываются как в ходе наземных тестов, так и во время испытательных полетов без экипажа (наподобие показанного на этой фотографии). Тесты, в свою очередь, проводятся на стендах для прожига двигателей, вибрационных столах, в тепловых камерах. Обширная программа летных испытаний позволяет накопить большой опыт работы с новой ракетой в беспилотной версии, приближая момент, когда на ее борт, наконец, поднимутся космические путешественники.

◀ Система New Shepard состоит из полностью многоразовой ракетной ступени, способной осуществлять вертикальную посадку вблизи места старта с использованием маршевых двигателей и четырех посадочных опор, а также герметичной капсулы, которая отделяется в наивысшей точке траектории и совершает самостоятельный спуск на парашютах (ее также можно будет использовать повторно). Подъем происходит по вертикали и длится около двух с половиной минут.

выполнение определенных работ по контрактам с NASA более 25 млн долларов, однако основным источником ее финансирования (по некоторым оценкам, в последнее время оно ежегодно достигало миллиарда долларов) остаются прибыли интернет-магазина Amazon. К настоящему моменту, кроме успешных испытаний многоразовой ракеты New Shepard, предназначенной для суборбитальных полетов космических туристов, компания «отметилась» разработкой кислородно-метанового двигателя BE-4, который создается совместно с рядом двигателестроительных предприятий США и должен прийти на смену российскому РД-180, используемому на ракетах Atlas 5.

Еще более интересны проекты, находящиеся пока на начальных стадиях — ракета New Glenn, с помощью которой Безос намерен отправлять туристов на околоземную орбиту (в том числе и в отель Роберта Бигеллоу), и сверхтяжелый носитель New Armstrong для доставки грузов на Луну и Марс.



▼ Вид с максимальной высоты полета суборбитального аппарата New Shepard. Фотография получена с борта капсулы 2 апреля 2016 г.

▲ Капсула, устанавливаемая на верхушке 18-метровой ракеты, предназначена для транспортировки шести человек. При взлете они будут ощущать вибрации двигателей и примерно трехкратные перегрузки. После разгона до скорости более километра в секунду (втрое выше скорости звука) и выключения двигательной установки пассажиры на несколько минут окажутся в невесомости. Внутренний объем капсулы составляет 15 кубометров — это вдесятеро больше, чем у первых американских одноместных космических кораблей серии Mercury. Шесть больших иллюминаторов предоставят прекрасную возможность полюбоваться Землей с границы космоса.



◀ Во время первого испытания системы New Shepard 2 полет герметичной капсулы от момента старта до касания земной поверхности продлился 10 минут 19 секунд. Спуск происходил при помощи трех парашютов; непосредственно перед касанием включились двигатели мягкой посадки, снизив вертикальную скорость до полуметра в секунду. Максимальная достигнутая высота составила 100,5 км

► В недавних полетах ракеты New Shepard «участвовал» манекен Skywalker, занимавший одно из пассажирских кресел. Вмонтированные в него датчики не зарегистрировали критических нагрузок.



▲ 19 июня вице-президент Blue Origin Роб Мейерсон (Rob Meyerson) заявил, что суборбитальные полеты «космических туристов» на борту ракеты New Shepard начнутся «уже скоро» — во всяком случае, билеты на них появятся в продаже в следующем году. Цена одного билета пока не называлась. Однако первыми летательный аппарат опробуют сотрудники компании.

«Мы продолжаем стремиться к тому, чтобы сделать всю систему надежной, стабильной и готовой к [пилотируемому] полету, — сказал исполнительный директор компании Боб Смит (Bob Smith) в своем интервью, данном в апреле. — Как только мы все будем в этом полностью уверены, мы приступим к внутреннему обсуждению уровня цен и общего вида всего процесса». Не конкретизировал стоимость полета и сам Джефф Безос, когда его спросили об этом журналисты на конференции Национального космического общества по развитию международного сотрудничества, состоявшейся в Лос-Анджелесе 25 мая.

Такая скрытность сильно контрастирует с подходом компании Virgin Galactic, которая, фактически не располагая стабильно летающим космическим аппаратом, уже более десяти лет продает билеты на его рейсы и имеет почти 700 клиентов, как минимум внесших предоплату.



▼ New Glenn — двух- или трехступенчатая (в зависимости от модификации) тяжелая ракета, разрабатываемая компанией Blue Origin. Она будет стартовать с площадки LC-36 на мысе Канаверал и потенциально сможет выводить на низкие околоземные орбиты полезную нагрузку массой до 45 тонн. После отделения первой ступени предусмотрен ее управляемый спуск и посадка на плавучую платформу, находящуюся в океане в 650 км от берега. Двигатели ракеты должны работать на криогенной топливной паре «жидкий метан — жидкий кислород».



Нас не догонят...

Вероятно, самой яркой «звездой» на небосклоне частной космонавтики следует признать американского предпринимателя Илона Маска и его стартап SpaceX. За 15 лет он совершил то, что еще совсем недавно казалось невозможным — фактически вытеснил с рынка пусковых услуг Россию. А сейчас он «покушается» на позиции других участников космической деятельности. Многие проекты Маска, разработка которых только началась, вообще находятся за гранью реальности. Но, тем не менее, они имеют все шансы воплотиться в жизнь.

Илон Маск родился 28 июня 1971 г. в Претории (ЮАР) в семье инженера Эррола Маска и его жены, канадской фотомодели Мэй Маск. Мальчик рос замкнутым, любил чтение, имел фотографическую память, поэтому, прочитав два комплекта энциклопедий, стал «всезнайкой», что не прибавило ему популярности. В школе его часто обижали и даже били.

После того, как родители развелись, мать уехала с детьми в Дурбан, но через пару лет Илон решил жить с отцом, к которому впоследствии перебрался и его брат Кимбал. Эррол — тяжелый, требовательный человек, и уживаться с ним было нелегко, но мальчики многому у него научились. Они приходили к нему на работу класть кирпичные стены, устанавливали сантехнику, подгоняли оконные рамы и прокладывали электропроводку.

В возрасте десяти лет Илон получил в подарок свой первый компьютер Commodore VIC-20 и научился на нем программировать. В двенадцатилетнем возрасте он продал за 500 долларов свою первую программу — видеоигру в стиле Space Invaders под названием «Бластер», в которой игрок обстреливал ряды инопланетян из лазерной пушки.

Деньги, вырученные от продажи видеоигры, Маск вложил в акции фармацевтической компании, за которой следил через газеты. Они принесли ему несколько тысяч долларов дохода. На эти деньги он, вопреки протестам родителей, уехал в Канаду. В 1992 г. он переехал в США и поступил в Университет Пенсильвании, но обучение не закончил.

В 1995 г. Маск со своим братом основал компанию Zip2, которая специализировалась на программном обеспечении для новостных сервисов. В 1999 г. она была приобретена компьютерным гигантом Compaq за 308 млн долларов. Предприниматель получил 7% от суммы продажи (22 млн долларов). В марте 1999 г. он стал одним из основателей компании X.com. В 2000 г. она слилась с фирмой Confinity, одно из отделений которой имело название PayPal. Обе компании (X.com и PayPal) занимались реализацией персональных денежных переводов посредством электронной почты, и целью сделки было слияние обеих платежных систем. Однако на самом деле этого не произошло. Маск решительно выступал за бренд X.com вместо PayPal, что вызвало внутрикорпоративные разногласия, закончившиеся в итоге его отставкой по решению Совета директоров. Тем не менее, стратегическое решение о слиянии двух компаний, наряду с активным продвижением электронной системы оплаты на интернет-аукционах (в первую очередь eBay), привело в 2001 г. к быстрому росту предприятия, вскоре



Илон Маск

Основатель и руководитель компании SpaceX, созданной с целью максимально снизить стоимость космических стартов и сделать полеты в космос более доступными. Этот предприниматель настолько успешен в достижении поставленных целей, что даже самые безнадежные скептики допускают: поселения на Марсе, еще недавно бывшие одной из безумных идей Маска, быстро превращаются во вполне осуществимый проект, особенно если принимать во внимание не только сегодняшний уровень технологий, но и динамику их развития в ближайшие годы.

“ За четыре миллиарда лет земной истории произошло не более полдюжины действительно важных событий: появление одноклеточных организмов, появление многоклеточных организмов, разделение на царство животных и царство растений, выход жизни из воды на сушу, развитие млекопитающих и возникновение сознания. Следующим большим шагом должен стать переход жизни на межпланетный уровень — беспрецедентное предприятие, которое драматически изменит нас и обогатит.

окончательно переименованного в PayPal. В октябре 2002 г. его приобрела eBay за полтора миллиарда долларов. На момент продажи Маску принадлежали 11,7% акций компании, что позволило ему выручить 180 млн долларов.

Солидная часть этих средств была вложена в стартап SpaceX, который предприниматель создал в мае 2002 г., занявшись проблемами освоения космоса. По утверждению самого Маска, большое влияние на принятие такого решения оказал цикл научно-фантастических романов «Основание» и взгляды писателя-фантаста Айзека Азимова на космическую экспансию как фактор развития и сохранения человеческой цивилизации.

Илон Маск утверждает, что заселение нескольких планет может послужить защитой от угрозы исчезновения человечества. Он не единственный, кто проповедует такие взгляды — скончавшийся недавно британский астрофизик Стивен Хокинг (Stephen Hawking) придерживался аналогичной точки зрения.

В ряду частных космических компаний детище Илона Маска

SpaceX хронологически значится третьим. Дата ее учреждения — 6 мая 2002 г., в качестве места для штаб-квартиры был выбран городок Хоторн в штате Калифорния. Главной задачей новой компании изначально стало выведение полезной нагрузки на околоземные орбиты (а в перспективе — на межпланетные траектории) при минимальной возможной стоимости пусковых услуг. Удешевления предполагалось достичь благодаря сокращению предстартовых операций, многократному использованию как можно большего числа компонентов ракеты-носителя, а также ее заправке наиболее дешевым из всех имеющихся ракетных топлив — керосином и жидким кислородом.

В успех Маска долго не верили, полагая, что очень скоро его компания разорится, а экстравагантный миллионер «пойдет по миру». Действительно, поначалу дела у него шли так себе. Пусковая деятельность компании SpaceX началась с одноразовой легкой двухступенчатой ракеты Falcon 1, высота которой составляла 21,3 м, диаметр — 1,7 м, а стартовая масса — 38 555 кг; заявленная полез-



▲ 8 декабря 2010 г. со стартовой позиции LC-40 космодрома на мысе Канаверал в космос отправился первый в истории частный космический корабль Dragon, разработанный и изготовленный компанией SpaceX. После его успешной посадки стало очевидным, что негосударственные компании могут запускать на околоземную орбиту тяжелые аппараты и возвращать их на Землю.



◀ Грузовой корабль Dragon приближается к МКС в ходе первого демонстрационного полета, начавшегося 22 мая 2012 г. Его стыковкой с орбитальным комплексом руководили специалисты наземного центра управления, а также участники экспедиции МКС-31 Дон Петтит и Андре Куйперс (Don Pettit, Andre Kuipers). 25 мая в 13 часов 56 минут по всемирному времени корабль был захвачен роботизированным манипулятором Canadarm2 и через два часа пристыкован к надирному порту модуля Harmony американского сегмента станции. Он стал первым частным космическим аппаратом, состыковавшимся с МКС. Перед этим ее снабжение осуществлялось с помощью российских беспилотных кораблей «Прогресс» (эксплуатируются до сих пор), европейских ATV (до 29 июля 2014 г.) и японских HTV (до конца 2016 г.). Сейчас грузы на станцию доставляют также частные «грузовики» Cygnus компании Orbital ATK. Доставка на орбиту и возвращение на Землю космонавтов и астронавтов производится исключительно кораблями «Союз». Другими средствами, разрабатываемыми в настоящее время, это удастся осуществить, вероятнее всего, не ранее 2020 г.

В составе орбитального комплекса первый Dragon пробыл всего 10 дней, после чего отстыковался, а его капсула совершила мягкую посадку в Тихом океане, в 900 км от побережья Калифорнии.

Первая успешная посадка ступени носителя Falcon 9 на автономную платформу в Атлантическом океане, состоявшаяся 8 апреля 2016 г. В ходе этого запуска ракета отправила на околоземную орбиту грузовой корабль Dragon в рамках миссии снабжения CRS-8. Ступень была использована вторично (впервые в практике космических стартов) при очередном запуске SpaceX с космодрома на мысе Канаверал, произведенном 30 марта 2017 г.



ная нагрузка, выводимая на низкую околоземную орбиту (НОО), могла достигать 670 кг. Всего стартовало пять таких ракет. Три пуска подряд (24 марта 2006 г., 21 марта 2007 г., 3 августа 2008 г.) оказались неудачными. При первом из них был потерян секретный спутник агентства оборонных исследований DARPA, при третьем — 4 наноспутника NASA, Минобороны США и компании Celestis, осуществляющей космические захоронения. Наконец, 28 сентября 2008 г. частному носителю впервые в истории удалось доставить на орбиту с перигеем 617 км и апогеем 635 км демонстрационный аппарат Ratsat весом 165 кг. Пятый полет Falcon 1 — также успешный — стал ее последним и единственным коммерческим пуском. Он был произведен 14 июля 2009 г., полезной нагрузкой являлся 180-килограммовый малазийский спутник дистанционного зондирования Земли RazakSAT. Все старты осуществлялись с атолла Омелек в приэкваториальной части Тихого океана, административно относящегося к Республике Маршалловых Островов (там расположен ракетный полигон, арендуемый Минобороны США). Их целью была главным образом отработка двигательной установки, авионики и наземного оборудования.

Денег, выплаченных за последний пуск Falcon 1, явно не хватало на осуществление дальнейших планов Маска. Ему пришлось истратить почти все имевшиеся средства, чтобы приступить к созданию следующего носителя — Falcon 9. Опыт, полученный в ходе предыдущих попыток, не пропал даром: первый же старт новой ракеты был успешным. Он состоялся 4 июня 2010 г. и продемонстрировал ее полную работоспособность.

Falcon 9 надолго стала главной «рабочей лошадкой» компании SpaceX. Ее высота в различных модификациях составляет от 55 до 70 м, диаметр — 3,7 м, стартовая масса — от 333 до 550 тонн. В версии v1.0 она может выводить на низкие околоземные орбиты свыше 10 тонн полезной нагрузки, в версии Full Thrust — 22,8 тонн. Уже в ходе второго полета (8 декабря 2010 г.) этот носитель доставил

на опорную орбиту экспериментальную капсулу беспилотного грузового корабля Dragon, также разработанную и изготовленную компанией Илона Маска. Капсула совершила два витка вокруг Земли и успешно приводнилась в Тихом океане, юго-западнее побережья Калифорнии.

Предложенный вариант «космического грузовика» понравился Национальной аэрокосмической администрации США (NASA), и она заключила со SpaceX контракт на 15 стартов. Это «финансовое влияние» очень помогло компании. Появились средства для совершенствования Falcon 9 с целью снижения затрат на пусковые услуги.

Именно этого и добивается Илон Маск с самого начала своей деятельности. Дешевизна доставки грузов на орбиту позволила ему в короткий срок заключить десятки контрактов. Интенсивность пусков стала постепенно расти — правда, не так быстро, как хотелось бы. 25 мая 2012 г. Dragon впервые пристыковался к Международной космической станции и доставил на нее 450 кг расходных материалов. 8 октября того же года этот корабль осуществил первую миссию снабжения орбитального комплекса по контракту с NASA. Всего таких миссий уже состоялось 14 (в т.ч. одна неудачная, завершившаяся аварией носителя на участке выведения) из 20 запланированных. В январе 2016 г. SpaceX выиграла контракт на обслуживание МКС в рамках второй фазы программы CRS (2019-2024 гг.).

Тем временем предприниматель продолжал осваивать новые виды пусковой деятельности. 3 декабря 2013 г. с помощью его ракеты состоялся первый запуск спутников на геостационарную орбиту. 18 апреля 2014 г. начаты эксперименты по возврату отработанной первой ступени носителя. 11 февраля 2015 г. Falcon 9 доставил космический аппарат DSCOVR в точку Лагранжа L_1 системы «Земля-Солнце», расположенную в 1,5 млн км от нашей планеты. 22 декабря 2015 г. в ходе 20-го запуска носителя были проведены первые испытания модификации Full Thrust (Falcon 9 FT), а также впервые удалось посадить использованную ступень на специально

отведенную площадку на мысе Канаверал. Наконец, 8 апреля 2016 г. произведена успешная посадка отработанной ступени на плавучую платформу Of Course I Still Love You в Атлантическом океане.

С 19 февраля 2017 г. часть стартов компании SpaceX производится с комплекса LC-39A, откуда до 2011 г. уходили в космос американские шаттлы, а еще раньше — осуществлялись пуски Saturn V в рамках лунной программы США. 30 марта 2017 г. состоялся первый запуск Falcon 9 с уже летавшей первой ступенью, а 15 декабря того же года была вторично использована капсула Dragon, ранее участвовавшая в миссии снабжения CRS-6 (14 апреля 2015 г.). По состоянию на 31 мая 2018 г. ракеты этого типа 55 раз стартовали с мыса Канаверал и базы Ванденберг, при этом неудачным оказался единственный пуск — 28 июня 2015 г., в день 44-летия Илона Маска. Еще один Falcon 9 взорвался 1 сентября 2016 г. на пусковом комплексе во время предстартовой подготовки. В целом носители этого типа показали себя весьма надежными, а низкая стоимость одиночного запуска обеспечила им прочные позиции на рынке пусковых услуг.

Последнее на данный момент достижение SpaceX — тяжелый носитель Falcon Heavy — успешно стартовал 6 февраля 2018 г. За полетом наблюдало свыше сотни тысяч людей, специально съехавшихся на мыс Канаверал, и еще более 2 млн смотрели трансляцию пуска в сети Интернет. В качестве демонстрационной полезной нагрузки был использован электромобиль Tesla Roadster, изготовленный на одном из предприятий Илона Маска, с манекеном Starman. Разгонный блок носителя вывел его на межпланетную траекторию с афелием вблизи марсианской орбиты. Отработанные боковые ускорители (представляющие собой две первых ступени Falcon 9) совершили мягкую посадку на стандартной площадке на территории космодрома, но центральный блок посадить на плавучую платформу не удалось: вместо трех двигателей на нем работал только один, поэтому спуск происходил слишком быстро и завершился падением в океан.



▼ После старта ракеты Falcon Heavy ее отработанные боковые ускорители (фактически представляющие собой первые ступени носителя Falcon 9) почти синхронно совершили мягкую посадку в 300 м друг от друга в специально отведенной для этого зоне космодрома на мысе Канаверал. Центральный блок при посадке не смог включить все три двигателя в режиме торможения (работал только один из них) и упал в Атлантический океан недалеко от ожидавшей его автономной плавучей платформы.

▲ Последний впечатляющий успех компании SpaceX — запуск тяжелой ракеты Falcon Heavy, состоявшийся 6 февраля 2018 г. с «шаттловского» пускового комплекса LC-39A Космического центра им. Кеннеди на мысе Канаверал.





Высота Falcon Heavy достигает 70 м, ширина — 12,2 м (центральный блок с боковыми ускорителями диаметром 3,7 м), стартовая масса равна 1420 тонн. Ракета сможет доставлять на низкую околоземную орбиту полезную нагрузку массой до 64 тонн. Согласно далекому идущим планам главы SpaceX, она должна использоваться для выведения тяжелых спутников на ГСО и отправки грузовых кораблей к Марсу. Несмотря на то, что новый носитель пока совершил лишь один успешный полет, в конце июня компания Илона Маска получила 130-миллионный контракт на запуск с его помощью секретной полезной нагрузки в интересах Военно-воздушных сил США.

Сегодня SpaceX — одна из ведущих компаний в ракетно-космической отрасли. Ее капитализация приблизилась к 25 млрд долларов, что позволяет Маску озвучивать и реализовывать самые захватывающие космические проекты современности. На подходе — пилотируемый корабль Dragon V2 (его летные испытания должны начаться в конце 2018 г.), на стадии изготовления находится сверхтяжелая ракета Big Falcon Rocket. С

▲ Возможный вид пилотируемого корабля Crew Dragon (Dragon V2) компании SpaceX — космического аппарата нового поколения, разрабатываемого для доставки экипажей на МКС и полетов за пределы низких околоземных орбит. Он сможет брать на борт до семи астронавтов и будет оборудован реактивными двигателями мягкой посадки, позволяющими ему безопасно приземляться почти в любой точке планеты (а также совершать посадку на Луну и Марс). Капсулу корабля собираются сделать многоразовой.

2015 г. компания также участвует в финансировании некоммерческого центра по исследованию искусственного интеллекта OpenAI. В 2018 г., по оценкам журнала Forbes, состояние Илона Маска достигло 19,9 млрд долларов. А в голове предпринимателя уже «роятся» мысли о базах на Луне и Марсе, полетах в дальний космос, терраформировании Красной планеты... И ведь кое-что из этого фантастического списка он вполне способен реализовать!

Но самое главное, что сделал Маск — возродил интерес людей к космическим полетам. До его прихода в космонавтику стало как-то забываться, что мы не просто биологический вид, коих много на Земле, а галактическая раса. И мы неизбежно должны расширять ареал своего обитания. С эксцентричным южноафриканским канадо-американцем дело в этом направлении пошло гораздо быстрее.



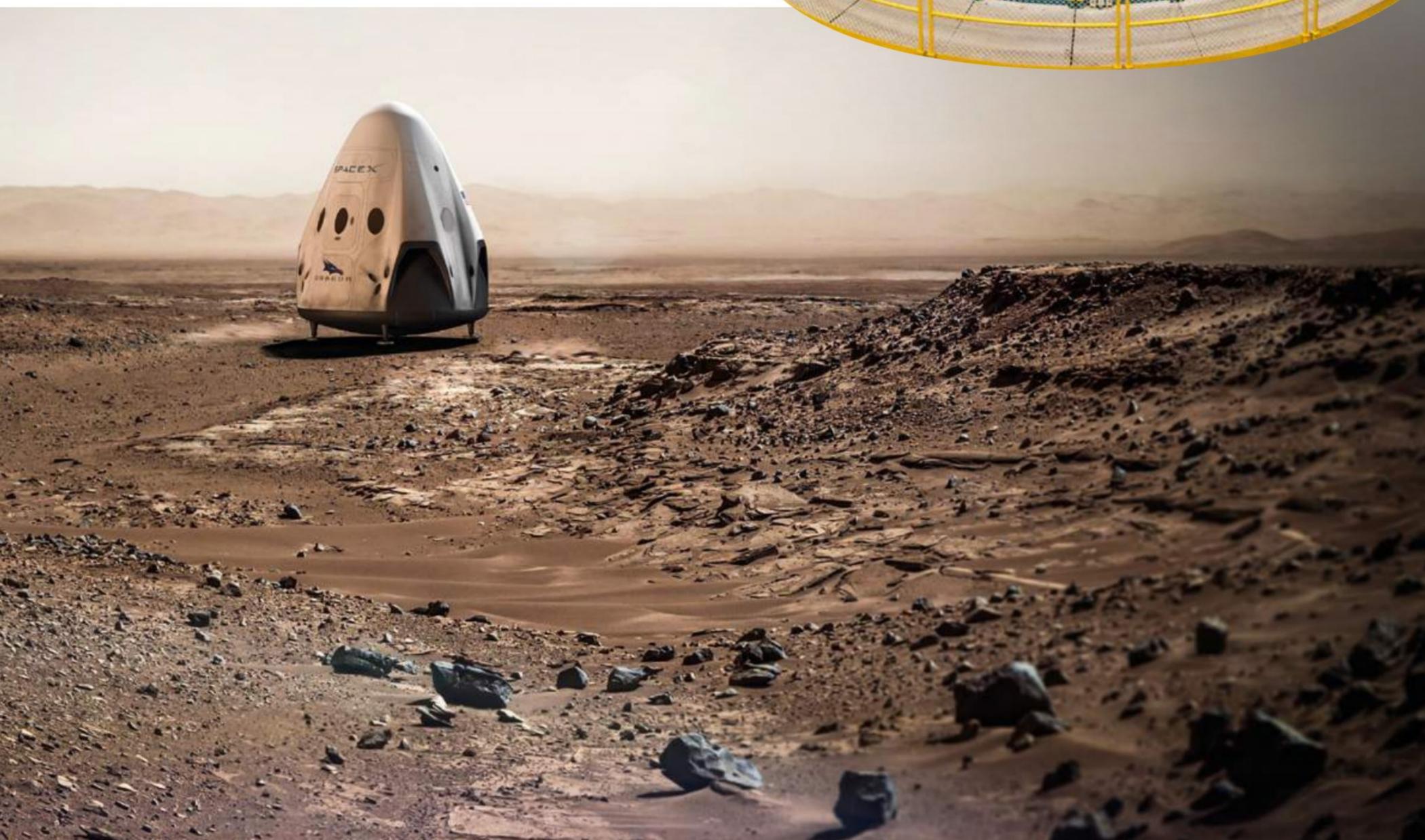


▼ Интерьер капсулы корабля Crew Dragon. Версия, показанная здесь, предназначена для транспортировки на МКС пяти членов экипажа и двух грузовых контейнеров



► Этот снимок был сделан 13 июня 2018 г. на испытательной станции NASA в Сэндаски (штат Огайо). Здесь пилотируемая версия корабля Dragon компании SpaceX будет проходить испытания перед своим первым космическим полетом, который — пока без экипажа — может состояться уже во второй половине текущего года. Конструктивно этот аппарат сильно отличается от всех ранее летавших или эксплуатируемых в наше время пилотируемых кораблей. Предполагается, что он сможет брать на борт до семи астронавтов — такой же была вместимость американских «космических челноков», совершавших полеты с 1981 г. по 2011 г. Его запуски будут производиться из Космического центра им. Кеннеди в штате Флорида с помощью носителя Falcon 9.

▼ Предполагаемый вид капсулы пилотируемого корабля Dragon после посадки на Марс.



«Белый рыцарь» Галактики

Большинство ярких личностей на «небосклоне» частной космонавтики родились или живут в США. Пожалуй, редким исключением является сэр Ричард Брэнсон — один из самых богатых жителей Великобритании с состоянием более 5 млрд долларов. Родился он в 1950 г. в лондонском районе Блэкхет в семье адвоката Эдварда Джеймса Брэнсона. Его дед сэр Джордж Артур Харвин Брэнсон был судьей Высшего суда и членом Тайного совета.

Уже в детстве у Ричарда проснулась предпринимательская жилка. Известны две его затеи, в то время потерпевшие неудачу: выращивание рождественских елей и разведение волнистых попугайчиков. В 16 лет он оставил школу и переехал в Лондон, где организовал свой первый успешный бизнес — журнал «Студент», для которого несколько иллюстраций сделал знаменитый художник Джеральд Скарф (Gerald Scarfe). В журнале, кроме прочего, бесплатно печатались Джон Леннон, Мик Джаггер и некоторые другие звезды.

В 1984 г. Ричард Брэнсон создал свою первую авиакомпанию Virgin Atlantic Airways, а в 1997 г. занялся железнодорожным бизнесом. Не все и не всегда у него складывалось хорошо. Компании терпели убытки, разорялись, несколько раз предприниматель оказывался в центре скандалов. Но всегда оставался на плаву и лишь приумножал свои капиталы.

В 2004 г. на волне всеобщего интереса к суборбитальному космическому туризму Брэнсон решил взяться и за него. Его новая компания Virgin Galactic, которая, кстати, финансировалась также сооснователем Microsoft Полом Алленом (Paul Allen), заказала фирме Scaled Composites разработку ракетоплана для коммерческого использования. За ней, в свою очередь, уже числился впечатляющий успех: изготовленный ею космолан SpaceShipOne, пилотируемый южноафриканцем Майком Мелвиллом (Mike Melvill), впервые «взял» заветную высоту в 100 км, считающуюся условной границей космического пространства.

Scaled Composites была основана еще в 1982 г. американским аэро-

космическим инженером Элбертом Рутаном (Elbert Leander Rutan). Местом ее базирования стал калифорнийский городок Мохаве, расположенный неподалеку от одноименной пустыни — весьма удобного места для различных видов летных испытаний. Компания занималась, в частности, созданием сверхлегких самолетов (один из них, получивший название Voyager, в конце 1986 г. совершил первый в истории кругосветный перелет без остановок и дозаправок). В начале XXI века Рутан взялся за конструирование сверхзвуковых аппаратов, запускаемых с борта самолета-носителя. В апреле 2003 г. было объявлено об участии Scaled Composites в конкурсе X-Prize (позже Ansari X-Prize) с призовым фондом 10 млн долларов, которые предполагалось выплатить негосударственной фирме либо организации, сумевшей на протяжении двух недель организовать 2 полета многократного пилотируемого аппарата на высоту более 100 км. Практически все необходимое для победы у компании уже имелось: она располагала базовым самолетом «Белый рыцарь» (WhiteKnightOne) и активно производила летные испытания космолана SpaceShipOne, на тот момент еще без включения бортовых двигателей.

Два «зачетных» полета состоялись 29 сентября и 4 октября 2004 г. В первом из них участвовал уже упомянутый Майк Мелвилл, в ходе второго космоланом управлял бывший пилот ВВС США Брайан Бинни (Brian Binnie), поднявшийся на высоту 112 км. Посадка осуществлялась на полосу аэродрома Мохаве, позже получившего официальный



Сэр Ричард Чарльз
Николас Брэнсон

Британский предприниматель, основатель корпорации Virgin Group, включающей в себя около 400 компаний различного профиля. Один из самых богатых жителей Великобритании с состоянием около 4 млрд фунтов стерлингов.

“ Если каждый день делать маленький шаг к решению проблемы, видя при этом целостную картину, вы будете двигаться в правильном направлении и сможете избежать любого несчастья.

статус «аэрокосмического порта» (Mojave Air and Space Port).

В том же году на базе активов Ричарда Брэнсона была создана компания Virgin Galactic как подразделение Virgin Group, имеющее целью разработку суборбитального аппарата для коммерческих рейсов за границу атмосферы. Совместное предприятие со Scaled Composites, основанное в 2005 г., получило название The Spaceship Company (TSC) и сразу занялось конструированием

усовершенствованных модификаций самолета-носителя и космолана — WhiteKnightTwo и SpaceShipTwo (последний получил собственное имя Enterprise в честь звездолета из сериала «Звездный путь»). Первый полет нового носителя состоялся 21 декабря 2008 г., 10 октября 2010 г. он уже взлетел с космоланом, который отделился от него на высоте 13,7 км и в течение 13 минут планировал без включения двигателей. После 24 таких полетов 29 апреля 2013 г. SS Enterprise впервые включил бортовые двигатели, поднявшись до высоты 17 км и разогнавшись до скорости в 1,2 раза больше скорости звука. 31 октября 2014 г. из-за несвоевременного разворачивания стабилизатора хвостового оперения космолан потерпел аварию, в которой погиб второй пилот Майкл Олсбери (Michael Alsbury); первый пилот Питер Зиболд (Peter Siebold) получил серьезные травмы.

Новый экземпляр SpaceShipTwo,

сконструированный с учетом результатов предыдущих тестов, был представлен публике 19 февраля 2016 г. и совершил первый самостоятельный планирующий полет 3 декабря того же года. Он рассчитан на транспортировку восьми человек — шестерых пассажиров и двух пилотов. По желанию Стивена Хокинга ему присвоили имя Unity.

Все самолеты WhiteKnight имеют двухфюзеляжную схему и оснащены стандартными турбореактивными двигателями Pratt&Whitney 308. Ракетный двигатель космолана работает на весьма оригинальной топливной паре: в качестве окислителя он использует закись азота N_2O , в качестве горючего — гранулированный низкомолекулярный полимер на основе бутадиена (разновидность синтетического каучука).

Согласно первоначальным планам, уже в 2009 г. должны были начаться «прыжки» за условную гра-

ницу атмосферы с «космическими туристами» на борту. Стартовала рекламная кампания по продаже билетов стоимостью 200 тыс. долларов. Однако в означенное время полеты не начались: слишком сложно оказалось обеспечить безопасность потенциальных пассажиров, среди которых имеется немало звезд и просто состоятельных людей. Поэтому сроки начала массового космического туризма ежегодно отодвигались. Сейчас есть основания думать, что полетов ракетоплана можно ожидать в конце 2018 г. Но нет никакой гарантии, что именно так и случится.

Пока все ждали исторических стартов Virgin Galactic, Брэнсон «влезал» во все новые и новые начинания. В 2007 г. он увлекся идеей создания дешевого топлива для автомобилей и самолетов в качестве «ответа на глобальное потепление». Спустя пару лет его заинтересовал широкополосный доступ в Интернет и услуги телефонии. Затем в сфере внимания предпринимателя оказались футбол и автомобильные гонки. Часто в средствах массовой информации его называют «лидером трансформаций», акцентируя внимание на его неформальном под-

▼ «Белый рыцарь» с космоланом SpaceShipOne

Космолан SpaceShipOne, пилотируемый Майком Мелвиллом (Mike Melvill), стал первым в истории частным летательным аппаратом, вышедшим за границу атмосферы, открыв, таким образом, эру негосударственной космонавтики. Тогда, в 2004 г., многим казалось, что коммерческие космические рейсы с пассажирами начнутся уже в ближайшее время. Тем не менее, после двух «зачетных» полетов в рамках кампании Ansari X-Prize SpaceShipOne был списан и передан в Национальный аэрокосмический музей в Вашингтоне. По состоянию на данный момент больше не проведено ни одного пилотируемого суборбитального полета.





▲ Самолет-носитель Virgin Mothership Eve (VMS Eve) 8 сентября 2016 г. впервые поднялся в воздух с космоланом Virgin Spaceship Unity (VSS Unity). Полет происходил над калифорнийской пустыней Мохаве.

ходе к любому делу, которое его интересует в тот или иной момент.

Несмотря на столь широкий спектр интересов, Ричард Брэнсон остается одним из главных лиц аэрокосмической отрасли. А если в ближайшее время начнется эксплуатация его ракетоплана (кстати, миллиардер намерен стать его первым пассажиром) — он серьезно укрепит свое положение на космическом небосводе.

...Тем временем 31 мая 2017 г. на аэродроме Мохаве состоялась презентация самолета-носителя Stratolaunch, также созданного компанией Scaled Composites благодаря финансовой поддержке Пола Аллена. Этот аппарат имеет рекордный в истории авиации размах крыльев — 117 м. Предполагается, что он сможет поднять до 230 тонн груза и будет играть роль воздушной стартовой платформы для легких ракет типа Pegasus, способных выводить на низкие орбиты небольшие спутники. А двумя месяцами ранее (2 марта) Брэнсоном в Калифорнии была зарегистрирована компания Virgin Orbit, главной задачей которой заявлено предоставление услуг по запуску на солнечно-синхронные орбиты аппаратов массой до 300 кг. В качестве

«воздушного космодрома» должен использоваться самолет Boeing 747-41R, получивший собственное имя Cosmic Girl (ранее он эксплуатировался как пассажирский авиалайнер компании Virgin Atlantic). С него будет стартовать двухступенчатый носитель Mark II LauncherOne, работающий на керосине и жидком кислороде. Его первый испытательный полет намечен на август текущего года.

▼ 3 декабря 2016 г. космолан VSS Unity впервые совершил свободный полет после отделения от носителя VMS Eve. Его первый полет со включением бортового двигателя состоялся 5 апреля 2018 г.





▼ Первый старт ракеты LauncherOne с экспериментальным космическим аппаратом анонсирован на август текущего года. В настоящее время ведутся ее активные испытания в связке с самолетом-носителем. На 23 июля запланирован первый тест с отделением ракеты. Главная цель проекта — максимально удешевить и сделать более доступными запуски малых спутников, которые сейчас в основном выводятся на низкие орбиты в качестве «попутной» полезной нагрузки при запусках более тяжелых аппаратов.

▲ Внешний вид самолета-носителя Boeing747-400 «Cosmic Girl» компании Virgin Orbit, с которого будут производиться запуски ракеты LauncherOne.



► Ракеты-носители для проекта Stratolaunch, финансируемого Полом Алленом, создает компания Orbital Sciences (в настоящее время она является подразделением корпорации Northrop Grumman).

Конечно же, в негосударственной космонавтике за последнее время появилось множество других лиц — пусть и не столь ярких, как те, о ком было рассказано выше. Они тоже делают многое для того, чтобы облегчить человечеству покорение очередных космических высот. И, судя по всему, вскоре в этой отрасли появятся новые «герои», которые оставят свой след на дороге к звездам. ■



МИНИ РАКЕТЫ ДЛЯ РАКЕТЫ нано СПУТНИКОВ

РЕДАКЦИОННЫЙ ОБЗОР



В последние несколько лет словосочетание «малые ракеты» стало, можно сказать, аэрокосмическим трендом. Сейчас в мире наблюдается настоящий бум частных космических стартапов, бросивших все свои силы на разработку легких и сверхлегких ракет. Счет им идет уже на десятки, и каждый из них — участник процесса, грозящего вылиться в настоящую революцию в космонавтике.

Но что послужило причиной такого бума? Ведь на первый взгляд идея использования сверхлегких ракет не имеет особого экономического смысла. Зачем платить 5 млн долларов за запуск носителя, который может доставить в космос пару сотен килограмм груза, когда условный Falcon 9, способный вывести на низкую околоземную орбиту свыше 20 тонн, стоит порядка 60 млн?

Однако заказчики часто выбирают сверхлегкие носители, даже несмотря на их «удельную» дороговизну. Главная причина — меньший срок ожидания запуска. Небольшие грузы на мощных ракетах летают в космос лишь в качестве «попутчиков», поэтому владельцу спутника приходится ждать, пока под его нагрузку появится подходящий носитель со свободным местом. Ожидание может растянуться на несколько лет. В течение всего этого времени, как правило, необходимо оплачивать хранение аппарата, что нередко выливается в весьма значительные суммы. Выбор небольшой специализированной ракеты позволяет избавиться от этой проблемы.

Также нужно учитывать, что многие наноспутники являются экспериментальными аппаратами, предназначенными для отработки новых технологий. Чем раньше состоится запуск — тем быстрее будут получены важные данные, способные определить дальнейшее направление деятельности компании. Порой из-за длительного ожидания необходимость в запуске спутника может в принципе отпасть, поскольку потеряет актуальность его техническая «начинка».

Вторым фактором является более широкий выбор возможных орбит. При попутном запуске он, по сути, ограничен орбитой основной нагрузки. Небольшой носитель позволяет выбрать более подходящую траекторию, на которой потенциал космического аппарата будет реализован наилучшим образом.

Третий важный фактор — независимость от «прихотей» оператора пусковых услуг. Как правило, большие спутники стоят намного дороже, чем сама ракета. При добавлении попутной нагрузки специалисты, отвечающие за подготовку пуска, предпочитают максимально перестраховаться. При возникновении даже малейшего опасения, что малый груз может как-то повредить основной, пусковой оператор, скорее всего, попросту откажется от него или же потребует внести серьезные изменения в конструкцию.

Четвертым преимуществом малых носителей должна стать частота запусков. Многие их разработчики обещают, что смогут осуществлять старты с очень небольшими интервалами — идеальный вариант для заказчиков, которым нужно как можно скорее провести тесты серии аппаратов. Порой производителям выгоднее переплатить за срочный пуск, чем останавливать производство в ожидании полета предыдущей модификации.

Опция быстрого запуска также весьма интересна военным. Современные армии очень сильно зависят от спутников, ставших привлекательной мишенью для пер-

вого удара. Если вывести космические аппараты противника из строя, можно серьезно ограничить его коммуникационные и навигационные возможности, а также способность отслеживать перемещение вражеских войск. В этих условиях наличие надежного носителя, который мог бы осуществлять регулярные ежедневные запуски спутников на замену переставшим функционировать, становится стратегическим фактором, серьезно влияющим на исход потенциального конфликта.

Неудивительно, что агентство перспективных оборонных разработок США (DARPA) недавно объявило конкурс для аэрокосмических компаний, в рамках которого они должны дважды отправить груз на околоземную орбиту. Главная особенность задания заключается в том, что информация о полезной нагрузке, целевой орбите и космодроме будет раскрыта участникам лишь за несколько недель до запуска, а второй старт должен произойти максимум через две недели после первого. Компания, выполнившая все условия наилучшим образом, получит 10 млн долларов.

Наконец, ожидания частных серьезно подогреваются существующими проектами создания различных нано- и наноспутниковых группировок. В их числе — спутниковые созвездия Planet Labs, Spire Global, Planetary Resources, Astro Digital и другие, которые в полностью развернутом виде будут состоять из сотен малых аппаратов. Всем им потребуется регулярное обновление и пополнение.

В то же время при оценках перспектив малых носителей лучше избегать чрезмерного оптимизма. Несмотря на все озвученные факторы, космический рынок пока не настолько велик, чтобы обеспечить регулярной загрузкой десятки различных типов легких и сверхлегких ракет, разрабатываемых в наши дни. Большинство частных компаний, скорее всего, не выдержит конкуренции и оставит в качестве наследия лишь несколько сухих строчек в специализированных справочниках. Кому-то из них все же удастся закрепиться на рынке. Но не исключено, что в будущем их названия и имена основателей станут такими же знаменитыми, как SpaceX и Илон Маск. Кто же сейчас занимает первые строки списка претендентов на то, чтобы оставить реальный след в истории космонавтики?

«Малые» стартапы Америки

Разговор о современных малых носителях логично начать с компании Rocket Lab. Фактически она установила стандарт, которому сейчас стараются следовать другие частники, пытающиеся занять свою нишу на аэрокосмическом рынке. Основал ее в 2006 г. инженер и предприниматель из Новой Зеландии Питер Бек (Peter Beck). «Все-ленная, пространство, время» уже не раз писала об этой компании, поэтому напомним самое основное.

Путь к первому космическому старту занял у Rocket Lab 12 лет. При создании ракеты специалисты компании старались использовать все доступные способы снижения издержек: тут и максимальное включение в конструкцию композитных материалов, и напечатанные на 3D-принтере компоненты, и новаторское применение электродвигателей для подачи топлива в камеру сгорания.

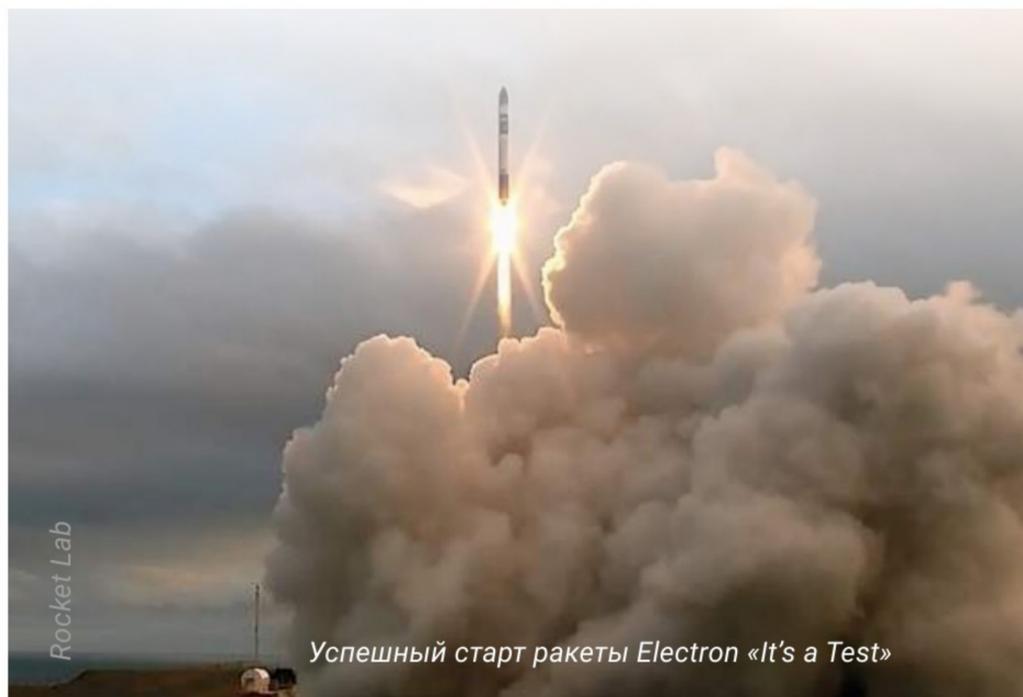
Еще одной важной составляющей стратегии успеха

стал собственный пусковой комплекс, построенный на новозеландском полуострове Махия (основная часть производственных мощностей Rocket Lab расположена в США, а ее штаб-квартира находится в калифорнийском городке Хантингтон Бич). Это обеспечило компании необходимой свободой действий, избавив от зависимости в этом вопросе от принадлежащих государству космодромов.

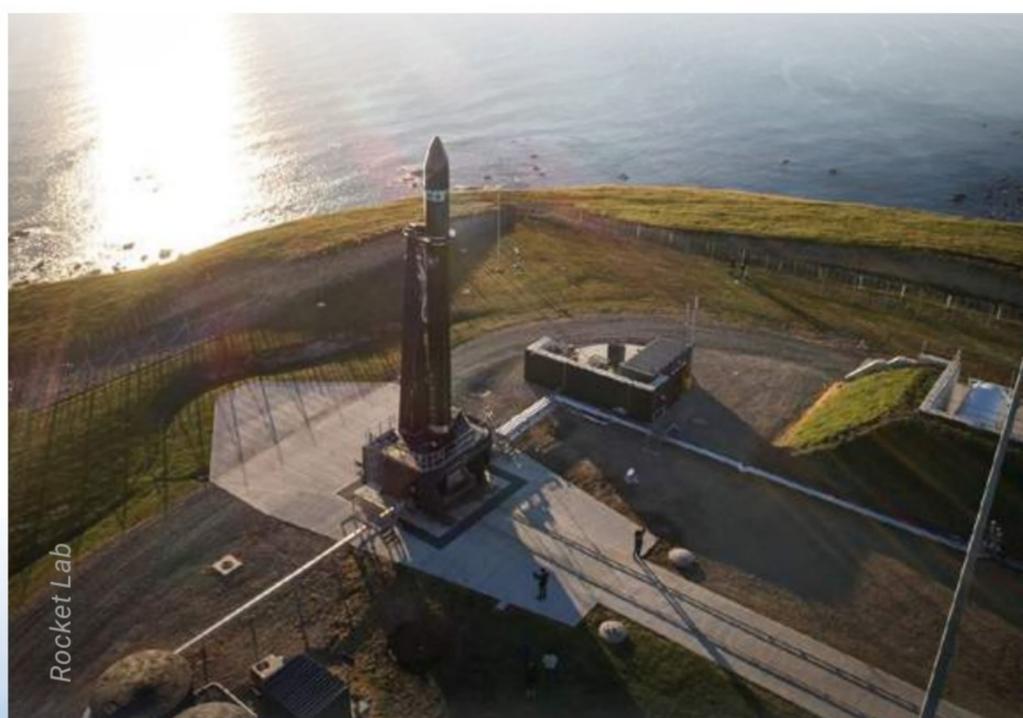
К настоящему времени Rocket Lab осуществила два запуска ракеты Electron. Первый завершился неудачей, но она оказалась связана не с ракетой, а с неисправностью наземного оборудования. Второй полет был полностью успешным. Уже в ближайшее время должен состояться первый полноценный коммерческий пуск.

Сейчас будущее компании кажется весьма оптимистичным: у нее есть уже испытанный носитель, собственный космодром и пакет заказов на несколько ближайших стартов. Но не стоит забывать, что у нее также имеется немало конкурентов, которые сделают все от них зависящее, чтобы не дать ей стать монополистом.

Первым среди них (по времени появления) является компания Exos Aerospace. Несмотря на то, что она была



Успешный старт ракеты Electron «It's a Test»



▶ ▶ Ракета Electron с рабочим названием «It's a Test» на стартовом комплексе LC1 (полуостров Махия, Новая Зеландия) перед первым испытательным полетом.



основана еще в 2000 г., известно о ней не так уж много. И это неудивительно — пока она не может похвастаться успешными запусками. Но все же есть несколько причин, по которым на нее стоит обратить внимание.

У истоков Exos Aerospace стояли сотрудники Armadillo Aerospace — предприятия, созданного гуром компьютерных игр Джоном Кармаком (John Carmack). К сожалению, ему не удалось добиться успеха в аэрокосмической индустрии. За годы своего существования его компания с переменным успехом участвовала в ряде конкурсов, направленных на поддержку ракетных стартапов, и в итоге в 2013 г. была закрыта. Через год бывшие сотрудники выкупили ее имущество и основали новую компанию, назвав ее Exos Aerospace и сосредоточив свои усилия на создании многоразовой космической техники.

Пока что основным их достижением является суборбитальная ракета SARGE. Ее ключевая особенность заключается в возможности повторного использования. Она уже прошла несколько успешных тестов на наземных стендах. Теперь инженерам предстоит поднять ее в воздух. Первый полет был запланирован на апрель 2018 г., но из-за выявленных технических проблем его перенесли на вторую половину года.

В случае успеха SARGE должен стать основой для многоразового сверхлегкого носителя, способного вывести

на низкую околоземную орбиту до 100 кг груза. Также компания намеревается бороться за контракты программы Flight Opportunities, финансируемой NASA и направленной на поддержку космических стартапов.

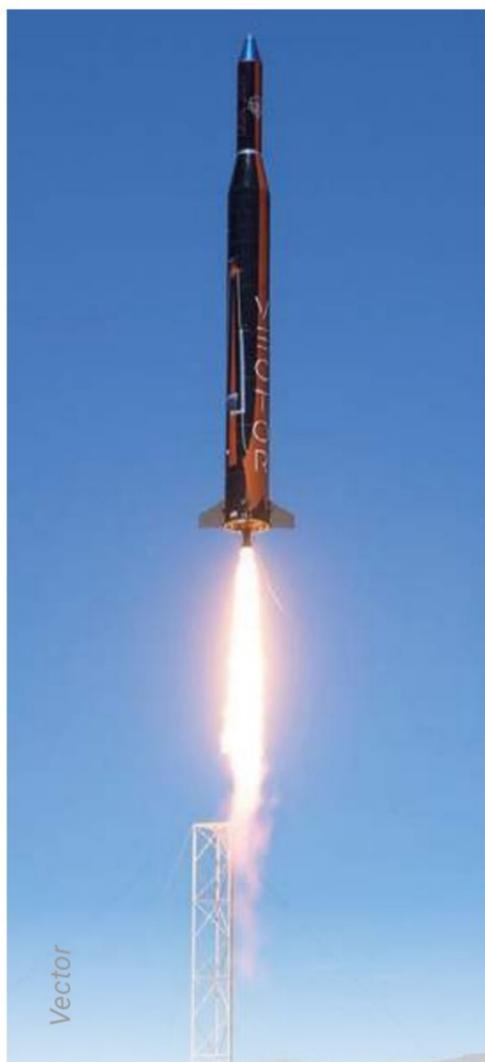
Сравнительно недавно — в 2014 г. — группа аэрокосмических инженеров основала компанию Firefly Aerospace (ранее — Firefly Space Systems). В октябре 2016 г. она потеряла поддержку главного инвестора и была вынуждена объявить о банкротстве, но в марте 2017 г. ее выкупил украинский предприниматель Максим Поляков. За этой компанией пока не числится ни одного собственного запуска, но следует признать, что к этой вехе она движется довольно быстро. Детальнее об этом рассказывается в отдельном материале нашего спецвыпуска.

Третьим потенциальным конкурентом RocketLab можно назвать компанию Vector Space Systems (VSS), возникшую в 2016 г. Что интересно, одним из ее основателей является бывший соратник Илона Маска —

Джим Кэнтрелл (Jim Cantrell), стоявший у истоков SpaceX, но вскоре расставшийся с эксцентричным миллиардером. Кэнтрелл был уверен, что у новой компании скоро закончатся деньги, и она обанкротится. Кроме того, ему показалась безумной идея колонизировать Марс. Позже Кэнтрелл признал, что ошибся по каждому пункту.

VSS делает ставку на двухступенчатую ракету Vector-R. Ее длина составляет 13 м, диаметр — 1,2 м, масса — 6 тонн. Она может вывести 66 кг полезной нагрузки на низкую околоземную орбиту. Заявленная стоимость запуска составляет примерно 1,5 млн долларов.

В прошлом году носитель успешно прошел два суборбитальных испытания. 3 мая 2017 г. состоялся его тестовый пуск с площадки в калифорнийской пустыне Мохаве, а 2 августа он



◀ Ракета Vector-R в полете

▲ Ракета SARGE прошла множество испытаний на территории Техаса (США). Например, ее подвешивали на кране и запускали двигатели, чтобы добиться парения в течение определенного времени в строго вертикальном положении. Здесь показан ее последний «подвесной» тест перед свободным полетом, состоявшийся 17 марта 2018 г.

► Компания Exos Aerospace ведет разработку легкой ракеты SARGE (Suborbital Autonomous Rocket with Guidance) с потенциально многоразовым использованием большинства компонентов, предназначенную для экспериментальных суборбитальных пусков в интересах коммерческих клиентов. Запускать ее собираются с первого частного космодрома Spaceport America в штате Нью-Мексико.



стартовал из пускового центра Кэмден в штате Джорджия с экспериментальной коммерческой полезной нагрузкой. Во второй половине 2018 г. Vector-R должен совершить полноценный полет в космос. Предполагается, что теперь его запустят со стартового комплекса на острове Кодьяк у побережья Аляски (Pacific Spaceport Complex Alaska — PSCA) или со Среднеатлантического регионального космопорта MARS на острове Уоллопс (штат Вирджиния).

В будущем Vector собираются запускать с мобильных пусковых платформ (наподобие модифицированных тягачей) или с барж. Кроме того, компания ведет разработку более тяжелой модификации Vector-H, способной вывести на орбиту до 110 кг груза. У VSS уже есть несколько заказчиков и подписанных пусковых контрактов. В их числе — 60-миллионное соглашение с York Space Systems на запуск 6 спутников.

И еще один американский «микроракетный» стартап, на который следовало бы обратить внимание — компания Rocket Crafters, основанная в 2010 г. и базирующаяся в штате Флорида. В 2015 г. председателем совета

Строители «воздушных космодромов»

Ведя разговор о малых носителях, нельзя не упомянуть проекты, основанные на схеме воздушного старта. Их суть заключается в запуске ракеты с борта самолета, фактически выполняющего роль первой ступени.

Плюсы схемы очевидны. Самолет с ракетой может взлететь с любого аэродрома, расположенного на любой широте вдали от населенных регионов, и преодолеть достаточно большое расстояние для выхода на позицию, обеспечивающую запуск на орбиту с заданным наклоном. А возможность выбора маршрута полета позволяет уклониться от зон плохой погоды.

Однако у воздушного старта имеется и ряд недостатков, из-за которых он пока не получил широкого распространения. Обычный дозвуковой самолет обеспечивает слишком незначительное приращение скорости запускаемой с его борта ракеты. При этом спутники довольно часто конструируются с требованием выдерживать только осевые перегрузки, и даже горизонтальная сборка (когда аппарат лежит «на боку») для них недопустима. К тому же обслуживание и подготовка самолета-носителя все равно требует большой наземной команды, что выливается в дополнительные издержки.

В настоящее время существует лишь одна действующая ракета для воздушного старта — американская Pegasus разработки компании Orbital Science (о ней также пойдет речь в отдельной статье). Для ее запусков используется модифицированный самолет L-1011 Stargazer. Ракета может вывести на низкую орбиту до 440 кг полезной нагрузки.

Как уже говорилось в предыдущей статье, в ближайшее время список самолетов-носителей пополнится «воздушной платформой» американской компании Stratolaunch Systems. Исполинский двухфюзеляжный летательный аппарат, размах крыльев которого превышает высоту статуи Свободы с постаментом, сможет запустить за один рейс сразу три ракеты Pegasus-XL. Первый полет гиганта должен состояться уже в следующем году. Впрочем, учитывая то, что из-за дороговизны спрос на подобные запуски откровенно невелик (сейчас Pegasus летает не чаще раза в несколько лет), чтобы отбить многомиллионные вложения, компании, скорее всего, потребуется более дешевая и востребованная ракета. Ее созданием занимается, в частности, фирма Virgin Orbit (выведенная из состава Virgin Galactic в 2017 г.). Ракета, получившая название LauncherOne, будет запускаться с модифицированного самолета Boeing 747. Планируется, что она сможет вывести 500 кг груза на низкую 230-километровую орбиту и до 300 кг груза на 500-километровую солнечно-синхронную орбиту. Стоимость одного запуска составит 10-12 млн долларов.

Недавно представители компании Virgin Galactic продемонстрировали первый собранный экземпляр LauncherOne. Также ее инженеры осуществили успешный прожиг двигателя первой ступени. По заявлению главы группы компаний Virgin Ричарда Брэнсона, первое испытание ракеты должно состояться до конца текущего года.

Собственным проектом подобной системы зани-



▲ 25 марта 2017 г. ракета Vector-R была установлена для предпусковых проверок на стартовом комплексе LC-46 (мыс Канаверал, Флорида)

ее директоров и исполнительным директором стал астронавт NASA Сид Гутьеррес (Sidney Gutierrez), который в 1991 и 1994 гг. участвовал в двух космических полетах. Испытательный запуск своей ракеты компания анонсировала на начало 2019 г. Это будет первый космический носитель с гибридными двигателями (окислитель — закись азота N_2O , горючее — модифицированный полибутadiен), способный выводить полезную нагрузку на околоземные орбиты: до 375 кг — на 500-километровую солнечно-синхронную, до 250 кг — на полярную высотой 750 км. Длина ракеты составляет 16,2 м, диаметр — 1,7 м, стоимость одного пуска оценивается в 9 млн долларов.



▲ Запуски ракеты Pegasus производились также с помощью бомбардировщика B-52.

мается аэрокосмический стартап Aevum. Ее ключевое отличие от систем Stratolaunch и Virgin Orbit заключается в носителе: компания планирует использовать беспилотный ракетоплан Raven, делая ставку на максимальную автономность запуска. По заявлению представителей Aevum, для межполетного обслуживания и управления стартом будет достаточно всего шести человек. Это должно значительно упростить и ускорить всю стартовую процедуру. В перспективе носитель сможет подняться в воздух и запустить новую ракету уже через три часа после предыдущего рейса.

Компания собирается провести более подробную презентацию проекта во второй половине текущего года. На данный момент известно, что Raven сможет развивать максимальную скорость 2,85 М (около 3500 км/ч). Что касается ракеты, то она является собственной разработкой Aevum и имеет двухступенчатую конструкцию. Специалисты уже испытали ракетный двигатель и ряд компонентов беспилотника-носителя. Недавно компания приступила к строительству прототипа ракетоплана. Если летные испытания завершатся успешно, его эксплуатация начнется уже в конце 2019 г.

Легкие ракеты Европы, России и Японии

На данный момент Европа не может похвастаться заметным количеством проектов малых носителей, близких к реализации. Один из наиболее неординарных концептов принадлежит испанской компании Zero2Infinity, предлагающей систему воздушного старта Bloostar с использованием гелиевого стратостата, который должен поднять ракету на высоту 30 км, после чего она активирует двигатели и отправится в космос.

По заявлению представителей компании, Bloostar будет полностью многоразовой системой, способной вывести до

150 кг на низкую околоземную орбиту при повторном использовании всех компонентов. Весной 2017 г. Zero2Infinity осуществила первый тест своей системы, запустив прототип ракеты со стратостата, находившегося на высоте 25 км. Во время теста он развил скорость 61 м/с.

По заявлению представителей компании, первый коммерческий запуск Bloostar с Канарских островов может состояться уже в 2019 г. Однако кажется маловероятным, что заявленный срок удастся выдержать. В недавнем интервью основатель Zero2Infinity Лопес Урдиалес (Lopez Urdiales) сказал, что в ближайшее время компания будет отдавать приоритет развитию других аэростатных проектов.

Испания также является базовой страной и для другого стартапа, известного под названием PLD Space. Он был основан в 2011 г. Изначально штат компании составлял шесть человек, но за последнее время увеличился до сорока. Недавно PLD Space объявила о привлечении 9 млн евро инвестиций. Финансирование поможет ей приступить к строительству двух экземпляров суборбитального носителя Arion 1, первый запуск которого намечен на вторую половину 2019 г.

Arion 1 — это одноступенчатая ракета длиной 12,7 м и диаметром 0,7 м. Она сможет вывести до 200 кг полезной нагрузки на суборбитальную траекторию с 4-минутным пребыванием в условиях микрогравитации и будет оснащена парой парашютов, которые снизят ее посадочную скорость до 10 м/с. Посадка ракеты должна производиться в океан, после чего ее подберет специальное судно компании.

Для запусков Arion 1 собираются использовать полигон CEDEA в испанской провинции Андалусия. Во время первого испытания на борту ракеты не будет коммерческой нагрузки — лишь датчики, необходимые для отслеживания хода полета. В случае успеха PLD Space станет первым европейским стартапом, обладающим возможностью запускать полезную нагрузку в космос.

Компания также ведет разработку полноценного носителя Arion 2 для выведения 150 кг груза на низкие околоземные орбиты. В феврале 2018 г. его проект стал участником финансируемой ESA программы Future Launchers Preparatory Program.

В России разработкой носителей сверхмалого класса занималась частная компания «Лин Индустриал», основанная в 2014 г. Она сконцентрировала усилия на проекте семейства модульных сверхлегких носителей «Таймыр», способных выводить на низкую околоземную орбиту полезную нагрузку массой от 10 до 180 кг (в зависимости от конфигурации).

В теории проект казался достаточно перспективным. Его финансирование велось при поддержке космического кластера фонда «Сколково». В конструкции ракеты должно было быть использовано несколько модных технических решений (наподобие композитов и электродвигателей для подачи топлива в камеру сгорания). Предполагалось, что «Таймыр» совершит первый космический полет в 2020 г.

Но, как это часто бывает, владельцы компании переоценили скорость разработки ракеты и недооценили затраты. У «Лин Индустриал» возникли финансовые проблемы, которые были серьезно усугублены взрывом, случившимся во время испытаний ее первого жидкостного ракетного двигателя в декабре 2016 г. Компания

▼ Предполагаемый вид ракеты Мото 2 японской компании *Interstellar Technologies*.



потеряла основные источники финансирования и сейчас фактически находится в режиме выживания. Пока что ее перспективы выглядят крайне сомнительными.

Собственная сверхлегкая ракета, известная под обозначением SS-520-4, имеется и у Страны восходящего Солнца. Правда, ее нельзя назвать частной. Носитель был создан Институтом космических исследований и аэронавтики Японии, входящим в состав Японского агентства аэрокосмических исследований (JAXA).

SS-520-4 представляет собой доработанный вариант твердотопливной высотной исследовательской ракеты SS-520. Ее длина равна 9,54 м, диаметр — 0,52 м, стартовая масса — 2600 кг, масса полезной нагрузки — 4 кг.

На данный момент она является самым маленьким эксплуатируемым носителем, предназначенным для запуска спутников на околоземные орбиты.

SS-520-4 стартовал уже дважды. Первый полет в январе 2017 г. завершился неудачей. Состоявшееся год спустя повторное испытание прошло куда успешнее: ракета вывела на орбиту микроспутник георазведки и связи TRICOM 1R.

Впрочем, несмотря на недавний успех, JAXA пока не завалено заказами на пуски новой ракеты. Причина заключается в ее достаточно высокой стоимости. Цена старта SS-520-4 составляет около 3,6 млн долларов, что в пересчете на единицу массы полезной нагрузки оказывается заметно выше, чем у частных конкурентов.

Существенно более выгодную цену в перспективе готова предложить негосударственная японская компания *Interstellar Technologies*. Она была основана в 2005 г. на базе объединения космических энтузиастов и финансирует свою деятельность посредством краудфандинга. Известно, что с целью снижения издержек при создании ракет ее сотрудники используют готовые электронные компоненты.

Interstellar Technologies делает ставку на суборбитальную ракету Мото 2 длиной 10 м, диаметром 50 см и массой около тонны. Она оснащена жидкостным ракетным двигателем, работающим на смеси этилового спирта и жидкого кислорода. Ракета может доставить на высоту

▼ В ходе второго испытания ракеты Мото 2, состоявшегося 30 июня 2018 г. в окрестностях города Таики на острове Хоккайдо, через четыре секунды после старта произошло незапланированное отключение ее главного двигателя, после чего она упала обратно на стартовую позицию и взорвалась. Пуск производился дистанционно из центра управления, расположенного на расстоянии около 600 м, поэтому при взрыве никто из сотрудников компании *Interstellar* не пострадал. Ожидалось, что ракета поднимется до высоты примерно 100 км.



120 км 20 кг полезной нагрузки (или 10 кг на высоту 130 км), обеспечив ей около 4 минут пребывания в условиях микрогравитации. По некоторым оценкам, стоимость запуска Мото составляет около 440 тыс. долларов.

В компании надеются, что этот носитель станет первым шагом на пути к созданию линейки компактных ракет, предназначенных для вывода на орбиту сверхмалых грузов. К настоящему времени осуществлено уже две попытки его запуска. Обе завершились неудачей. Первое испытание состоялось 30 июля 2017 г. Ракета успешно оторвалась от стартового стола, но через 66 секунд после старта у нее возникли проблемы с передачей телеметрии. В результате было принято решение отключить двигатель, и Мото упала в Тихий океан.

Второе испытание прошло 30 июня 2018 г. Ракета смогла подняться в воздух всего на несколько десятков метров, после чего ее двигатель самопроизвольно отключился, она упала на стартовую площадку и взорвалась. К счастью, в результате инцидента никто не пострадал.

Затаившийся китайский дракон

Китай известен тем, что всегда держится особняком на фоне остальных государств. Фактически Поднебесная уже стала космической державой №2 с явными перспективами в ближайшем будущем занять позицию лидера. Однако из-за традиционной закрытости страны, а также пресловутых трудностей перевода в открытом доступе можно найти не так уж и много информации о китайских легких ракетах и их производителях. Но все же попробуем разобраться в этом вопросе.

Важной точкой отсчета для китайской космонавтики стали 2014-2015 гг., когда государство разрешило частным компаниям разрабатывать собственные ракеты-носители. Это привело к появлению огромного количества различных космических стартапов. По некоторым оценкам, их общее число уже превышает 60. Несмотря на сравнительную молодость новоиспеченных компаний, часть из них уже может похвастаться заметными достижениями.

Своеобразным первопроходцем на китайском рынке легких ракет стала фирма ExPace (ExPace Technology Corporation). Формально ее нельзя назвать частной: она была выделена из состава государственной компании CASIC (China Aerospace Science and Industry Corporation) в начале 2016 г. Но зато у нее есть то, чего пока не имеют остальные местные конкуренты — уже летавший твердотопливный носитель, названный «Куайчжоу» (в буквальном переводе — «быстрая лодка»).

К настоящему времени «Куайчжоу» совершил три успешных полета в космос. Модификации ракеты KZ-1A и KZ-1 могут вывести на низкую околоземную орбиту соответственно 300 и 500 кг полезной нагрузки. Для более мощной версии KZ-11, чей первый полет должен состояться в текущем году, этот показатель составит 1500 кг.

Особенность «Куайчжоу» заключается в том, что она стартует с мобильной пусковой установки. Это значит, что ее можно запустить с любой подходящей площадки на территории Китая. По утверждению представителей компании, подготовка к старту тре-



▲ Считается, что эра китайской частной космонавтики началась с запуска компанией OneSpace Technologies одноступенчатой твердотопливной ракеты OS-X, состоявшегося 17 мая 2018 г. Хотя ей и не удалось достичь условной границы космоса (максимальная высота полета ракеты составила 40 км), однако технические характеристики нового носителя вполне позволяют надеяться на большее.

бует всего шести человек и может быть выполнена в течение 24 часов. После ввода в эксплуатацию версии KZ-11 ExPace обещает своим клиентам опустить цену до 10 тыс. долларов за один килограмм выводимого на орбиту груза.

Компания OneSpace Technologies больше соответствует привычному образу частного космического стартапа. Она была основана в 2015 г. китайским миллионером Шу Чангом. Но стоит отметить, что и тут не обошлось без определенной господдержки, оказанной фирме Государственным управлением оборонной науки, техники и промышленности.

За время своего существования OneSpace привлекла почти 80 млн долларов инвестиций. А 17 мая этого года компания осуществила первое испытание суборбитальной твердотопливной ракеты OS-X, которая развила скорость, в 5 раз превышающую скорость звука, и достигла высоты 40 км.

Согласно проектной документации, OS-X сможет поднимать до 100 кг полезной нагрузки на высоту до 800 км. Ее планируют использовать для запуска экспериментального оборудования и отработки различных технологий. По словам Шу Чанга, у него уже имеется ряд заказов от различных китайских клиентов.

Но все же основная цель OneSpace — выход на рынок пусковых услуг. Компания планирует достичь этой цели с помощью носителя OS-M1, который будет способен вывести 205 кг полезной нагрузки на 300-километровую околоземную орбиту и до 73 кг — на 800-километровую солнечно-синхронную орбиту.

Точная стоимость запуска OS-M1 пока не разглашается, но в OneSpace утверждают, что он станет самым дешевым носителем в своем классе. Основная

загвоздка заключается в отсутствии у компании собственного пускового комплекса. В настоящее время она ведет переговоры с китайскими властями по поводу возможности использования для этой цели одного из принадлежащих государству космодромов.

Многие СМИ успели назвать OS-X первой запущенной частной китайской ракетой. Но, возможно, это не совсем так. Скорее всего, первый старт негосударственного китайского носителя состоялся еще 5 апреля 2018 г. В тот день с острова Хайнань взлетел прототип твердотопливной ракеты Hyperbola-1, построенный компанией i-Space (также известна под названием Space Honor) и достигший высоты 108 км.

i-Space — классический пример китайской космической компании, о которой практически ничего не известно. Предположительно Hyperbola-1 использует двигатели, взятые от баллистических ракет DF-11 или DF-15. Это говорит о том, что носитель все же создавался при поддержке государства, что, в свою очередь, порождает вопрос, в какой степени компания действительно является частной. Тем не менее, независимо от этого, i-Space определенно стоит включить в число «игроков» китайского рынка. Первый полноценный космический запуск она планирует осуществить в июне следующего года.

Еще одно название, которое может «выстрелить» в ближайшем будущем — LandSpace. Фирма была основана в 2015 г. университетом Цинхуа. В 2017 она вошла в историю, став первым китайским стартапом, получившим контракт на выведение груза на орбиту от иностранной компании.

LandSpace делает основную ставку на жидкостную ракету ZQ-2. По заявлениям представителей компании, она сможет вывести 3,6 тонны груза на низкую околоземную и до 1,1 тонны — на 700-километровую солнечно-синхронную орбиту. Таким образом, данный носитель позиционируется как конкурент индийской ракеты PSLV. Первый запуск ZQ-2 был анонсирован на этот год, но похоже, что компания не укладывается в намеченные сроки. Скорее всего, он состоится не ранее 2019 г.

Последнее имя в списке частных китайских компаний, на которое стоит обратить внимание — это основанная в 2014 г. LinkSpace. Ее эмблема, а также дизайн ракеты вызывают весьма недвусмысленные ассоциации со SpaceX, что породило немало шуток по поводу очередного копирования Китаем известного западного бренда.

Конечно, можно сколько угодно смеяться над звучным названием и похожими концептами, однако нельзя игнорировать тот факт, что компания может похвастаться не только этим, но и определенными достижениями. Как и SpaceX, она работает над созданием многоразового носителя. В 2016-2017 гг. ей удалось осуществить ряд успешных тестов демонстратора вертикального взлета и посадки VTVL.

LinkSpace собирается воплотить эту технологию в двухступенчатой ракете New Line 1. Она сможет вывести до 200 кг на 550-километровую солнечно-синхронную орбиту и станет прямым конкурентом ракеты Electron. Согласно заявлениям предста-

вителей компании, стоимость запуска одноразовой версии ее носителя составит около 4,5 млн долларов, модификации с возвращаемой первой ступенью — 2,25 млн долларов.

«Гибридный» ракетный стартап Южного полушария

Почти все перечисленные выше частные космические компании объединяет то, что они расположены в государствах Северного полушария нашей планеты. Но и «на юге» также имеются желающие включиться в гонку малых носителей. Помимо уже упомянутой RocketLab, в этом регионе действует еще один очень перспективный игрок. Речь об австралийско-сингапурской фирме Gilmour Space Technologies, основанной в 2012 г. бывшим банкиром Адамом Гилмуром вместе с женой и братом. Изначально она занималась созданием симуляторов и реплик аэрокосмической техники, а также принимала участие в нескольких общеобразовательных проектах. Но в конце 2014 г. приоритеты Гилмура коренным образом изменились: они решили построить собственный малый носитель.

Заявленные цели компании вполне похожи на программы ее конкурентов из «северных» стран: вначале — создание небольшой суборбитальной ракеты, предназначенной для обкатки основных технологических решений, позже — переход к более мощным носителям, способным выводить полезную нагрузку на низкую околоземную орбиту. Но у Gilmour Space Technologies есть своя особенность. В отличие от остальных стартапов, как правило, использующих технологии 3D-печати для производства различных компонентов ракетных двигателей и корпусов ступеней, австралийцы применяют ее для создания топлива.

Именно так — Gilmour использует 3D-принтеры для «печати» гибридного ракетного горючего, которое состоит из двух компонентов, сочетающих элементы как жидкого, так и твердого топлива. Разумеется, такую операцию нельзя осуществить на обычном

▼ 28 мая 2018 г. инженеры компании Gilmour Space Technologies произвели успешный долговременный прожиг ракетного двигателя, работающего на «напечатанном» гибридном топливе. Эти испытания подтвердили работоспособность используемых технологий и открыли путь к полноценному запуску космического носителя.



трехмерном принтере. Для ее реализации компания создала специальную технологию.

В 2016 г. инженеры Gilmour запустили прототип своего будущего носителя под названием RASTA (Reusable Ascent Separation Article). 3,6-метровая ракета поднялась на высоту около 5 км, доказав принципиальную работоспособность идеи. Тест вошел в историю как первая успешная демонстрация ракеты, использующей «напечатанное» топливо. В период с января по март 2018 г. компания провела два огневых испытания модифицированных ракетных двигателей с тягой 45 кН и 70 кН.

По заявлениям сотрудников Gilmour Space Technologies, гибридное топливо позволит лучше контролировать уровень высвобождаемой при его сгорании энергии, что, с одной стороны, повысит эффективность носителя, а с другой — существенно снизит стоимость пуска. В то же время далеко не все эксперты разделяют энтузиазм руководства компании. Двигатель на подобном топливе хоть и обеспечивает трехкратное преимущество в тяге, но при этом обладает практически одинаковыми с жидкостными двигателями показателями удельного импульса. Вдобавок масса снаряженной «гибридной» ракеты может почти вдвое превысить вариант с жидкими топливными компонентами.

Кто в итоге окажется прав, станет понятно, когда Gilmour приступит к коммерческим запускам. Сейчас ведется разработка двух моделей ракет — Ariel и Eris. Первая предназначена для суборбитальных полетов. Она сможет «поднять вес» до 130 кг на высоту в 150 км. Если верить сайту компании, ценник за 1 кг груза составит 9 тыс. долларов. Рассматривается опция оснащения ракеты парашютом, чтобы обеспечить возможность ее повторного использования. Первый запуск Ariel запланирован на начало следующего года. Во время теста она должна будет достичь рабочей 150-километровой высоты.

Eris имеет трехступенчатую конструкцию и сможет вывести на околоземную орбиту высотой 350 км до 400 кг полезной нагрузки. В зависимости от конфигурации заказчик придется заплатить от 21 тыс. до 38 тыс. долларов за килограмм груза. Первый космический запуск этого носителя должен состояться в 2020 г.

Еще одно перспективное направление деятельности компании — двигательные установки для космических аппаратов. В 2017 г. Gilmour испытал прототип двигателя, предназначенного для спутников на базе платформы CubeSat. Австралийско-сингапурский стартап нацелен на сотрудничество в этой сфере с ESA. Также в его активе — недавно заключенное соглашение с NASA о совместных исследованиях и разработках.

Осуществимость всех этих планов во многом зависит от эффективности привлечения компанией финансовых активов. За время своего существования она собрала около 6 млн долларов инвестиций, грантов и вложений основателей. Уже скоро Gilmour планирует открыть новый раунд сбора средств. Представители стартапа заявляют о необходимости собрать 30 млн долларов на разработку орбитальной ракеты, из которых пять миллионов потребуются на доводку двигателя.



▲ Сход ракеты RASTA с вертикального пускового рельса после включения двигателя во время испытаний 22 июля 2016 г.

Заключение

Несмотря на молодость рынка малых ракет, на нем уже можно проследить несколько основных тенденций. Пока большинство наиболее перспективных проектов подобных носителей разрабатывается американскими и китайскими компаниями. И это неудивительно: оба государства занимаются активным стимулированием частной космонавтики. Господдержка может принимать разную форму — от прямой помощи в виде специалистов и технологий до косвенных методов наподобие спонсирования различных программ. Немалую роль играет и законодательство: чем меньше юридических препон — тем больше желающих примерить лавры Илона Маска.

Пока что в гонке малых носителей лидируют американские компании. Однако уже в скором времени их может догнать Китай. Его пример показывает, что после принятия соответствующего политического решения и при наличии благоприятного экономического климата требуется всего несколько лет, чтобы космические стартапы начали демонстрировать заметные успехи.

Сейчас сложно прогнозировать, какие именно компании выйдут победителями в соревновании легких и сверхлегких ракет. Но очевидно, что для этого мало просто сделать носитель — необходимо еще, чтобы заказчик отдал ему предпочтение среди конкурентов. Так что решающим фактором станет комбинация надежности, оперативности и стоимости запуска.

Чтобы снизить издержки, могут применяться разные способы, вроде использования мобильных пусковых платформ вместо стационарных комплексов, максимального упрощения конструкции, позволяющего запустить ракету с участием небольшого персонала, и т.д. В будущем к ним, скорее всего, добавится фактор многозадачности. Скорость разработки современной ракетной техники позволяет надеяться, что полноценный малый носитель с возвращаемой первой ступенью появится уже в начале следующего десятилетия. ■



FIREFLY AEROSPACE

СПУТНИКИ ДЛЯ ВСЕХ

РЕДАКЦИОННЫЙ ОБЗОР



В январе 2014 г. группа американских бизнесменов, главным действующим лицом которой стал выпускник Принстонского университета в области аэрокосмической инженерии Томас Маркусик (Thomas Markusic), создала компанию Firefly Space Systems. В сентябре было объявлено, что местом для ее штаб-квартиры выбран городок Сидар Парк — пригород Остина, столицы штата Техас. В качестве целей компании назывались разработка и эксплуатация легких ракет-носителей для запусков небольших спутников на низкие околоземные орбиты.

Специализация Firefly¹ напрямую связана с родом деятельности ее основателя. До того, как создать свое предприятие, Томас Маркусик успел побывать сотрудником NASA, главным инженером отдела ракетных двигателей компании SpaceX и даже вице-президентом одного из подразделений Virgin Galactic. Название компании он придумал, наблюдая за роем светлячков, когда представил, что примерно так может выглядеть наше небо в будущем, когда человечество плотно «заселит» низкие околоземные орбиты.

Первоочередной задачей компании является создание легкой ракеты для доставки на низкие и солнечно-синхронные околоземные орбиты миниатюрных космических аппаратов для широкого круга заказчиков.

Мощные носители выводят крупные спутники на строго заданные орбиты, при этом размещение на той же ракете дополнительной нагрузки с другими орбитальными параметрами оказывается проблематичным, а чаще всего — вообще невозможным. В то же время, малые спутники играют все большую роль в освоении космоса. В ближайшем будущем весьма перспективной представляется замена тяжелых орбитальных аппаратов целыми группировками наноспутников, которые можно регулярно обновлять, максимально быстро внедряя новейшие технологии. Появление дешевых наноспутниковых конструктивных стандартов (CubeSat) и целого ряда унифицированных функциональных элементов сделали целесообразным создание ракет-носителей со значительно меньшей стартовой массой. Мощные



▲ Томас Маркусик

¹ Firefly (англ.) — в переводе означает «светлячок»

ракетно-космические системы в будущем должны все больше концентрироваться в сфере освоения других тел Солнечной системы, доставляя космические аппараты (включая пилотируемые) на межпланетные траектории. Таким образом, возникнет насущная необходимость в доступных носителях для вывода на орбиты небольших спутников в интересах частных заказчиков. Кроме того, эти ракеты могут разрабатываться с учетом многоразового использования части компонентов, что дополнительно удешевит пусковые услуги.

Рассматривается также возможность устанавливать на первых ступенях прямоточные двигатели с «подпиткой» внешним воздухом, благодаря чему отпадет необходимость устанавливать на них баки с окислителем. В случае тяжелых носителей такая модификация практически неосуществима.

10 сентября 2015 г. состоялись первые испытания двигателя, разработанного компанией — его экспериментальный образец получил название Firefly Rocket Engine Research 1 (FRE-R1). Топливом для него являются жидкий кислород и керосин. Первый испытательный полет носителя с использованием этого двигателя должен был произойти примерно год спустя, но в октябре 2016 г. после референдума по выходу Великобритании из Евросоюза большинство европейских инвесторов изъяли свои активы из проекта, и

◀ Firefly Alpha создается для удовлетворения растущих потребностей рынка малых спутников. Она должна обеспечить наименьшую стоимость запуска одного килограмма полезной нагрузки среди ракет своего класса. Согласно планам Firefly Aerospace, в перспективе Alpha будет стартовать с частотой два раза в месяц. Диаметр носителя составляет 1,8 м (головного обтекателя — 2 м), высота — 29 м

в марте 2017 г. Firefly Space Systems объявила о банкротстве. Основная деятельность компании прекратилась еще раньше.

Однако в это время проектом заинтересовался украинский предприниматель Максим Поляков, ранее основавший компанию EOS (Earth Observing System), которая занимается сбором и анализом данных наблюдений нашей планеты из космоса. В 2017 г. он выкупил Firefly Space Systems вместе с ее интеллектуальной собственностью, оборудованием и производственными площадками, после чего она была переименована в Firefly Aerospace. Томас Маркусик занял пост ее исполнительного директора. Вскоре представители компании сообщили о продолжении работы над двигателями и носителем Firefly Alpha. Он представляет собой двухступенчатую ракету, работающую на жидком кислороде и керосине, и при стартах с территории США сможет вывести до 630 кг полезной нагрузки на 500-километровую солнечно-синхронную орбиту. При запусках же на низкую орбиту с небольшим наклоном (с космодромов недалеко от экватора) масса выводимого груза возрастет до тонны. Это значительно больше заявленной мощности аналогичных легких ракет, разрабатываемых другими космическими стартапами. Alpha должна составить конкуренцию популярному индийскому носителю PSLV (Polar Satellite Launch Vehicle), активно используемому для запусков небольших спутников.

В отличие от Томаса Маркусика, Максим Поляков изначально не имел непосредственного отношения к аэрокосмической отрасли. В 2012 г. он создал ассоциацию «Ноосфера», объединяющую ученых, исследователей, предпринимателей и волонтеров с целью внедрения в бизнес последних достижений науки и новых технологий. Среди социальных инициатив ассоциации — образовательный проект Noosphere Engineering School, конкурс инженерных стартапов Vernadsky Challenge, фестиваль робототехники BestRoboFest и многое другое.

Согласно информации, опубликованной на сайте Firefly Aerospace, главная цель компании остается неизменной — создание экономичного носителя с использованием композитных материалов и самых последних технологических достижений.

В условиях бурного расцвета «ракетных» стартапов конкурентная борьба на рынке пусковых услуг обещает быть нелегкой. Поэтому ставку решено сделать еще и на расширение географии потенциальных клиентов, спектра доступных орбит, а также более гибкого графика и высокой частоты сравнительно де-



▲ Максим Поляков



шевых запусков.

В апреле текущего года компания получила разрешение от американских ВВС на использование стартового комплекса SLC-2W (Space Launch Complex 2 West) космодрома Ванденберг, находящегося на побережье Калифорнии. Комплекс был построен в 1959 г. и в последние годы обеспечивал запуски ракет Delta II для вывода спутников на полярные и солнечно-синхронные орбиты. Ориентировочно в сентябре эксплуатация этого носителя будет прекращена, что позволит использовать освободившуюся площадку для стартов ракет PH Alpha.

Инженеры Firefly собираются сохранить значительную часть имеющейся инфраструктуры: реконструкция уже существующего комплекса по понятным причинам займет меньше времени и обойдется дешевле, чем строительство нового. Наибольшие изменения связаны с установкой пьедестала для мобильного транспортера, который будет доставлять ракету на стартовую площадку и затем поднимать ее в вертикальное положение. Также должна быть серьезно обновлена приборная «начинка» комплекса. Если последний полет Delta 2 состоится в намеченный срок, площадку удастся переоборудовать для обслуживания ракеты Alpha уже к третьему кварталу 2019 г. и осуществить ее испытательный пуск. К концу 2020 г. компания рассчитывает выйти на уровень одного старта в месяц (при стоимости одного запуска около 10 млн долларов).

В дальнейшем планируется осуществлять старты и с других площадок. В настоящее время Firefly заключила договор с правительством штата Флорида о доступе к объектам «Космического берега» — участка атлантического побережья к северу от Космического центра им. Кеннеди на мысе Канаверал. В число потенциальных космодромов также включены Среднеатлантический региональный космопорт MARS на острове Уоллопс (штат Вирджиния) и стартовый комплекс Кэмден, который должен быть построен в штате Джорджия. Но в перспективе пуски смогут производиться и за пределами территории США.

4 июня британский производитель спутниковой техники SSTL (Surrey Satellite Technology Ltd) сообщил о подписании соглашения с Firefly Aerospace, согласно которому в период с 2020 по 2022 гг. он закажет до шести пусков легкой ракеты Alpha. Точные условия сделки не раскрываются — известно только, что первым спутником SSTL, который отправится в космос на новой ракете, станет Carbonite-4. Два предыдущих аппарата этой серии были технологическими демонстраторами, предназначенными для съемки земной поверхности с высоким разрешением. Недавно компания Earth-i опубликовала тестовое видео, сделанное одним из этих спутников.

В дальнейшие планы Firefly Aerospace входит создание более грузоподъемной ракеты Beta, которая сможет вывести до 4000 кг полезной нагрузки на низкую околоземную и до 400 кг — на геостационарную орбиту. Ее основное отличие от Alpha заключается в наличии двух боковых ускорителей, фактически представляющих собой «копии» первой ступени (по той же схеме скомпонована ракета Falcon Heavy компании SpaceX). Пусковой комплекс на базе Ванден-

► PH Firefly Beta будет иметь два дополнительных боковых ускорителя и сможет доставлять полезную нагрузку массой 4 тонны на 200-километровую орбиту (около трех тонн — на 500-километровую солнечно-синхронную орбиту). Предполагается, что стоимость запуска одного килограмма груза с помощью этого носителя будет равна 5-6 тыс. долларов и станет минимальной в своем классе. Диаметр первой ступени ракеты (боковых блоков) составит 1,8 м, второй ступени и головного обтекателя — 2,8 м, высота — 31 м.



fireflyspace.com

берг переоборудуется уже с учетом этих конструктивных изменений. По заявлению владельца компании Максима Полякова, сейчас он поставил цель к 2022 г. выйти на уровень 24 стартов в год.

До недавнего времени сотрудниками Firefly являлось около 120 человек — в основном инженеров-конструкторов и испытателей. На данный момент имеющиеся в распоряжении компании производственные



Отсек полезной нагрузки



Реактивные двигатели Reaver



▲ Предполагаемый вид носителя Firefly Beta на стартовой позиции



◀ Огневые испытания двигателя Pathfinder для первой ступени ракеты Alpha



◀ В перспективе ракета Firefly Alpha сможет запускаться с достаточно простой стартовой позиции, без больших затрат сооружаемой практически в любой точке планеты с подходящим рельефом и коммуникациями, что позволит существенно расширить список потенциальных клиентов и спектр доступных орбит. Так предположительно будет выглядеть пусковая установка вблизи главной производственной базы компании в штате Техас.



◀ Динамические испытания бака второй ступени



▲ Во время визита на Днепропетровщину в мае 2018 г. президент Украины Петр Порошенко ознакомился с работой научно-исследовательского центра компании Максима Полякова в Днепропетровской области. На официальном сайте Президента сообщалось, что глава государства осмотрел экспериментальное производство, а также разработки и готовую продукцию предприятия — в частности, 3D-принтер, производящий элементы ракетных двигателей, электрореактивный двигатель, макеты аппаратов дистанционного зондирования Земли в оптическом диапазоне и ракет-носителей Firefly

мощности позволяют обеспечить сборку всего шести ракет ежегодно. Поэтому было принято решение инвестировать в строительство крупного сборочного цеха на территории США (вероятнее всего, в штате Техас). А в мае Максим Поляков представил президенту Украины Петру Порошенко научно-исследовательский центр компании в городе Днепр, в котором уже сейчас ведутся исследования и экспериментальные разработки в области ракетной техники.

Firefly Aerospace является сторонником идеи «Нового космоса» — движения в аэрокосмической отрасли, имеющего целью предоставление доступа в космическое пространство как можно большему кругу заинтересованных физических и юридических лиц за счет снижения стоимости запусков, а также преодоления административных и логистических ограничений, связанных с зависимостью от национальных космических организаций. ■

Stratolaunch Systems создаст собственные ракеты-носители

На пресс-конференции 20 августа представители Stratolaunch Systems подтвердили, что компания занимается разработкой собственного семейства малых ракет-носителей и космоплана, которые будут запускаться по схеме воздушного старта с летающей платформы Stratolaunch Model 351.

Согласно опубликованному заявлению, в настоящее время компания ведет разработку двух ракет. Более легкая из них — MLV (Medium Launch Vehicle) — сможет вывести полезную нагрузку весом до 3,4 тонн на околоземную орбиту высотой 400 км. Первый ее запуск запланирован на 2022 г. Также Stratolaunch Systems занимается проектированием более тяжелой модификации MLV Heavy с двумя боковыми ускорителями. Ее грузоподъемность составит 6 тонн. Сроки завершения разработки этой ракеты пока не раскрываются. Представители компании обещали сообщить более подробную информацию о проектируемых носителях ближе к концу этого года.

Stratolaunch Systems имеет также планы на более дальнюю перспективу. В них входит, в частности, разработка собственного космоплана Black Ice, способного выводить грузы на орбиту и возвращать их на Землю. Более того: специалисты компании собираются создать две модификации корабля, одна из которых будет беспилотной, а вторая — усовершенствованная — пилотируемой (количество астронавтов, которое она сможет взять на борт, пока не уточнялось).

Это заявление давно ожидалось экспертами. Уже на состоявшейся в прошлом году презентации Stratolaunch Model 351 многие представители космической индустрии задавались закономерным вопросом, как имен-

но компания намеревается окупить затраты на строительство своего «воздушного космодрома». На ранней стадии проекта предполагалось, что с него будет стартовать модифицированная ракета Falcon 9. Однако позже компания отказалась от этой идеи. В результате платформа была переориентирована под носитель Pegasus XL. Она потенциально сможет одновременно поднять в воздух и запустить до трех ракет данного типа. Проблема заключается в том, что Pegasus — далеко не самый дешевый носитель. Он способен вывести на низкую околоземную орбиту груз весом до 443 кг, при этом стоимость его запуска составляет около 40 млн долларов (для сравнения: стоимость пуска ракеты Electron, выводящей на низкую орбиту до 225 кг — всего 5 млн долларов). В силу высокой стоимости сейчас Pegasus просто не в состоянии конкурировать с малыми частными носителями, поэтому спрос на его «услуги» невелик. За последние пять лет было осуществлено лишь два запуска этой ракеты.

Напомним, что самолет-носитель Stratolaunch Model 351 является одним из крупнейших воздушных судов в истории. Он выполнен по двухфюзеляжной схеме. Основой для его конструкции послужили элементы нескольких лайнеров Boeing 747. Многие компоненты были модифицированы или заменены на детали, изготовленные из более легких композитных материалов. Длина самолета составляет 72,5 м, высота — 15,2, размах крыльев — рекордные 117,3 м (для сравнения: размах крыльев легендарного Ан-225 «Мрія» — 88,4 м, высота — 18,2 м, длина фюзеляжа — 84 м). Максимальная взлетная масса «воздушного космодрома» достигает 589 тонн. Благодаря шести двигателям Pratt&Whitney PW4056 он сможет поднять на своей внешней подвеске до 249,6 тонн груза.

Stratolaunch Model 351 уже осуществил ряд пробежек по взлетно-посадочной полосе, но пока не поднимался в воздух. Первый демонстрационный полет воздушного гиганта запланирован на следующий год, первый запуск ракеты с его помощью — на 2020 г.альным данным, компания Lockheed Martin собирается развернуть в Великобритании производство верхней ступени сверхлегкого носителя. Его старты, вероятнее всего, тоже будут осуществляться с шотландского пускового комплекса.

▼ Семейство летательных аппаратов компании Stratolaunch (слева внизу — три ракеты Pegasus XL, которые самолет-носитель сможет поднимать одновременно). Внизу — ракеты MLV и MLV Heavy; справа — многогоразовый космоплан Black Ice, создаваемый в грузовом и пилотируемом вариантах.



КЛАССИФИКАЦИЯ ОКОЛОЗЕМНЫХ ОРБИТ

Околоземные орбиты, на которые запускаются космические аппараты, принято делить на следующие категории.

Низкие околоземные орбиты (НОО) располагаются на высоте от 160 до 2000 км над поверхностью нашей планеты (в первом случае период обращения равен примерно 88 минут, во втором — 127 минут). Объекты, движущиеся на высотах менее 200 км, испытывают заметное торможение в самых высоких слоях атмосферы и достаточно быстро падают на Землю. Поэтому высоты менее 300 км для спутников обычно не применяются — время существования на столь низких орбитах сравнительно невелико. Верхнее значение определяется внутренней границей радиационных поясов с повышенной концентрацией заряженных частиц, способных повредить электронное оборудование и нанести серьезный ущерб здоровью космонавтов.

Все пилотируемые космические полеты — за исключением девяти экспедиций к Луне в рамках американской программы Apollo — проходили в области НОО либо были суборбитальными. Наибольшей высоты (опять же, не считая лунных миссий) достиг в сентябре 1966 г. экипаж корабля Gemini 11, имевшего апогей 1374 км. В данный момент все обитаемые орбитальные станции и подавляющее большинство прочих

искусственных спутников Земли находятся на низких орбитах. Также на них сосредоточена большая часть космического мусора.

Тангенциальная скорость объекта (перпендикулярная к направлению на центр Земли), необходимая для нахождения на стабильной НОО, составляет примерно 7,8 км/с, уменьшаясь с ростом высоты. Для достижения таких орбит при старте с земной поверхности требуется ракета-носитель с характеристической скоростью от 9,4 км/с — дополнительные 1,5-1,6 км/с «расходуются» на аэродинамические и гравитационные потери.

Многие спутники дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и аппараты военной разведки выводят на НОО, чтобы вести съемку наземных объектов с как можно более близкого расстояния и достичь максимально возможного разрешения. Эти же орбиты занимают некоторые телекоммуникационные спутники, так как на такой высоте им требуются менее мощные усилители сигнала. Однако каждый подобный аппарат движется достаточно быстро и охватывает ограниченный участок земной поверхности, поэтому в таком случае создаются целые сети («созвездия») из множества спутников — например, в спутниковой телефонной системе Iridium их более 70.

Часто используемая разновидность НОО — солнечно-синхронная орбита (ССО), иногда именуемая гелиосин-



хронной — рассчитывается таким образом, чтобы объект, находящийся на ней, проходил над любой точкой земной поверхности приблизительно в одно и то же местное солнечное время. Обычно такие орбиты имеют высоту порядка 800 км и наклонение около 90° (их плоскости почти перпендикулярны к плоскости земного экватора). Если спутник на ССО ведет съемку поверхности, на всех его проходах угол падения солнечных лучей окажется примерно одинаковым. Например, спутник LandSat-7 может пересекать экватор 15 раз в сутки, каждый раз в 10:00 местного времени. Для аппаратов, ведущих наблюдения за Солнцем или требующих стабильного электроснабжения за счет использования фотогальванических панелей, можно подобрать орбитальные параметры, при которых они практически не будут попадать в тень Земли. Орбиты выбираются таким образом, чтобы солнечная и лунная гравитация вызывала их прецессию в восточном направлении на 360° в год (чуть меньше чем на 1° в сутки), компенсируя вращение нашей планеты вокруг Солнца.

После окончания функционирования искусственных космических объектов осуществляется их увод на орбиту захоронения, как правило, лежащую выше их рабочей орбиты (чтобы дополнительно ослабить влияние атмосферы). В частности, низкоорбитальные разведывательные спутники с ядерной энергетической установкой — в т.ч. радиолокационные — отправляют на высоту порядка 650-1000 км, где расчетный срок их существования составляет порядка 2 тыс. лет. Часто туда отправляется не сам спутник, а только активная зона реактора. Считается, что за этот срок в ней распадутся самые вредные ради-

оактивные изотопы... либо же человечество додумается, как оптимальнее утилизировать опасную технику.

Выше 2000 км находится зона так называемых средних околоземных орбит. Их использует сравнительно малое количество космических аппаратов — в основном научно-исследовательских и навигационных (в частности, спутники системы GPS движутся по орбитам высотой 20 350 км с периодом обращения 12 часов). Главная сложность в этой области пространства связана с радиационными поясами и содержащимися в них высокоэнергетическими заряженными частицами.

Верхнюю границу «средней» зоны отмечают геосинхронные орбиты (ГСО) — они имеют радиус 42 164 км, что соответствует высоте над уровнем моря 35 786 км. Период обращения объектов на таких орбитах равен звездным суткам (23 часа 56 минут 4,1 секунды). Их частным случаем является геостационарная орбита — круговая и лежащая в плоскости земного экватора (0° широты). Объект, движущийся по ней, фактически оказывается «висящим» над одной и той же точкой Земли. Поэтому спутниковая антенна, однажды направленная на него, не будет требовать дальнейшего наведения. Очевидно, такие орбиты особенно удобны для телекоммуникационных спутников, а также специализированных метеорологических обсерваторий, ведущих мониторинг определенного региона.

Если орбита наклонена к экватору и имеет небольшой эксцентриситет, то при наблюдении с Земли спутник в течение суток будет описывать на небе «восьмерку». В некоторых случаях «восьмерка» может вырождаться в эл-

20 350 км

Спутники GPS (Global Positioning System) находятся на т.н. полусинхронных орбитах с периодом обращения ровно 12 часов

Группировка навигационных спутников Galileo

35 786 км

Аппараты на геосинхронных орбитах совершают один оборот вокруг Земли за время, в точности равное периоду ее вращения вокруг своей оси. Частный случай — геостационарная орбита, лежащая в плоскости земного экватора (находящиеся на ней спутники постоянно «висят» над одной точкой земной поверхности)

Высокие околоземные орбиты →

L₁

Апогей

384 000 км
Луна

Китайский спутник-ретранслятор "Цзюэцяо"

L₂

липс (как у спутников серии Canopus), а при значительном эксцентриситете и нулевом наклонении — в отрезок прямой, лежащий в экваториальной плоскости.

Идеальная ГСО практически недостижима, так как аппараты на ней испытывают также притяжение со стороны Луны и Солнца, воздействие земного магнитного поля, солнечного ветра и другие посторонние возмущения, «сталкивающие» их с точки стояния. Поэтому на борту геостационарных спутников предусмотрена корректирующая двигательная установка с запасом топлива. Кроме того, такие спутники не видны из местностей в окрестностях полюсов, простирающихся приблизительно до 81° северной и южной широты.

Дважды в году (вблизи весеннего и осеннего равно-

денствий) возникают ситуации, когда телекоммуникационные аппараты на ГСО проецируются на солнечный диск. В это время связь через них затруднена, а иногда вообще невозможна.

Геостационарная орбита захоронения расположена примерно на 200 км выше «стандартной» ГСО. Туда отправляют спутники, выработавшие свой ресурс или исчерпавшие запасы горючего для бортовых двигателей. Далее до расстояния порядка 300 тыс. км (точнее, до точки Лагранжа L₁ системы «Земля-Луна») находится область высоких околоземных орбит. Пока они используются довольно редко — в частности, в этой области пространства сейчас работает космический телескоп TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite).

ЛЕГКИЕ РАКЕТЫ-НОСИТЕЛИ

Страна	США					США-Н.Зеландия	
Фирма (организация)/оператор	Firefly Aerospace		Rocket Crafters	Vector Space Systems		Exos Aerospace	Rocket Lab
Ракета-носитель	Alpha	Beta	Intrepid-1	Vector-R	Vector-H	SARGE	Electron
Максимальная высота, км	500 (ССО)	ГСО	750 (ССО)	Н00	Н00	Н00	700 (ССО)
Масса ПН для Н00, кг	1000	4000	376	66	125	100	223
Масса ПН для ССО, кг	630	3000	220	-	-	-	133
Масса ПН для ГСО, кг	-	400	-	-	-	-	-
Стоимость пуска, USD тыс./кг	5-6		24				27-45
Стоимость пуска, USD млн.	10		9	1,5	3		6
Мобильный				+	+		
Многоразовый						+	
Первый пуск	Q3-4 2019	2021	Q1 2019	2018	2019	Q3-4 2018	2017
Страна	Китай					Испания	
Фирма (организация)/оператор	ExPace		OneSpace Technology	i-Space	LandSpace	LinkSpace	Zero2Infinity
Ракета-носитель	KZ-1A, KZ-1	KZ-11	OS-M1	Hyperbola-1	ZQ-2	New Line 1	Bloostar
Максимальная высота, км	700 (ССО)	700 (ССО)	800 (ССО)		700 (ССО)	550 (ССО)	Н00
Масса ПН для Н00, кг	300-500	1500	205		3600		150
Масса ПН для ССО, кг	200	1000	73		1100	200	-
Масса ПН для ГСО, кг			-		-	-	-
Стоимость пуска, USD тыс./кг	10						
Стоимость пуска, USD млн.						4,5 (2,25)	
Мобильный	+	+					Воздушный старт
Многоразовый						+	
Первый пуск	2013-2017	2018		июнь 2019	2019		2019
Страна	Австралия-Сингапур	Великобритания-Украина	Украина	США			
Фирма (организация)/оператор	Gilmour Space	Skyrora Ltd	КБ «Южное»	Orbital Science	Virgin Galactic		
Ракета-носитель	Eris	Skyrora-XL	«Микроспейс-2»	Pegasus-XL	LauncherOne		
Максимальная высота, км	350 (Н00)	Н00	500 (ССО)		500 (ССО)		
Масса ПН для Н00, кг	380	150-200	110	440	500		
Масса ПН для ССО, кг	-	-	40	-	300		
Масса ПН для ГСО, кг	-	-	-	-	-		
Стоимость пуска, USD тыс./кг	21-38						
Стоимость пуска, USD млн.	8			56,3	10-12		
Мобильный			Воздушный старт	Воздушный старт			
Многоразовый							
Первый пуск	Q4 2020	2019		с 1990	Q4 2019		

КОСМОС СТАНОВИТСЯ БЛИЖЕ...

NASA

Согласно новым исследованиям, граница космического пространства должна проходить на высоте порядка 80 км (50 миль) — примерно там, где на этом снимке синий цвет сменяется черным.

Где заканчивается земная атмосфера и начинается космос? На первый взгляд подобный вопрос может показаться формальностью, интересной лишь узкой группе специалистов. Но это не совсем так. При некоторых обстоятельствах точное определение границы космического пространства оказывается очень важным.

Например, согласно нормам международного права, космос не принадлежит никакой стране. Таким образом, граница между атмосферой и космическим пространством также является верхней границей государств со всеми вытекающими юридическими последствиями — вроде необходимости получения разрешения на ее пересечение и дальнейший полет. Также это обстоятельство играет важную роль для потенциальных туристов, готовых отдать круглую сумму за то, чтобы считаться участниками настоящего космического путешествия.

Согласно определению Международной авиационной федерации (Fédération Aéronautique Internationale — FAI), граница между земной ат-

мосферой и космосом проходит на высоте 100 км над уровнем моря. Ее часто называют линией Кармана — в честь американского ученого венгерского происхождения Теодора фон Кармана (Theodore von Kármán). Он вычислил, что примерно на этой высоте газовая оболочка нашей планеты становится настолько разреженной, что полеты с использованием аэродинамического качества будут невозможными, так как скорость летательного аппарата, необходимая для создания достаточной подъемной силы, окажется больше первой космической.

Однако в новом исследовании, опубликованном в журнале *Acta Astronautica*, утверждается, что на самом деле линию Кармана следует расположить примерно на 20% ниже, чем считается. Автор этого исследования — астрофизик Джонатан Макдауэлл из Гарвард-Смитсоновского центра астрофизики в американском Кембридже (Jonathan McDowell, Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics, Cambridge, Massachusetts) — широко известен среди любителей космонавтики свои-

ми трудами по статистике космических запусков и отслеживанию спутников.

Макдауэлл проанализировал архив данных о движении 43 тыс. каталогизированных искусственных объектов на околоземных орбитах. Он насчитал свыше 50 спутников, которые перед тем, как сгореть в земной атмосфере, имели орбиты с перигеем ниже 100 км и сумели сделать как минимум два витка вокруг Земли. В качестве наиболее яркого примера ученый приводит старый советский аппарат «Электрон-4» — прежде чем войти в атмосферу, он совершил целых 10 витков с перигеем всего 85 км.

Используя эти данные, Макдауэлл создал математическую модель, чтобы рассчитать точку, ниже которой объект гарантированно сойдет с орбиты. Согласно его вычислениям, она находится на высоте около 80 км (50 миль) что примерно соответствует мезопаузе — границе между мезосферой и термосферой.

Интересно, что эта же отметка принята в ка-

честве границы космического пространства в документах ВВС США. В 1960-х годах несколько американских летчиков превысили ее во время испытаний ракетоплана X-15. В Соединенных Штатах все они официально считаются астронавтами, совершившими суборбитальные космические полеты (с вручением соответствующих нашивок), в то время как FAI признала лишь те полеты, в которых была достигнута высота более 100 км.

Конечно, поскольку в реальности вопрос об определении границы космоса не является чисто научным, а включает в себя ряд правовых аспектов, сложно рассчитывать на то, что работа Макдауэлла приведет к ее пересмотру. Вряд ли государства планеты захотят уменьшить зону своих интересов на целых 20 км. Однако результаты проведенного исследования вполне могут пригодиться специалистам, изучающим верхние слои земной атмосферы и их влияние на космическую технику.

НАНО СПУТНИКИ

для

МИНИ

ракет

РЕДАКЦИОННЫЙ ОБЗОР



NASA

Спутники стандарта CubeSat — самый дешевый на данный момент и доступный для коммерческих клиентов способ организовать научные и технологические исследования на околоземной орбите. Как правило, такие аппараты несут ограниченное число инструментов. Они станут основной полезной нагрузкой для легких частных ракет. Сейчас «кубсаты» массово запускаются с борта МКС (в частности, с помощью специального шлюза на японском модуле «Кибо»).

Еще совсем недавно космос оставался уделом небольшого клуба государств. США, СССР (Россия), Китай, Япония, страны Евросоюза — вот практически и весь перечень тех, кто до сравнительно недавнего времени имел возможность создавать сложные космические аппараты и обладал средствами их доставки на орбиту. Но за последние десятилетия ситуация радикально изменилась. Наступила эпоха, когда частные компании могут запустить автомобиль к Марсу, а на коммерческие туристические рейсы за пределы атмосферы уже всюю продаются билеты.

Однако изменился не только пусковой рынок — изменилась и сама космическая техника. Конечно, большие, сложные и крайне дорогостоящие аппараты никуда не делись. Но теперь к ним добавился абсолютно новый класс малых спутников (их еще принято называть наноспутниками).

Как правило, подобные аппараты строятся на базе платформы «кубсат» (CubeSat). Она была разработана в 1999 г. Калифорнийским политехническим университетом и Стэнфордским университетом с целью упрощения создания сверхмалых студенческих и любительских спутников. Тем не менее, проект, изначально имевший образовательную направленность, оказался весьма успешным с финансовой точки зрения.

Популярность платформы обусловлена ее стандартизованностью. Спутники-кубсаты собираются из типовых блоков (юнитов), имеющих размер 10×10×10 см и массу не более 1,33 кг. В зависимости от поставленных задач они могут состоять из одного или нескольких юнитов. За годы существования платформы под нее были разработаны многие стандартные конструкционные элементы (батареи, платы, датчики, системы коммуникации), что позволило существенно снизить их стоимость.

Еще один немаловажный фактор, способствовавший успеху платформы — упрощенная процедура отправки в космос. При запуске обычных спутников, даже самых небольших, заказчику приходится платить пусковому оператору за адаптацию

своего аппарата к пространству под головным обтекателем ракеты-носителя и разработку под него индивидуального пускового контейнера. Стоимость подобных операций может даже превышать стоимость создания самого аппарата.

Для размещения же кубсатов используются типовые транспортные контейнеры. Соответственно отпадает необходимость платить за их адаптацию, вдобавок они позволяют вывести на орбиту большое количество аппаратов за один пуск. Порой такие спутники и вовсе запускаются «вручную» — путем их выброса в космическое пространство членами экипажа МКС во время выходов в открытый космос или через специальные шлюзы.

Благодаря перечисленным факторам средняя стоимость одного кубсата в настоящее время составляет 40-50 тыс. долларов. Это привело к тому, что строительство космических аппаратов перестало быть привилегией, доступной лишь небольшому клубу избранных стран. Теперь их могут создавать практически все — от частных компаний до школьников.

Все это произвело настоящую революцию на космическом рынке. На основе платформы CubeSat стали создаваться целые спутниковые созвездия, состоящие из десятков и даже сотен малых аппаратов. По состоянию на апрель 2018 г. на околоземные орбиты выведено уже свыше 800 спутников-кубсатов, и их количество продолжает увеличиваться.

Конечно, даже с учетом названных обстоятельств может создаться впечатление, что к малым спутникам не стоит относиться всерьез.

Казалось бы, какие важные задачи может выполнять аппарат, по размерам ненамного превышающий кубик Рубика?

Тем не менее, сфера потенциального применения малых спутников весьма велика. В силу своей дешевизны подобные аппараты являются идеальным средством для отработки различных перспективных технологий, начиная солнечным парусом и заканчивая гарпуном для уборки фрагментов космического мусора.

Помимо испытаний новой техники и проведения экспериментов, ма-

▼ Предполагаемый вид наноспутника RainCube после полного развертывания. Этот аппарат в числе прочих был запущен с борта МКС 13 июля 2018 г. Он поможет улучшить и уточнить существующие климатические модели, позволяя делать более надежные предсказания погоды. Для этого, в частности, на низкой околоземной орбите должна быть создана многочисленная спутниковая группировка, ведущая постоянный мониторинг атмосферных процессов с высоким разрешением и оперативно передающая его результаты специалистам для последующей обработки (в масштабе вплоть до нескольких минут). Поэтому еще одна задача RainCube — отработка компонентов такой спутниковой архитектуры.



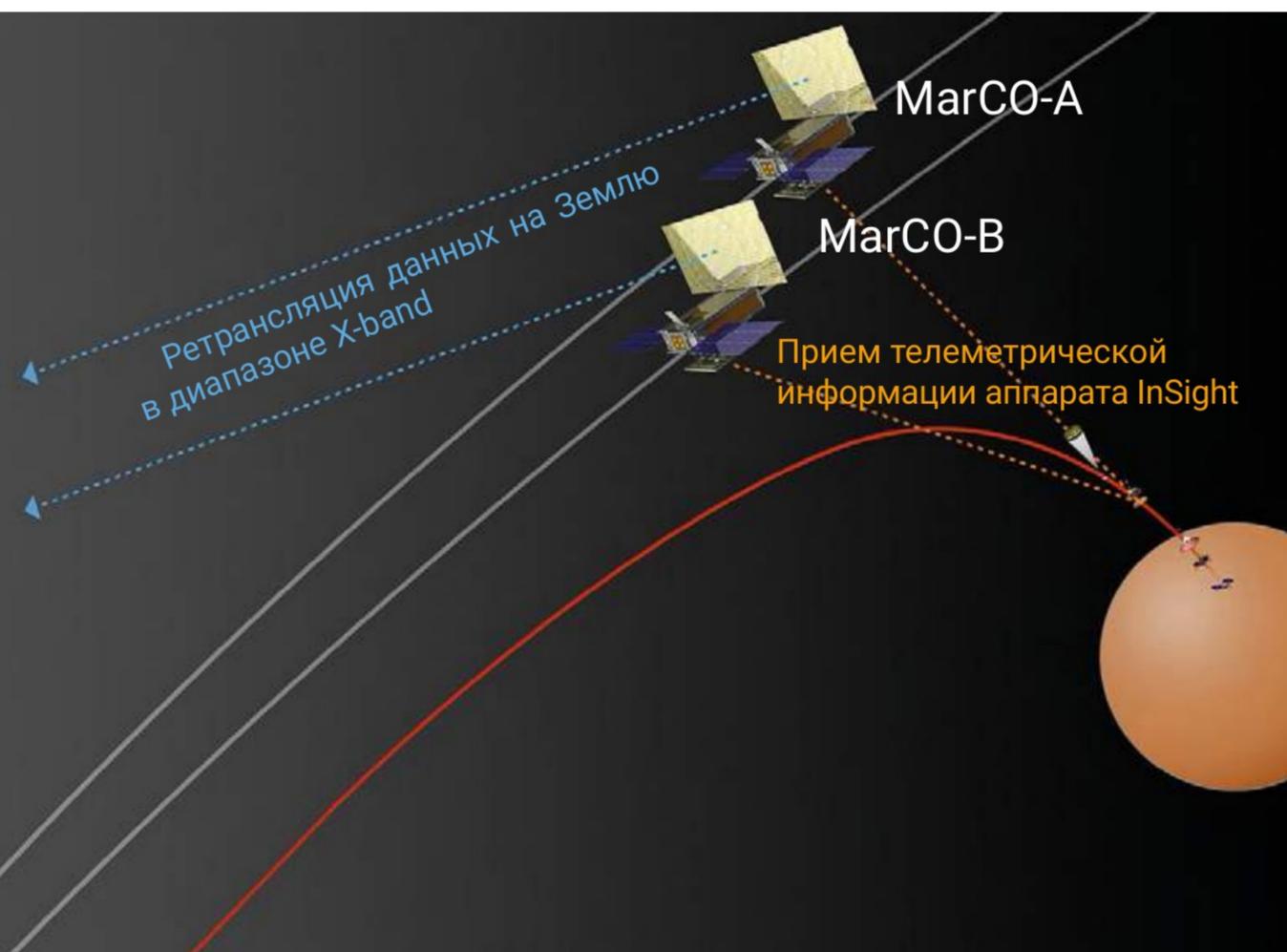
лые аппараты также имеют солидный коммерческий потенциал. Прорыв в электронике и технологиях миниатюризации позволил создать небольшие, относительно дешевые, но вместе с тем достаточно мощные инструменты, которые можно устанавливать даже на весьма компактные спутники. В качестве наглядного примера лучше всего привести компанию Planet Labs. На данный момент она обладает группировкой из почти двух сотен спутников Dove, собранных из трех юнитов CubeSat. Каждый из них оснащен мощным телескопом и камерой для съем-

ки земной поверхности. Это крупнейшая спутниковая группировка, когда-либо существовавшая на околоземной орбите. Благодаря ей Planet Labs может раз в сутки получать полное изображение всей поверхности Земли с разрешением до 5 м. Такой возможности нет даже у американских военных.

Съемка поверхности — лишь один из многочисленных вариантов применения малых аппаратов. Их можно использовать для наблюдений за погодой, сельскохозяйственными угодьями, предупреждения о стихийных бедствиях, раздачи Интернета, ре-

▼ Зонды MarCO не будут выходить на ареоцентрическую орбиту — они должны участвовать в ретрансляции данных о спуске и посадке на Марс аппарата InSight, находясь на «пролетной» траектории. Та же функция возложена на спутник Mars Reconnaissance Orbiter (NASA), работающий в окрестностях Красной планеты с 2006 г.

▼ Инженер Джоэль Штайнкраус из Лаборатории реактивного движения NASA (Joel Steinkraus, Jet Propulsion Laboratory) осуществляет тестирование фотогальванических панелей одного из аппаратов MarCO (Mars Cube One) — первых миниспутников стандарта CubeSats, отправившихся в межпланетное путешествие вместе с основным зондом InSight. В процессе перелета с их помощью будут протестированы новые технологии терморегулирования, навигации и связи на больших расстояниях. Аппаратам предстоят суровые испытания, связанные с перепадами температур и воздействием высокоэнергетического излучения в дальнем космосе.



► Для большей надежности к Марсу отправили два минизонда MarCO — на случай, если с одним из них произойдет что-нибудь серьезное за время межпланетного перелета (вероятность чего достаточно велика). На каждом из аппаратов установлено по 8 маневровых микро ракетных двигателей, работающих на сжатом гексафторпропане R236FA, используемом, например, в огнетушителях. Они будут применяться для небольших коррекций траектории. С целью поддержания ориентации зонды используют гироскопы, что нехарактерно для наноспутников (обычно их положение стабилизируется за счет магнитного поля Земли, но в межпланетном пространстве такой способ непригоден).



гулирования транспортных потоков и многих других задач. Более того, поскольку прогресс не стоит на месте, технические возможности наноспутников постепенно приближаются к возможностям их «больших братьев». Для них разрабатываются новые системы управления, более эффективные солнечные батареи, аккумуляторы, двигатели, которые позволяют заметно увеличить срок их службы. Все это еще сильнее размывает традиционную границу между различными классами спутников.

Неудивительно, что многие космические агентства уже всерьез изучают идею использования таких аппаратов в межпланетных миссиях. Логика весьма проста: зачем тратить годы на строительство и запуск одной дорогостоящей станции, потеря которой по-

ставит крест на всей программе, если можно запустить в космос множество весьма дешевых однотипных зондов, оснатив каждый каким-то научным инструментом. Да, часть из них будет потеряна во время перелета. Но благодаря массовости достаточно много их все же доберется до пункта назначения и выполнит поставленные задачи.

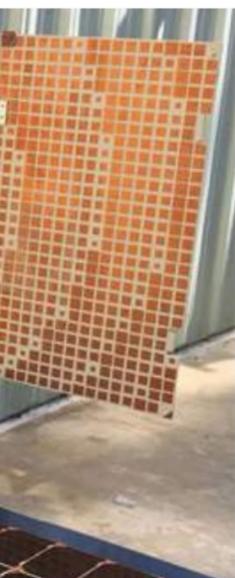
Именно такая концепция легла в основу нашумевшего проекта Breakthrough Starshot, инициированного пару лет назад Юрием Мильнером и Стивеном Хокингом (Stephen Hawking). Его цель — отправка к ближайшей звезде Проксима Центавра целого роя наноспутников весом около грамма, которые смогли бы добраться до нее за время жизни одного поколения.

Звучит как фантастика? Без-

условно. Но еще в конце прошлого века заявление о том, что частные компании научатся запускать ракеты и сажать их отработанные ступени, а спутники размером с коробку из-под обуви, собранные из компонентов, которые продаются в магазине электроники, смогут составить конкуренцию разведывательным аппаратам государственных спецслужб, вероятно, показалось бы такой же фантастикой. Для нас же это уже вполне обыденные вещи.

В мае текущего года NASA в очередной раз произвела сенсацию, отправив к Марсу два аппарата MarCO (Mars Cube One), построенных на базе платформы CubeSat. Цель миссии — проверка того, как зонды, не имеющие никакой специализированной защиты от радиации, выдержат полет в межпланетном пространстве. Если они доберутся до Марса в работоспособном состоянии, то примут участие в эксперименте по ретрансляции посадочной телеметрии основного аппарата InSight на Землю.

Успех MarCO должен открыть новую главу в летописи освоения космоса. В будущем подобные аппараты-попутчики, скорее всего, станут неотъемлемой частью многих межпланетных экспедиций. Так, во время запланированного на 2020 г. первого запуска тяжелой ракеты SLS американское аэрокосмическое ведомство собирается отправить в окрестности Луны целую флотилию зондов стандарта CubeSat. Аналогичные планы имеет и ESA: в следующем десятилетии европейцы планируют запустить исследовательский аппарат к двойному астероиду Дидим (65803 Didymos). И как знать... возможно, подобным миниатюрным автоматическим разведчикам действительно удастся проложить дорогу к звездам? ■



◀ Небольшое черное пятнышко на фоне Земли — спутник HaloSat, удаляющийся от МКС после запуска 13 июля 2018 г.



▲ 13 июля с борта МКС на самостоятельную орбиту был выведен малый спутник HaloSat, собранный из шести юнитов CubeSat. Его основная задача — изучение распределения горячего газа в гало Млечного Пути (протяженной области пространства сферической формы, окружающей нашу звездную систему и «населенной» в основном старыми красными карликами). Полученные данные должны помочь ученым найти скрытую материю нашей Галактики. Предполагается, что часть этого вещества, непосредственно не наблюдаемого, но регистрируемого по гравитационному воздействию, может находиться в гало. Астрономы попытаются отыскать его путем регистрации излучения специфической спектральной линии кислорода (это поможет «отфильтровать» излучение более близких объектов — солнечного ветра и газовых облаков вблизи главной галактической плоскости).

HaloSat весит 12 кг и имеет размеры 30×20×10 см. Его научная «начинка» состоит из трех детекторов гамма-лучей. Спутник был построен в рамках спонсируемой NASA программы ELaNa, направленной на поддержку научных миссий с использованием малых аппаратов.

Orbital
Sciences:

ОТ "ПЕГАСА"

ДО "РАССВЕТА"

РЕДАКЦИОННЫЙ ОБЗОР

NASA / Bill Hagalis

◀ *Этот снимок пуска ракеты Antares, произведенного 18 сентября 2013 г. со Среднеатлантического регионального космопорта MARS на острове Уоллопс (штат Вирджиния), выглядит необычным, поскольку он сделан в ближнем инфракрасном диапазоне и частично представлен в условных цветах. Небо на нем кажется темным, хотя на самом деле Солнце в момент съемки находилось высоко над горизонтом (его присутствие выдает цепочка бликов, тянущаяся из левого верхнего угла в правый нижний). Ракета вывела на орбиту беспилотный корабль Cygnus, доставивший на МКС 589 кг грузов.*

Одной из характерных особенностей американской (и в меньшей степени — европейской) космонавтики изначально была вы-

сокая вовлеченность частных компаний в космические проекты, продвигаемые и финансируемые государством. Чаще всего участниками таких проектов становились авиационные гиганты наподобие Boeing или производители электронных компонентов — например, IBM. Однако уже в 70-е годы прошлого века начала оформляться особая категория «частников», специализирующихся именно на аэрокосмических подрядах. Особое место среди них, безусловно, занимала публичная акционерная компания Orbital Sciences (позже — Orbital ATK), недавно ставшая подразделением корпорации Northrop Grumman.

В отличие от SpaceX или Blue Origin, за этой компанией не стоит никакая публичная персона, с которой бы ее можно было однозначно ассоциировать. Orbital Sciences была основана в 1982 г. выпускниками Гарвардской бизнес-школы Дэвидом Томпсоном, Брюсом Фергюсоном и Скоттом Уэбстером (David Thompson, Bruce Ferguson, Scott Webster), не имевшими поначалу никакого отношения к космонавтике, но удачно «прочувствовавшими» ее тренды. Финансировал предприятие техасский нефтяной магнат Фред Элкорн (Fred Alcorn). Для размещения

штаб-квартиры был выбран городок Даллес в штате Вирджиния, где расположен международный аэропорт Вашингтона и один из крупнейших аэрокосмических музеев.

Уже в 1985 г. компания заключила первый контракт с NASA, а к 1988 г. ее финансовое положение укрепилось настолько, что она оказалась в состоянии купить часть производственных мощностей Space Data Corporation — одного из главных мировых поставщиков суборбитальных твердотопливных ракет и их компонентов. Идея заключалась в том, чтобы создать легкий носитель воздушного базирования для сравнительно дешевой доставки небольших спутников на низкие орбиты.

Такая ракета была создана в рекордно короткие сроки. Она получила название Pegasus. Ее первый запуск состоялся 5 апреля 1990 г. В качестве самолета-носителя послужил бомбардировщик B-52 Stratofortress, принадлежащий NASA. В результате пуска на околоземную орбиту был успешно выведен экспериментальный спутник NavySat.

Трехступенчатый носитель Pegasus, оснащенный твердотопливными двигателями и способный выводить на низкие орбиты полезную нагрузку массой до 450 кг, оказался весьма удачной разработкой. Вплоть до декабря 2016 г. состоялось 43 его запуска (из них три аварийных и два частично успешных; начиная с 1997 г. все

старты происходили безукоризненно). В качестве «воздушного космодрома», кроме B-52, использовался также самолет Lockheed 1011, взлетавший с мыса Канаверал, авиабаз Эдвардс и Ванденберг (штат Калифорния), острова Уоллопс (штат Вирджиния), атолла Кваджалейн и аэродрома Аэреа де Грандо на острове Гран Канария. Pegasus отправил в космос такие известные орбитальные обсерватории, как аппарат для исследований гамма-вспышек HETE, инфракрасный телескоп WIRE, ультрафиолетовый телескоп GALEX и рентгеновскую обсерваторию высоких энергий NuSTAR. Из-за отсутствия необходимости в специальном наземном стартовом оборудовании стоимость одного запуска получалась действительно невысокой (около 40 млн долларов), что, естественно, добавило Orbital Sciences популярности, обеспечив ее частными клиентами.

Компания также занимается разработкой носителей наземного базирования. Наиболее успешным ее проектом в этом направлении является семейство Minotaur — его представители стартовали уже 18 раз, причем все пуски были безаварийными (Minotaur I запускался 11 раз, Minotaur IV — 6 раз; последний представитель семейства — Minotaur V — 7 сентября 2013 г. вывел на траекторию полета к Луне исследовательский аппарат LADEE). Это четырехступенчатые твердотопливные ракеты, созданные на основе межконтинентальной баллистической ракеты Minuteman. 16 декабря 2006 г. Minotaur I впервые стартовал со Среднеатлантического регионального космопорта на острове Уоллопс у побережья штата Вирджиния (Mid-Atlantic Regional Spaceport — MARS). Позже эта площадка стала базой для пусков Orbital Sciences.

Еще одно направление деятельности компании — создание автоматических межпланетных аппаратов. Один из них — «астероидный разведчик» Dawn («Рассвет») — был запущен в 2007 г., в 2011-2012 гг. вел исследования астероида Весты (4 Vesta), а с марта 2015 г. находится на орбите вокруг карликовой планеты Цереры (1 Ceres).

▼ Трехступенчатый твердотопливный носитель воздушного базирования Pegasus перед установкой на «летающий космодром» — самолет B-52. Система может доставлять на низкие околоземные орбиты полезную нагрузку массой почти полтонны.



С 2006 г. Orbital Sciences разработывала двухступенчатый носитель Taurus II, позже переименованный в Antares. Он изначально создавался «в комплекте» с беспилотным кораблем Cygnus, предназначенным для доставки грузов на МКС. Его первый полет состоялся 21 апреля 2013 г. (пуск произведен с площадки 0A космопорта MARS). Кроме массогабаритного макета грузового корабля, на орбиту были выведены четыре экспериментальных микроспутника. 18 сентября того же года «грузовик» Cygnus отправился к орбитальному комплексу в рамках демонстрационного полета и состыковался с ним при помощи причального манипулятора Canadarm2, доставив на МКС 700 кг продуктов питания и расходных материалов. 9 января 2014 г. начался его первый коммерческий рейс по контракту с NASA.

Поскольку компания имела не-

достаточно опыта в области работы с большими жидкостными ступенями и криогенными компонентами (жидкий кислород), договора на создание основной конструкции первой ступени носителя Antares были заключены с украинскими государственными предприятиями КБ «Южное» (разработка) и ПО «Южный машиностроительный завод» (изготовление). Первоначально на ней устанавливались два кислородно-керосиновых ракетных двигателя AJ-26, представлявших собой разработанную компанией Aerojet и лицензированную в США для использования на американских ракетах-носителях модификацию советского двигателя НК-33. Эти двигатели, в свою очередь, были изготовлены в 1970-х годах для тяжелой советской ракеты Н-1 (так и не совершившей ни одного успешного полета) и куплены в середине 1990-х годов



▲ Уже в ходе своего первого пуска, состоявшегося 6 сентября 2013 г., носитель Minotaur V вывел на траекторию полета к Луне американский исследовательский аппарат LADEE (Lunar Atmosphere and Dust Environment). Это был 24-й старт ракеты семейства Minotaur и ее пятый запуск с острова Уоллопс.

по цене 1 млн долларов за штуку у СНТК им. Кузнецова. Модификация производилась путем снятия части оснастки с оригинальных НК-33, добавления американской электроники, адаптации двигателя к производимому в США топливу, а также оснащения карданным шарниром для управления вектором тяги. Данная версия была предназначена для запуска полезных грузов массой до 5,5 т на низкую опорную орбиту.

В конце 2013 г. в связи с ограниченным количеством купленных

двигателей AJ-26 Orbital Sciences организовала тендер, в котором, среди прочих, участвовали две российских компании — КБ «Кузнецов» и научно-производственное объединение «Энергомаш». В мае 2014 г. было объявлено, что двигателем, который заменит уже не производящийся AJ-26 (НК-33), станет РД-181, разработанный НПО «Энергомаш» специально для ракеты Antares — облегченная и меньшая по размеру версия двигателя РД-191, применяемого в носителе «Ангара». Его преиму-

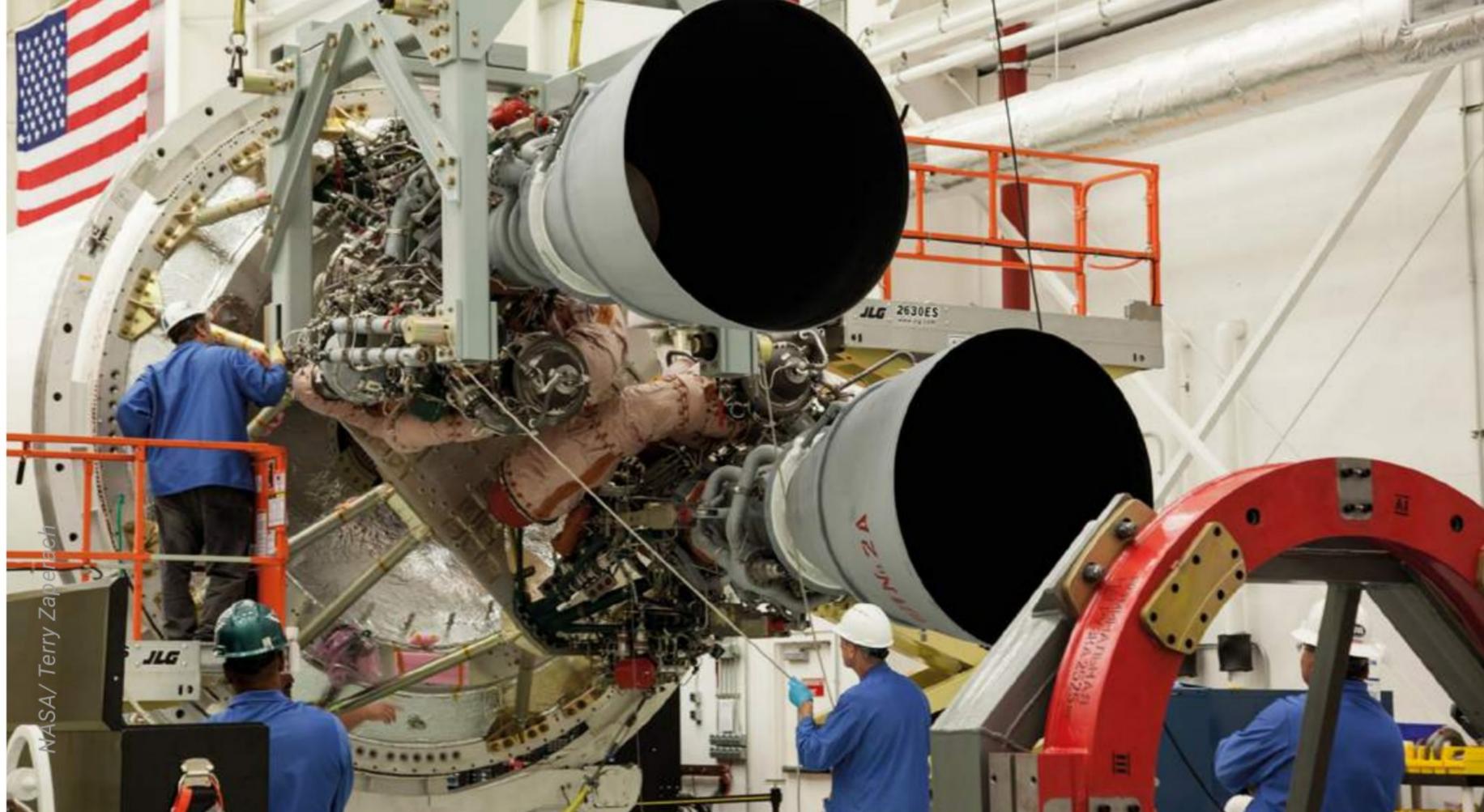
ществом перед НК-33 является более высокая мощность, что позволит выводить на орбиту полезную нагрузку большей массы. Кроме того, он должен поставляться в США в готовом виде.

22 мая 2014 г. на огневых испытаниях произошла нештатная ситуация с двигателем AJ-26, что привело к переносу очередной миссии на МКС (Cygnus CRS Orb-2). А 28 октября 2014 г. Antares взорвался вскоре после отрыва от стартовой позиции, полностью разрушившись и уничтожив полезную нагрузку. Повреждения наземной инфраструктуры также оказались достаточно серьезными — на их устранение и доработку носителя ушло почти два года, прежде чем запуски удалось возобновить (все это время Cygnus выводили на орбиту с помощью ракеты Atlas V, заказываемой у концерна United Launch Alliance). После этой аварии было объявлено о замене двигателя первой ступени на РД-181, независимо от наличия доступных AJ-26.

В декабре 2014 г. был заключен контракт между Orbital Sciences и НПО «Энергомаш», обязавшимся поставить 20 двигателей с возможностью опциона на закупку дополнительных РД-181 после 31 декабря 2021 г. Стоимость сделки составила 224,5 млн долларов (в эту сумму входит не только цена двигателей, но и целый набор услуг — подготовка, установка на ракету, проведение испытаний). Первые два двигателя прибыли в США уже в июне 2015 г.

Всего до настоящего времени проведено восемь пусков ракеты Antares (все — с космопорта MARS), аварийным оказался только один. Первый старт с использованием двигателей РД-181 состоялся 17 октября 2016 г.

29 апреля 2014 г. Orbital Sciences объявила о слиянии с компанией Alliant Techsystems и переименовании в Orbital ATK. Процедура слияния была завершена 9 февраля 2015 г. В качестве одного из последних достижений новой компании можно назвать создание орбитального телескопа TESS (Transiting Exoplanet Survey Satellite) для поисков планет иных звезд транзитным методом, который был запущен 18 апреля 2018 г. с космодрома на



▲ После аварии 28 октября 2014 г. все первые ступени носителя Antares вместо двигателей AJ-26 оснащаются двигателями РД-181, производимыми в России (уже в соответствии с американскими техническими требованиями). Их установка на первую ступень производится в цехах Orbital Sciences на территории США.

► Инженеры Orbital Sciences устанавливают на первую ступень ракеты Antares двигатели AJ-26, которые представляют собой доработанные советские двигатели НК-33, созданные в 70-е годы прошлого века для сверхмощной ракеты Н-1.

▼ Первая ступень ракеты Antares производится на украинском предприятии «Южмаш», которое имеет большой опыт создания носителей, работающих на жидком кислороде и керосине.



мысе Канаверал с помощью ракеты Falcon 9. С 5 июня 2018г. эта компания вошла в состав корпорации Northrop Grumman — одного из лидеров американской аэрокосмической и военной промышленности — и стала ее четвертым бизнес-подразделением (под названием Northrop Grumman Innovation Systems). Его руководителем избран бывший вице-президент Orbital ATK Блейк Ларсон (Blake Larson). Сумма сделки превысила 9 млрд долларов. ■

Выбраны компании для суборбитальных коммерческих пусков

За последние годы NASA инициировала большое количество программ, направленных на стимулирование частной космонавтики. Наиболее известные из них — Commercial Resupply Services и Commercial Crew Program. В их рамках агентство заключило многомиллиардные контракты на доставку грузов и астронавтов на МКС с компаниями SpaceX, Orbital ATK, Boeing и Sierra Nevada.

Но NASA спонсирует и другие, более скромные в денежном выражении программы, имеющие целью поддержку компаний в иных сегментах аэрокосмического рынка. Одна из них носит название Flight Opportunities Program и предусматривает оплату государственным агентством суборбитальных пусков, осуществляемых частниками. 31 июля были объявлены названия четырех компаний, кото-

рые в ближайшие пять лет получат контракты на общую сумму 45 млн долларов.

Первая в списке — Aerostar International (Raven Aerostar), специализирующаяся на создании различных аэростатных систем как для научных, так и для военных нужд. В ее планах также значится разработка одноступенчатых ракет для подъема полезной нагрузки за пределы атмосферы.

Компания World View Enterprises занимается конструированием управляемых стратостатов, способных находиться в верхних атмосферных слоях на протяжении недель. Ее представители анонсировали планы по созданию пилотируемого аппарата аэростатного типа, который сможет доставить шестерых туристов на высоту 30 км. Как эта компания собирается осуществлять

суборбитальные полеты, пока не уточняется.

Основной «рабочей лошадкой» компании Up Aerospace является твердотопливная одноступенчатая ракета SpaceLoft XL, доставляющая 36 кг полезной нагрузки на высоту до 115 км. В общей сложности произведено уже 10 ее запусков, из них 8 были успешными.

И, безусловно, самая известная компания из списка — Blue Origin. В ее активе уже имеется суборбитальная туристическая система New Shepard, первый пилотируемый полет которой, скорее всего, состоится еще до конца этого года. Руководством компании озвучены весьма амбициозные планы по созданию семейства космических ракет, предназначенных для вывода на околоземные орбиты как беспилотных аппаратов, так и кораблей с экипажами.



▲ Концепт аэростата World View Enterprises.



▲ Ракета New Shepard на стартовой площадке.



▲ Ракета SpaceLoft XL.

► Стратостат Aerostar International.



СЛОЖНЫЙ

РЕДАКЦИОННЫЙ ОБЗОР¹

ПУТЬ

МОРСКОГО

СТАРТА

Вид с причала калифорнийского порта Лонг Бич на базирующееся в этом порту командное судно Sea Launch Commander

В 1976 г. в Советском Союзе начались работы над ракетно-космической системой «Энергия», которая должна была догнать, а в идеальном варианте — превзойти по своим техническим характеристикам американский носитель Saturn V, использовавшийся для отправки пилотируемых кораблей Apollo к Луне. Американцы весьма убедительно продемонстрировали преимущества криогенных двигателей, работающих на жидком кислороде и водороде. Однако первая ступень «лунной ракеты», обеспечивавшая прохождение самых плотных слоев атмосферы, в качестве горючего использовала более доступный и удобный в обращении керосин высокой очистки.

Тот же подход решили взять на вооружение и конструкторы «Энергии», но уже в традиционном для советских ракет параллельном исполнении (которое, кстати, нашло применение в системе Space Shuttle при установке твердотопливных ускорителей). На центральный кислородно-водородный топливный бак должно было крепиться от 4 до 6 и даже 8 боковых разгонных блоков, работающих на керосине.² По сути, каждый из них являлся первой ступенью самостоятельного достаточно мощного носителя, и именно в таком качестве изначально создавался. Несмотря на прекращение эксплуатации «Энергии», технологии, разработанные для нее, активно используются и в настоящее время. Двигатель боковых блоков РД-170 — самый мощный жидкостный ракетный двигатель в истории космонавтики — под обозначением РД-171 устанавливается на первой ступени носителя «Зенит» (в том числе в проекте «Морской старт»), а двухкамерный двигатель РД-180, спроектированный на основе РД-171 и фактически представляющий собой его «половинку», стоит на первой ступени американской ракеты Atlas V.

¹ При подготовке обзора использовались материалы сети Интернет, а также статья Виталия Егорова «Через тернии к звездам: трудности российской частной космонавтики» (с любезного согласия автора)

² Оба старта «Энергии» состоялись с использованием четырех боковых блоков. Заявленная грузоподъемность на низкую околоземную орбиту системы с восемью блоками должна была достичь 200 тонн, что почти в полтора раза превысило бы соответствующий показатель Saturn V

Восхождение к «Зениту»

Первый испытательный пуск нового носителя, получившего название «Зенит-2», состоялся 13 апреля 1995 г. с космодрома Байконур. Ракета несла макет полезной нагрузки и была оснащена специально созданной второй ступенью с кислородно-керосиновым двигателем РД-120, сконструированным ПО «Энергомаш» (в том же году он был передан для серийного производства на «Южмаш» и на данный момент является одним из немногих ракетных двигателей, которые Украина может производить самостоятельно). Всего до июля 2007 г. состоялось 37 стартов «Зенита-2», из них 29 успешных и два частично успешных.

При запусках с Байконура масса полезной нагрузки, выводимой на околоземную орбиту высотой 200 км, могла достигать 13,8 тонн. Когда «Зенит» начали использовать для коммерческих пусков в интересах иностранных заказчиков, инженеры задались целью увеличить его грузоподъемность (особенно их интересовала геостационарная орбита, которую в конце прошлого века активно осваивали многие участники рынка пусковых услуг). В принципе, этого можно достичь, не внося конструктивных изменений в ракету, а просто производя ее старты с экватора, чтобы эффективнее использовать энергию вращения нашей планеты вокруг оси. К сожалению, основная часть приэкваториальных регионов земных континентов малопригодна для строительства космодрома, а арендовать уже построенные стартовые площадки — например, на космодроме Куру во Французской Гвиане — оказывается довольно дорогим удовольствием. Тем не менее, выход из положения был найден еще в 1964 г., когда состоялись первые пуски со специально приспособленной для этих целей нефтедобывающей платформы «Сан-Марко», установленной у побережья Кении итальянским Центром аэрокосмических исследований (вплоть до 1988 г. оттуда стартовали легкие американские ракеты Apache, Scout и Tomahawk).

«Зенит» привлек внимание американских специалистов простой конструкцией и обслуживанием,

хорошими энергетическими характеристиками, технологичностью подготовки к пуску. Не последнюю роль сыграло и то, что он работает на сравнительно дешевых экологически чистых компонентах топлива.

В 1995 г. было объявлено о создании международного консорциума «Морской старт» (Sea Launch Company — SLC) со штаб-квартирой в калифорнийском городе Лонг-Бич. Его учредителями стали российская ракетно-космическая корпорация (РКК) «Энергия», а также украинские предприятия ПО «Южмаш» и КБ «Южное» с долями в уставном капитале соответственно 25%, 10% и 5%. Еще 20% акций досталось норвежской компании Aker Kværner (ныне Aker Solutions), специализирующейся на строительстве и модернизации плавучих платформ. 40-процентный пакет акций принадлежал авиационному гиганту Boeing — точнее, его подразделению Boeing Commercial Space Company, ответственному за поиск заказчиков и интеграцию полезной нагрузки. Общая стоимость проекта в то время оценивалась более чем в 3 млрд долларов.

В 1997 г. буровая платформа Ocean Odyssey, построенная еще в 1982 г. японской компанией «Сумитомо» и купленная фирмой Aker Kværner, прибыла в российский порт Выборг для монтажа пускового комплекса. После модернизации ее название было сокращено до Odyssey. На верфях Kværner Govan Ltd в Глазго построили сборочно-командное судно Sea Launch Commander, а в Санкт-Петербурге выполнялись работы по установке на него оборудования. Параллельно в Днепропетровске шла широкомасштабная доработка ракеты «Зенит» (она получила название «Зенит-3SL») под условия морского старта.

Наконец, в марте 1999 г. все три ключевых компонента системы сошлись в одном месте в заданном районе Тихого океана. После заправки, предстартовой проверки и подъема ракеты в вертикальное положение весь обслуживающий персонал с пусковой платформы перешел на командное судно, отплывшее от нее на расстояние около 5 км. 28 марта в 1 час 30 минут по всемирному времени из центра управления поступила команда «старт», заработали двигатели первой ступени носителя, он успешно оторвался от платформы и спустя 10 минут вывел на геопереходную орбиту массогабаритный макет DemoSat, полностью подтвердив работоспособность концепции.

10 октября того же года SLC осуществила первый полноценный коммерческий пуск. На геостационарную орбиту был выведен американский телекоммуникационный спутник DirecTV-1R.

▼ «Зенит-2» на стартовой площадке



Жесткая посадка

В 2000 г. «Зенит-3SL» стартовал трижды, причем один раз — неудачно (из-за проблем со второй ступенью не удалось вывести на целевую орбиту спутник ICO F-1). Всего с 1999 г. по 2014 г. SLC произвела 36 пусков, три из них закончились авариями. Это не самый высокий показатель надежности; во всяком случае, конкуренты, в указанный период активно заполнявшие рынок коммерческих пусковых услуг, часто могли продемонстрировать лучшие результаты. Для снижения издержек при выводе на геостационарную орбиту более легких спутников решено было часть стартов производить с наземной площадки, арендуемой на космодроме Байконур. Этот проект получил название Land Launch (а запускаемые с Байконура носители — индекс «Зенит-3SLB»). Первый пуск в его рамках состоялся 28 апреля 2008 г. Но это уже не спасло ситуацию: осенью того же года разразился всемирный экономический кризис...

К убыткам, в числе прочего, привела невозможность выполнить планы по наращиванию пусковой активности, включавшие осуществление двух-трех последовательных запусков за один выход на стартовую позицию. Так или иначе, 22 июня 2009 г. SLC объявила о своем банкротстве. После этого компания произвела еще несколько пусков по старым контрактам, параллельно ведя переговоры с ликвидаторами. Последний на данный момент старт с платфор-



▲ В 1996 г. на верфи Rosenberg в Ставангере (Норвегия) самоходная нефтедобывающая платформа Ocean Odyssey, за 14 лет до этого построенная на одном из японских предприятий, была переоборудована в стартовую площадку Sea Launch Odyssey. Такой тип судна впервые был применен для конкретной задачи. После установки ракеты-носителя на платформу с нее эвакуируется весь обслуживающий персонал, а ракета поднимается в вертикальное положение, из которого производится старт.

мы Odyssey состоялся 26 мая 2014 г. (предыдущий пуск 1 февраля 2013 г. был неудачным).

1 апреля 2010 г. совет директоров международного консорциума SLC принял решение передать 95% акций во владение Energia Overseas Limited — дочернего предприятия РКК «Энергия». В распоряжении компании Boeing осталось 3% акций, у Aker Solutions (бывшая Aker Kværner) — 2%. После этого поис-

ками способов возврата долгов обанкротившегося консорциума занялась российская сторона. На нее же были возложены обязанности по оплате стоянки командного судна и пусковой платформы в калифорнийском порту.

По программе «Наземный старт» после 2014 г. стартовало всего два «Зенита», хранившихся на космодроме Байконур: 11 декабря 2015 г. был запущен российский метеорологиче-

▼ «Плавающий космодром» в полном составе: командное судно Sea Launch Commander и стартовая платформа Odyssey с готовой к запуску ракетой «Зенит-3SL».



ский спутник «Электро-Л», а 26 декабря 2017 г. — ангольский спутник связи AngoSat 1, с которым в итоге так и не удалось установить нормальный контакт.

В сентябре 2016 г. стало известно, что покупателем и оператором международного проекта «Морской старт» собирается стать компания «S7 — космические транспортные системы» (филиал российской S7 Group). Тогда же РКК «Энергия» смогла в целом решить вопрос с долгами на сумму более 300 млн долларов: она предоставила корпорации Boeing места для американских астронавтов в российских космических кораблях «Союз», которые затем были перепроданы NASA.

27 сентября 2016 г. был подписан контракт между S7 Group и участниками проекта «Морской старт» на приобретение товарного знака Sea Launch, командного судна и плат-

формы Odyssey с установленным на них оборудованием, а также наземного сегмента системы в базовом порту Лонг-Бич. По словам владельца S7 Владислава Филева, сумма сделки составила около 150 млн долларов. От проектов по переносу портовой сервисной инфраструктуры в Советскую Гавань или Владивосток пришлось отказаться из-за их дороговизны и большой удаленности новых мест базирования от наиболее удобных точек запуска.

В марте 2018 г. сделка по покупке холдингом S7 Group плавучего космодрома была завершена.

Туманное будущее

Планы S7 Space пока не разглашаются в полном объеме, однако известно, что компания уже заказала украинскому ПО «Южмаш» 12 ракет «Зенит» и готова в любой момент начать консервацию «Морского старта».

Дальнейшие инвестиции компании в проект составят как минимум

еще 150 млн долларов — без учета эксплуатационных расходов в размере 30 млн долларов в год.

РКК «Энергия» останется активным участником проекта. Рассматривается также вариант сделать его полностью российским. В этом случае штаб-квартира компании будет перенесена в Москву.

От планов приспособить платформу для запусков российской модульной ракеты «Ангара» решено было отказаться. Более перспективным для этих целей признан новый носитель «Союз-5», разрабатываемый РКК «Энергия». По сути, он представляет собой модернизированную и полностью российскую копию «Зенита» на базе двигателей РД-171, которую можно запускать с плавучего космодрома без существенных конструктивных изменений последнего, а также использовать на космодроме Байконур в российско-казахстанском проекте «Байтерек».

Однако новый руководитель «Роскосмоса» Дмитрий Рогозин своим распоряжением остановил дальнейшие работы по «Союзу-5». Чиновник прокомментировал это следующим образом: «Впечатления у инженеров, что это очень напоминает «Зенит» — тот же двигатель, те же решения по диаметру. Мы смотрим иные технические решения — например, двигатели на новом топливе. Например, на метане».

...Тем временем конкуренция на международном рынке пусковых услуг стала еще острее, чем десять лет назад: его уже вовсе «перекрывает» SpaceX, на подходе — ракеты компании Blue Origin Джеффа Безоса, американские SLS, множество легких носителей... А рынок геостационарных спутников все тот же, точнее, он даже сокращается из-за увеличения срока службы уже запущенных аппаратов и ограничения числа возможных «точек стояния» (сейчас их 720 — по две на каждый градус долготы). Удастся ли российскому бизнесмену найти заказчиков и выйти на окупаемость при помощи «Зенитов» в таких условиях?

За годы своего существования проект «Морской старт» сталкивался и с техническими трудностями, и с финансовыми проблемами, и с реорганизацией компании. Тем не менее, до сих пор он остается уникальным примером международного сотрудничества в космической сфере. ■

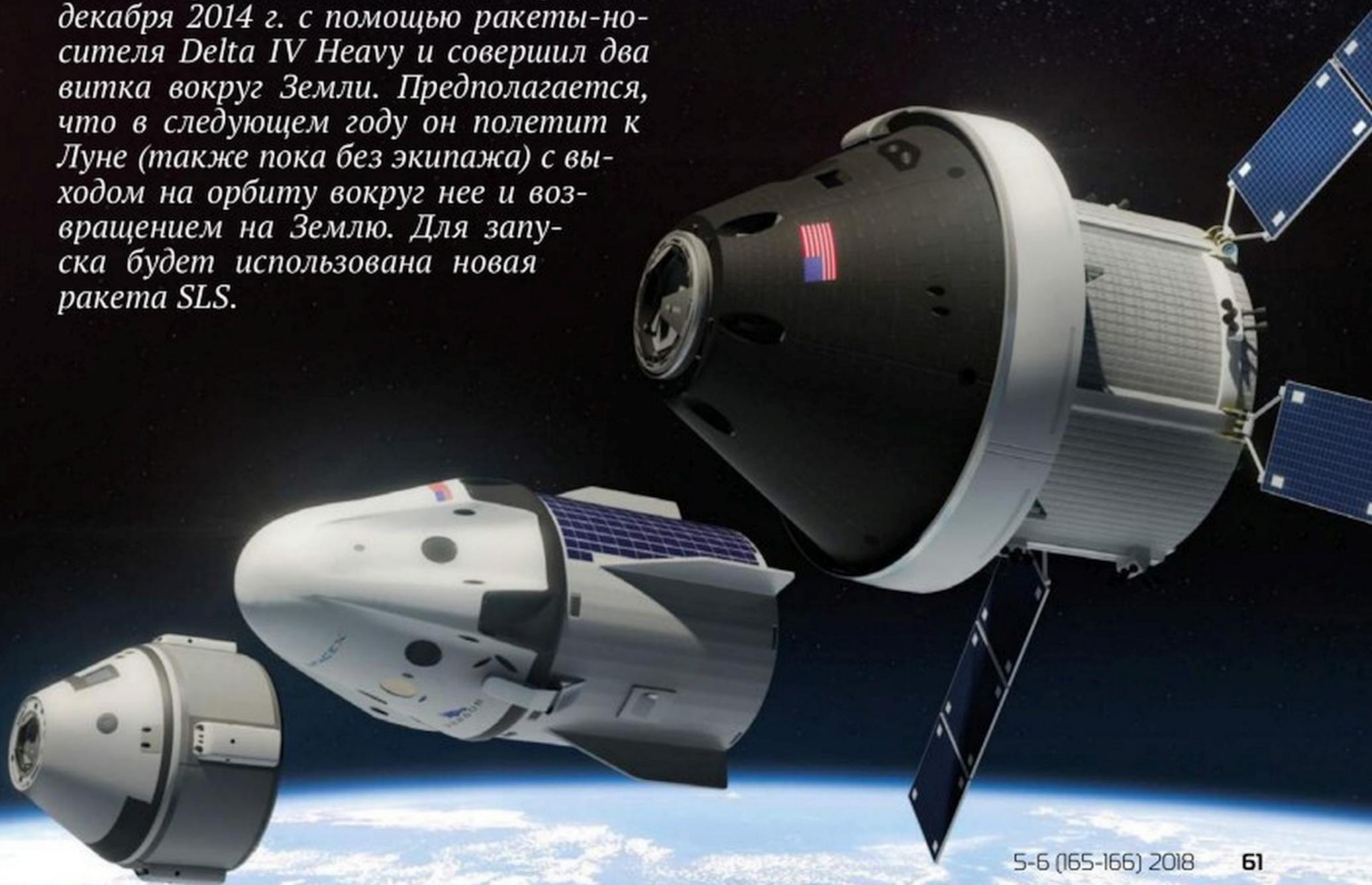
▼ Старт РН «Зенит-3SL» с платформы Odyssey



Частные пилотируемые корабли

РЕДАКЦИОННЫЙ ОБЗОР

Три перспективных пилотируемых космических аппарата, разрабатываемых в настоящее время в США. Слева направо: CST-100 Starliner компании Boeing, Dragon V2 компании SpaceX и межпланетный корабль Orion (NASA). Последний уже испытывался в беспилотном режиме — он был запущен 5 декабря 2014 г. с помощью ракеты-носителя Delta IV Heavy и совершил два витка вокруг Земли. Предполагается, что в следующем году он полетит к Луне (также пока без экипажа) с выходом на орбиту вокруг нее и возвращением на Землю. Для запуска будет использована новая ракета SLS.



Семь лет назад, 21 июля 2011 г., шаттл Atlantis коснулся посадочной полосы Космического центра им. Кеннеди на мысе Канаверал. Это событие стало финальной точкой в 30-летней истории эксплуатации американских кораблей многоразового использования. К тому моменту уже было известно, что NASA не будет создавать замену «челнокам» — теперь доставкой экипажей на МКС должны заняться частные компании.

Для этого аэрокосмическое ведомство США организовало многоэтапную программу Commercial Crew Development. Ее победителями стали компания Boeing с проектом космического аппарата CST-100 Starliner и компания SpaceX с пилотируемой модификацией своего корабля Dragon (Dragon V2).

Первые полеты новых пилотируемых аппаратов были намечены на 2017 г. Вплоть до этого года действовал контракт NASA с «Роскосмосом», предусматривающий доставку астронавтов на МКС при помощи кораблей «Союз». Однако вскоре стало ясно, что ни SpaceX, ни Boeing не укладываются в изначально намеченные сроки запусков своих кораблей. Даты их первых полетов несколько раз сдвигались, из-за чего американской аэрокосмической администрации пришлось купить дополнительные места на «Союзах».

В начале августа график полетов CST-100 Starliner и Dragon 2 снова был пересмотрен. С первым из них сейчас ситуация выглядит следующим образом: его беспилотный полет намечен на конец 2018 г., а пилотируемый — на середину 2019 г. Одной из причин переноса стала утечка топлива, выявленная во время недавних тестов двигателя системы аварийного спасения (САС). Специалисты компании уже работают над устранением проблемы, но это займет некоторое время.

На данный момент инженеры Boeing занимаются сборкой трех экземпляров CST-100. Один из них используют для полноценного теста САС, который состоится на полигоне в Нью-Мексико. Второй и третий отправятся в космос ориентировочно во второй половине следующего года. Во время первого пилотируемого полета на борту CST-100 Starliner должно находиться три астронавта. Что весьма символично, одним из них будет Крис Фергюсон (Christopher Ferguson), командовавший последней миссией Space Shuttle в 2011 г. Еще два места в капсуле займут Эрик Боу (Eric Boe), также уже летавший на шаттлах, и Николь Онапу Манн (Nicole Aunapu Mann) — для нее предстоящая миссия станет первой в космической карьере.

Что касается SpaceX, то у компании Илона Маска дела идут заметно лучше, нежели у конкурента. В июле ее инженеры завершили



▲ Слева направо: Николь Манн, Джош Кассада, Эрик Боу, Санита Уильямс и Крис Фергюсон — будущие члены экипажей корабля CST-100 Starliner, разрабатываемого компанией Boeing.

вакуумные тесты корабля Dragon V2, после чего он был доставлен в центр им. Кеннеди для подготовки к предстоящему запуску. Еще одно весомое преимущество проекта — успешное испытание САС.

Вместе с новыми пилотируемыми кораблями для доставки астронавтов на МКС Boeing и SpaceX разрабатывают также скафандры для членов экипажей. Варианты, предлагаемые компаниями, кардинально отличаются друг от друга.

Скафандры «в исполнении» дизайнеров Boeing напоминают классический «тыквенный костюм» NASA, официально известный как «усовершенствованная система спасательного космического костюма» (ACES), но, в отличие от него, имеют не оранжевый, а ярко-синий цвет. Их собираются изготовить из более прочного и тонкого материала, состав которого пока не раскрывается. Масса одного такого костюма не превысит 9 кг, включая интегрированную обувь (у ACES этот показатель равен 13,6 кг).

▼ Астронавт NASA Крис Фергюсон в скафандре фирмы Boeing внутри макета CST-100 Starliner.

► Крис Фергюсон во время «примерки» скафандра, создаваемого компанией Boeing для членов экипажей своих кораблей (он имеет рабочее название Boeing Blue).



Недавно свое видение космического костюма представил также основатель и руководитель компании SpaceX Илон Маск (Elon Musk), опубликовав эту фотографию полной версии скафандра на фоне капсулы корабля Crew Dragon. Его дизайн более футуристичен — пользователи социальной сети Instagram, где были выложены снимки, отметили, что он выглядит почти как в научно-фантастических фильмах.

Костюм в основном белый с черными деталями, и на первый взгляд он кажется слишком тонким и эстетичным для полностью функционального скафандра. Однако на пресс-конференции в феврале Маск заверил журналистов: «Он гарантированно работает. Вы можете просто зайти в нем в вакуумную камеру, и все будет в порядке».

Одним из самых интересных аспектов скафандра SpaceX является то, что он создан легендарным голливудским дизайнером Хосе Фернандесом (José Fernández), разработавшим костюмы для таких блокбастеров, как «Чудо-женщина», «Росомаха», «Бэтмен против Супермена» и «Капитан Америка: гражданская война».



▲ Санита Уильямс внутри макета корабля Dragon V2

► Полная версия скафандра компании SpaceX



▼ Слева направо: астронавты NASA Боб Бенкен, Дуг Харли, Майк Хопкинс и Виктор Гловер на фоне капсулы корабля Dragon V2, в которой им предстоит отправиться в космос.



возможных вариантов, призванных не допустить появления подобного «разрыва». В частности, агентство изменило контракт с корпорацией Boeing: теперь во время первого пилотируемого полета CST-100 на его борту будут находиться три астронавта. Двое вернутся на Землю через две недели вместе со спускаемым аппаратом, а третий войдет в состав долговременного экипажа МКС. Также рассматривается предложение перенести посадку «Союза» с последним оплаченным местом с ноября 2019 г. на январь 2020 г.

Согласно текущему графику, первый беспилотный полет Dragon V2 намечен на ноябрь 2018 г., пилотируемый рейс с двумя астронавтами — на апрель 2019 г. Основной проблемой SpaceX является не сам корабль, а ракета Falcon 9, которой необходимо пройти сертификацию для пилотируемых полетов. NASA имеет опасения по поводу конструкции баков наддува высокого давления. Именно их дефекты привели к взрыву носителя на стартовой площадке в 2016 г. Инженеры SpaceX спроектировали новую версию баков, но они еще не прошли квалификацию государственных экспертов.

С учетом всех этих обстоятельств нельзя исключить, что через некоторое время заявленные даты первых стартов кораблей Boeing и SpaceX снова будут перенесены. В июле Счетная палата США выпустила отчет, посвященный ходу выполнения программы. По оценкам независимых аудиторов, с очень большой долей вероятности CST-100 Starliner и Dragon V2 совершат первые полеты лишь в конце 2019 — начале 2020 г. К этому моменту контракт между NASA и «Роскосмосом» завершится, в результате чего американские астронавты могут на несколько месяцев лишиться доступа на МКС.

В связи с этим NASA рассматривает несколько

Наконец, не исключен и вариант продления в том или ином виде контракта с «Роскосмосом». В российской госкорпорации уже заявили о готовности предоставить места американским астронавтам в случае возникновения новых задержек с первыми полетами частных космических аппаратов.

Так или иначе, очевидно, что испытания новых американских кораблей с участием экипажей начнутся уже в обозримом будущем. Недавно представители NASA официально объявили, кто же отправится в космос в ходе первых миссий Dragon V2. В тестовом полете им будут управлять Роберт Бенкен и Дуглас Харли (Robert Behnken, Douglas Hurley). Оба уже дважды поднимались за пределы атмосферы на «челноках» Space Shuttle. Регулярное «пассажирское сообщение» с МКС на борту корабля компании SpaceX откроют Майкл Хопкинс (Michael Hopkins), имеющий на своем счету одну экспедицию на орбитальный комплекс, и «космический новичок» Виктор Гловер (Victor Glover).

Первая штатная миссия на МКС аппарата CST-100 Starliner состоится с участием Джоша Кассады (Josh Cassada), еще ни разу не летавшего в космос, и опытной астронавтки Саниты Уильямс (Sunita Williams), побывавшей на станции уже дважды. ■

РЕДАКЦИОННЫЙ ОБЗОР

Возвращение

на

ЛУ

Американский астронавт Юджин Сернан (Eugen Sernan) — последний человек, стоявший на лунной поверхности в XX веке. Возможно, уже вскоре Луна примет новых космических путешественников...

Последний в XX веке выход человека на лунную поверхность завершился 13 декабря 1972 г. Командир экспедиции Apollo 17 Юджин Сернан (Eugene Sernan) поднялся по ступенькам посадочного модуля, после чего обернулся, окинул прощальным взглядом местность и посмотрел на Землю. По его словам, в этот момент он отчетливо понимал, что уже никогда не вернется на Луну.

В то же время американский астронавт был уверен, что к концу столетия на спутнике нашей планеты построят обитаемую станцию, а в местах посадок всех шести лунных модулей — особенно Apollo 11 — установят памятники. Именно поэтому Сернан оставил на Луне любимую камеру Hasselblad 500: он надеялся, что, когда люди вернуться, то смогут изучить, как космическая радиация влияет на линзы. Спустя 45 лет камера все так же ждет нового поколения космических исследователей.

Все эти годы разговоры о возобновлении пилотируемых полетов к нашему естественному спутнику оставались чем-то вроде стандартных обещаний политиков о резком и необратимом улучшении жизни избирателей после очередных выборов. В реальности же в этом направлении не предпринималось никаких особо активных действий. Ситуация начала ощутимо меняться лишь в последние годы. Сейчас перспектива возвращения человека на Луну уже к середине следующего десятилетия кажется весьма реальной. Впрочем, не все так просто...

НЛУ

**кооперация,
конкуренция или
новая гонка?**

Отменить нельзя финанси́ровать

В 2004 г. администрация президента США Джорда Буша-младшего с большой помпой объявила о начале новой, крайне амбициозной космической программы Constellation. Одной из основных ее целей являлась организация постоянного присутствия человека на Луне к 2020 г. Однако уже в 2010 г., после избрания президентом Барака Обамы, эта программа была закрыта. В условиях мирового финансового кризиса американское руководство оказалось не готово финансировать строительство лунных поселений.

Тем не менее, NASA продолжила разработку одного из элементов Constellation — космического корабля Orion, способного совершать полеты за пределы низких околоземных орбит. В 2014 г. состоялось успешное испытание его герметич-

ной капсулы, рассчитанной на четырех членов экипажа. При этом вопрос о том, для чего же нужен Orion, оставался открытым. Администрация Обамы «продавливала» проект астероидной миссии ARM (Asteroid Redirect Mission), в рамках которой корабль должен был отправиться к небольшому околоземному астероиду и доставить его на окололунную орбиту с помощью специального автоматического буксира.

Однако почти сразу после анонса миссия подверглась серьезной критике. Далеко не все представители американской космической отрасли испытывали энтузиазм по поводу этого проекта, считая его ненужным распылением ресурсов. Он не пользовался особой поддержкой и в Конгрессе, во многом «выживая» лишь за счет его активного продвижения администрацией Обамы.

В любом случае, для миссий к Луне и другим телам Солнечной системы отдельно взятого корабля явно недостаточно — требуется еще и носитель. Из ныне существующих ракетно-космических систем ни одна не способна отправить снаряженный Orion в межпланетный полет. Поэтому NASA приступила к созданию сверхтяжелой ракеты SLS (Space Launch System), позиционируемой как преемник легендар-

ного Saturn V. Ее базовая версия должна иметь возможность выводить на низкую орбиту 70 тонн груза (усиленная модификация — до 130 тонн).

Проект SLS тоже не избежал критики. Многие эксперты советовали NASA отказаться от сверхтяжелой ракеты в пользу сборки корабля на орбите с использованием уже имеющихся носителей, справедливо указывая, что новая система «съест» слишком много ресурсов при достаточно ограниченном бюджете космического агентства, который с 2010 до 2013 г. был урезан почти на 10% (с 18,72 до 16,87 млрд долларов).

В дальнейшем эти опасения во многом подтвердились. На создание SLS уже израсходовано почти 12 млрд долларов — при том, что ракета еще ни разу не летала. Сложности возникли и с кораблем Orion, особенно с его служебным модулем, разработкой которого занимается ESA. Постоянные задержки привели к тому, что даты первого полета корабля и носителя уже несколько раз сдвигались.

Вдобавок никто в NASA не мог четко объяснить, для чего, помимо «одиночной» астероидной миссии, в принципе нужен носитель, способный доставить в космос 130 тонн груза. В этой ситуации SLS рисковал превратиться в чемодан без ручки. С одной стороны, на него уже было потрачено слишком много средств, чтобы просто от него отказаться. С другой — необходимость дальнейшего финансирования проекта вызвала много вопросов...

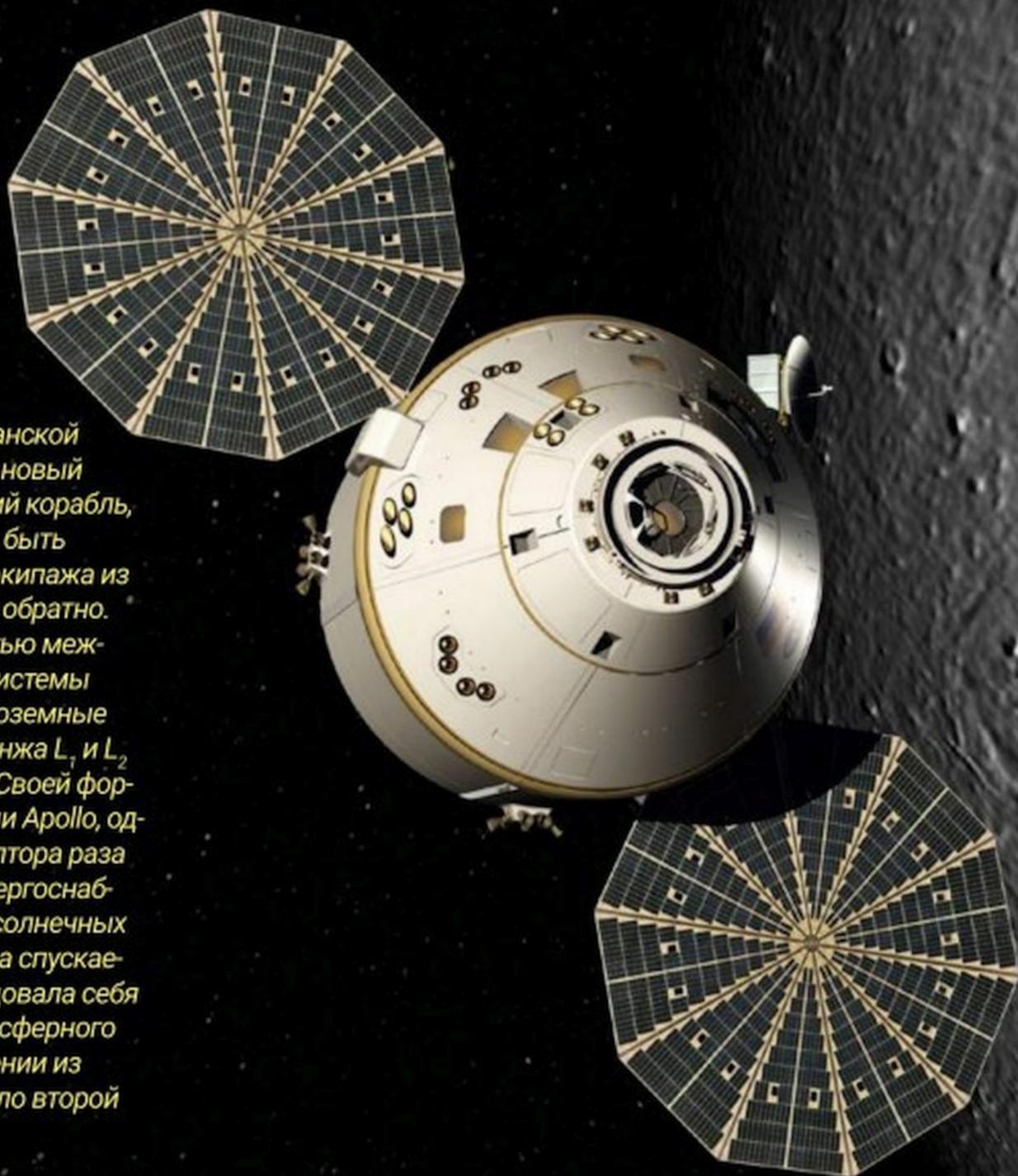
Международная окололунная станция

Смена американской администрации в очередной раз привела к изменению космических приоритетов США. В 2017 г. было объявлено об отказе от астероидной миссии ARM. Вместо этого NASA сосредоточила усилия на разработке проекта окололунной орбитальной станции, названной Lunar Orbital Platform-Gateway (LOP-G).

Новая станция будет находиться на высокоэллиптической окололунной гало-орбите с апоцентром около 70 тыс. км. Она должна стать перевалочным пунктом для

▼ Стартующая тяжелая ракета SLS (Space Launch System) в представлении художника. Изображение создано по материалам последней утвержденной версии дизайна носителя.





Еще один элемент американской программы Constellation — новый пилотируемый космический корабль, ресурсов которого должно быть достаточно для доставки экипажа из четырех человек на Луну и обратно. Он также может стать частью межпланетной транспортной системы для полетов на Марс, околоземные астероиды и в точки Лагранжа L_1 и L_2 системы «Земля-Солнце». Своей формой он напоминает корабли Apollo, однако имеет примерно в полтора раза больший диаметр, а его энергоснабжение осуществляется от солнечных батарей. Коническая форма спускаемого аппарата зарекомендовала себя как оптимальная для атмосферного торможения при возвращении из космоса со скоростью около второй космической (11,2 км/с).

экспедиций за пределы околоземного пространства. Ее собираются использовать как базу для миссий, предполагающих высадку на поверхность Луны, а также для полетов в дальний космос.

NASA планирует создавать «лунный форпост» в сотрудничестве с основными партнерами по Международной космической станции — «Роскосмосом», ESA, JAXA и CSA (космическим агентством Канады). Но, в отличие от МКС, на LOP-G не будет постоянного экипажа: эта станция сможет принимать экспедиции посещения из четырех человек на срок от 30 до 60 дней.

Как и предшествующие лунные проекты, LOP-G удостоилась своей порции критики от космического

сообщества. Многие эксперты называют концепцию станции «полумерой», поскольку она напрямую не решает проблему возвращения человека на Луну. Тем не менее, у США и других стран-участниц имеется ряд вполне весомых аргументов в пользу этой концепции.

Во-первых, LOP-G предоставит возможность отработать технологии, которые найдут применение в будущих лунных и марсианских миссиях. Сейчас снабжение МКС обеспечивается регулярно запускаемыми с Земли грузовыми кораблями. Примерно раз в два месяца они привозят на станцию порядка двух тонн необходимых ресурсов. При этом использование той же воды в основном

осуществляется по разомкнутому циклу. Подобная расточительность попросту непозволительна для межпланетных перелетов. Для нормальной работы LOP-G потребуются значительно более эффективные технологии рециркуляции воды и воздуха, позволяющие добиться намного большей степени автономности станции.

Во-вторых, проект будет стимулировать дальнейшее международное сотрудничество ведущих космических агентств. Конечно, LOP-G — это в первую очередь американское предприятие. Тем не менее, игра стоит свеч и для других участников, ни один из которых не в силах самостоятельно «потянуть» подобный проект. Станция

даст им возможность оставаться на переднем крае космических исследований, а со временем — отправить своих астронавтов на орбиту вокруг Луны.

В-третьих, наличие обитаемого форпоста вблизи нашего естественного спутника значительно упростит процедуру посадки на него. Имея базу на окололунной орбите, можно построить более тяжелый и вместительный посадочный модуль, а также доставлять его к станции автоматически. Такой модуль облегчит работу на поверхности, позволит увеличить продолжительность лунных экспедиций, привезти больше оборудования, осуществить больше экспериментов, изучить более обширную территорию и начать строительство постоянной базы. Вдобавок от Луны проще стартовать, например, к Марсу. Если собирать марсианский корабль на гало-орбите, постепенно подвозя баки с топливом и элементы конструкции, можно снизить его общую массу на треть (по сравнению со стартом с околоземной орбиты) и даже больше — при условии использования части станции в качестве отсека межпланетной транспортной системы.

В-четвертых, окололунный орбитальный комплекс станет полигоном для изучения воздействия длительного пребывания в глубоком космосе на здоровье человека. МКС фактически находится под защитой земного магнитного поля, а также самой Земли, которая постоянно закрывает более 40% небесной сферы, экранируя станцию от галактической и солнечной радиации. В межпланетном пространстве радиационный фон примерно вдвое выше, чем на низких околоземных орбитах. Кроме того, значительную угрозу для экипажа могут представлять солнечные вспышки. Поэтому LOP-G потребуются дополнительная защита — например, в виде водяной прослойки в стенках жилых отсеков. Подобные решения окажутся весьма востребованными для будущих лунных баз и марсианских экспедиций.

И наконец, строительство станции важно с психологической точки зрения. Оно продемонстриру-

Независимо от NASA корпорация Boeing разрабатывает свой проект окололунной обитаемой станции Deep Space Gateway. На этой иллюстрации она условно показана в наиболее удаленной от Земли и Луны точке своей орбиты.

В свою очередь, NASA продолжает работу над проектом Lunar Orbital Platform-Gateway. Эта станция должна стать не только местом долговременного обитания астронавтов и научных экспериментов, но и базой для экспедиций на лунную поверхность. Специалисты получают возможность исследовать эффекты долговременного воздействия факторов дальнего космоса на человеческий организм и психику. Бюджет аэрокосмической администрации на 2019 г. предусматривает отправку к Луне первого модуля новой станции — двигательного-энергетического отсека — не позже 2022 г. Возможно, для этого будут задействованы частные подрядчики.



ет готовность человечества выйти за пределы ближайших окрестностей Земли и приступить к покорению Солнечной системы. Это поможет вернуть интерес к пилотируемой космонавтике и создаст мощный стимул для дальнейшего развития всей космической индустрии.

В настоящее время предполагаемый график строительства LOP-G выглядит следующим образом. В 2020 г. должен состояться первый пробный запуск ракеты SLS. Она выведет на траекторию перелета к Луне корабль Orion (без экипажа), который проведет неделю на ретроградной окололунной орбите, после чего вернется на Землю. В 2022 г. NASA планирует отправить в космос первый элемент LOP-G — электродвигательный модуль PPE (Power and Propulsion Element). Сейчас в конкурсе на его создание участвуют пять компаний: Boeing, Lockheed Martin, Orbital ATK (Northrop Grumman), Sierra Nevada Corporation и Space Systems/Loral. Ожидается, что аэрокосмическая администрация выберет победите-

ля до конца текущего года.

В 2023 г. должна состояться первая пилотируемая миссия корабля Orion. После полувекового перерыва человек покинет низкую околоземную орбиту и снова облетит Луну. В 2024 г. Orion отправится в свой второй пилотируемый полет. Для его запуска будет использована более мощная версия SLS, которая сможет доставить к нашему спутнику не только корабль, но и 10-тонный жилой модуль. Экипаж состыкует его с PPE, дав старт работам по сборке и освоению LOP-G. Если все эти планы удастся осуществить, высадки астронавтов на лунную поверхность следует ожидать уже в середине следующего десятилетия.

Ответ частного сектора

В целом нынешний план строительства окололунной станции вполне типичен для NASA как государственной организации. Для выполнения поставленной задачи создается огромная, весьма



сложная и дорогостоящая ракета. При этом всем действующим лицам остается лишь надеяться, что следующая администрация не положит под сукно амбициозные планы предшественников.

Однако со времени начала разработки SLS на космическом рынке произошла, возможно, и не революция, но как минимум серьезная пертурбация. Феномен SpaceX показал, что частные компании вполне способны самостоятельно реализовывать сложные технические проекты, практически на равных конкурирующие с госпрограммами. Однако что на практике могут предложить частники в направлении Луны?

Начнем с уже упомянутой SpaceX. Как известно, заветная мечта ее директора Илона Маска — создание самообеспечиваемой колонии на Марсе. И здесь эксперты, воспринимающие космические начинания миллиардера исключительно через призму прибыльности, совершают значительную ошибку.

В марсианском контексте Луна не является ключевым приоритетом компании. Чтобы понять это, даже не нужно изучать ее долгосрочные планы. Достаточно почитать любое интервью с Маском, где он делится своим видением будущего и опасениями по поводу судьбы человечества. По мнению бизнесмена, ключ к выживанию Homo sapiens как вида — именно Красная планета. В случае какой-либо глобальной катастрофы на Земле лунные базы тоже не продержатся долго. Именно поэтому Илон Маск запускает автомобили не на Луну, а к Марсу.

Впрочем, это не значит, что SpaceX принципиально не рассматривает Луну в качестве цели для своих миссий. Она вполне может стать полигоном для испытаний различной техники, а также источником пополнения бюджета компании за счет коммерческих заказов. Эти деньги будут нелишними для марсианских проектов Маска.

Так, в начале 2017 г. SpaceX объявила о намерении отправить к нашему естественному спутнику туристическую миссию. В ее рамках ракета Falcon Heavy должна вывести на траекторию свободного облета Луны корабль Dragon V2 с парой энтузиастов, готовых выложить круглую сумму за возможность посмотреть на ночное светило с близкого расстояния.

Несмотря на широкий резонанс, вызванный заявлением Илона Маска, стоит отметить, что SpaceX далеко не первой предложила туристам пролететь над Луной. Компания Space Adventures еще с 2011 г. ищет заказчиков «лунного тура» для полета на российском «Союзе». Готовность реализовать подобный проект неоднократно заявлялась и руководством российской РКК «Энергия».

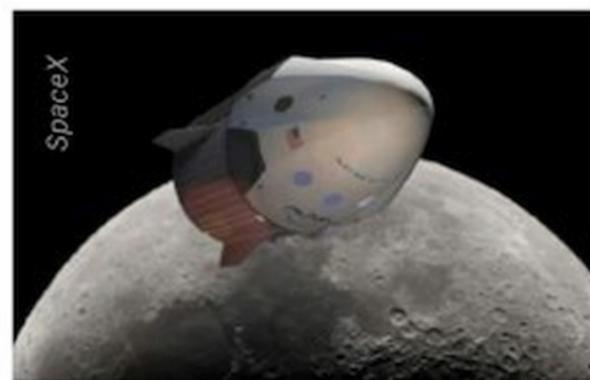
Однако в случае со SpaceX все выглядит намного реальнее. Falcon Heavy, пусть и с опозданием, но все же успешно стартовал в начале текущего года. Dragon V2 должен отправиться в космос уже в ближайшее время. Наличие мощного носителя и космического корабля означает, что компания Маска действительно обладает технической возможностью осуществить пилотируемый облет Луны, причем раньше, чем NASA, и

стоит это будет заметно меньше, чем проекты SLS и Orion.

Что интересно, американская аэрокосмическая администрация отреагировала на инициативу Маска с плохо скрываемым неодобрением. Каждый может сам для себя решить, чего в этом было больше — опасений, что из-за распыления ресурсов SpaceX не сможет эффективно выполнять действующие контракты, или же зависти к успехам частной компании.

Впрочем, всего через год представители SpaceX, по сути, дезавуировали свое заявление и сообщили, что не собираются сертифицировать Falcon Heavy для пилотируемых полетов. Для этой цели предназначена сверхтяжелая ракета BFR, первый старт которой анонсирован на 2022 г. Если учесть давнюю традицию Маска озвучивать слишком оптимистичные сроки, к этой дате определенно следует прибавить хотя бы пару лет.

Но небольшой «маневр» SpaceX определенно принес компании свои дивиденды. В декабре 2017 г. президент Дональд Трамп подписал директиву о космической политике, формально закрепившую смену приоритетов пилотируемой программы США. Документ особо подчеркивает, что возвращение



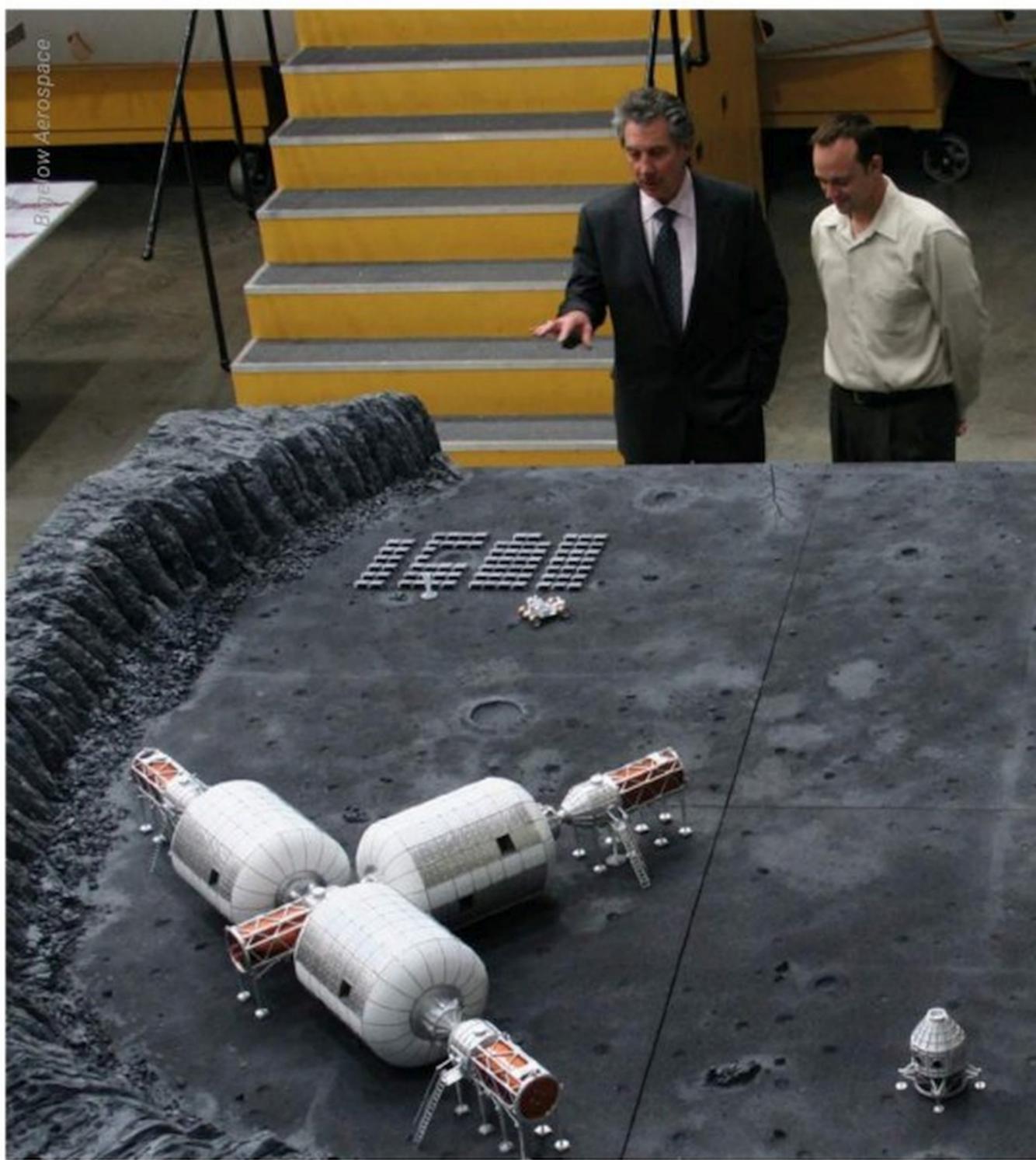
В начале 2017 г. компания SpaceX сообщила о планах отправки к Луне двух «космических туристов» на борту пилотируемой версии корабля Dragon до конца 2018 г. Полет должен был продлиться около недели и не предусматривал выхода на окололунную орбиту. Запуск космического аппарата планировали произвести с помощью носителя Falcon Heavy.

человека на Луну должно состояться в тесной кооперации государства и частного сектора. В мае 2018 г. Трамп подписал вторую директиву, основная цель которой — упрощение существующих правил, регулирующих космическую деятельность негосударственных компаний, что должно способствовать их дальнейшему развитию.

Неудивительно, что вслед за Маском о своих лунных амбициях начали заявлять и другие американские «ракетные бароны». Основатель интернет-магазина Amazon Джефф Безос, создавший компанию Blue Origin, выразил готовность регулярно отправлять на Луну грузы массой до двух тонн своими носителями New Glenn, конструирование которых ведется в настоящее время. А компания Bigelow Aerospace объявила о совместной с альянсом ULA (предприятием по предоставлению пусковых услуг, принадлежащим компаниям Boeing и Lockheed Martin) разработке концепта лунной орбитальной станции с использованием надувных отсеков. Прототип подобного модуля тестируется на МКС с 2016 г. Основные козыри этого проекта — скорость постройки и относительная дешевизна. Представители Bigelow уверяют, что смогут создать жилой модуль всего за четыре года, а вклад NASA в проект составит примерно 2,3 млрд долларов. Это заметно меньше планируемых затрат на строительство LOP-G.

Конечно, в NASA вряд ли откажутся от уже разработанного проекта станции. Но в то же время в агентстве, похоже, окончательно признали, что пытаться противостоять частному сектору глупо — намного практичнее с ним кооперироваться. Возможно, поэтому недавно были скорректированы планы по запуску первого элемента LOP-G — электродвигательного модуля PPE. Изначально его предполагали отправить в качестве попутного груза на ракете SLS. Теперь же в аэрокосмической администрации говорят, что хотят воспользоваться услугами коммерческого пускового оператора. Им, скорее всего, станет SpaceX или Blue Origin. Кроме того, весной этого года NASA объявила о готовности платить частникам за доставку своих грузов на поверхность Луны в рамках программы Commercial Lunar Payload Services.

Модуль Bigelow B330 с пристыкованным к нему двигательным отсеком ACES (его разрабатывает компания United Launch Alliance) на фоне лунного горизонта с восходящей Землей в представлении художника. Предполагается, что этот космический аппарат сможет длительное время функционировать автономно, служить заправочной станцией или же «ждать приют» astronautам, собирающимся высадиться на поверхность Луны либо возвращающимся с нее. Также в модуле могут происходить тренировки экипажей миссий к другим планетам.



Таким образом, на данный момент неправильно говорить о том, что между государствами и частниками скоро начнется полномасштабная «лунная гонка». Пока речь идет скорее о тесном партнерстве или взаимовыгодном симбиозе. Для организаций вроде NASA частные компании — это возможность реализовать поставленные задачи в условиях не очень щедрого финансирования. Самим же этим компаниям лунные заказы предоставят работу на годы вперед. А полученные деньги и опыт помогут им существенно укрепить свои позиции на космическом рынке. За примерами далеко ходить не надо — можно вспомнить ту же SpaceX, в свое время спасенную от банкротства контрактом на снабжение МКС.

В будущем же приобретенный опыт и дополнительные финансы дадут возможность частным компаниям приступить к реализации собственных полноценных лунных проектов, которые смогут на

равных конкурировать с государственными программами, причем далеко не только американскими. Ограниченный объем статьи позволяет лишь вскользь упомянуть о том, что свои планы исследований Луны имеют также Япония и Евросоюз (о них, в частности, шла речь на 51-м симпозиуме ESLAB в голландском Нордвейке, соответствующие материалы которого уже публиковались на страницах нашего журнала).

Китайский фактор

Но, хоть разговоры о «лунной гонке» между частниками и государством, похоже, пока преждевременны, нельзя забывать про еще одного крупного игрока на космическом рынке. Речь идет о Китае. Тот факт, что Поднебесная имеет серьезные планы освоения Луны, уже давно не вызывает сомнений. Не совсем понятны только сроки их реализации.

На данном этапе Китай исследует Луну с помощью беспилотных аппаратов. При этом он не просто идет по пути повторения основных достижений космических сверхдержав, но и постепенно приподнимает планку. Так, в конце этого года зонд «Чанъэ-4» должен совершить посадку на лунное полушарие, не видимое с Земли. Ни СССР, ни США никогда не сажали свои аппараты на обратную сторону спутника нашей планеты. А уже в 2019 г. «Чанъэ-5» вернет на Землю до 2 кг лунного грунта.

Очевидно, китайские планы не ограничиваются использованием автоматических разведчиков. Официальные лица и информанты КНР время от времени делают заявления, из которых можно заключить, что их страна постепенно готовится к пилотируемой лунной миссии. Вопрос лишь в том, когда именно тайконавты установят красный флаг на Луне.

Основным приоритетом китайской пилотируемой программы на ближайшие годы станет сборка многомодульной орбитальной станции. Она должна начаться в 2020 г. и займет несколько лет. Луна выглядит для Китая следующим логичным шагом. Это значит, что мы вполне можем ожидать первой лунной миссии с участием граждан КНР где-то к

концу 20-х — началу 30-х годов.

Впрочем, в случае принятия китайским руководством решения интенсифицировать лунную программу эти даты могут сдвинуться, причем в сторону существенно более ранних сроков. А пока КНР предпочитает открыто не ввязываться в космическое противостояние, делая ставку на постепенное наращивание своего присутствия в космосе и налаживание контактов с готовыми к сотрудничеству странами.

Но не исключено, что в будущем ситуация изменится. Давно известно, что США не лучшим образом относятся к китайской космической программе, опасаясь, что под прикрытием научных исследований Поднебесная создает системы орбитальных вооружений. В 2011 г. американское правительство законодательно запретило NASA любое сотрудничество с Китаем. Заявления различных политиков и экспертов, предупреждающих о «китайской космической угрозе», становятся все более и более регулярными, чередуясь с призывами ни в коем случае «не уступить лидерство в космосе».

При сохранении такой тенденции выглядит весьма вероятным, что уже в скором времени Китай может занять в американской повестке то место, которое в 1960-х годах занимала советская космическая программа. А если добавить к этому регулярные торговые конфликты и взаимные политические обвинения, возможность старта в ближайшем будущем полноценной «космической гонки» между КНР и США вовсе не кажется слишком надуманной.

На самом деле, подобный сценарий вовсе не обязательно будет негативным с точки зрения освоения космоса. В конце концов, если бы не «космическая гонка» XX века — вероятнее всего, человек так до сих пор и не высадился бы на Луну. И, как показывает история, ни одна гонка не длится вечно: на смену американско-советскому противостоянию в итоге пришло историческое рукопожатие Алексея Леонова и Тома Стаффорда (Thomas Stafford) на околоземной орбите. Поэтому, возможно, уже довольно скоро кто-то из участников одной из лунных экспедиций, наконец, подберет камеру Юджина Сернана... ■

Предприниматель Роберт Бигелу (слева) обсуждает детали конструкции лунной базы, разрабатываемой компанией Bigelow Aerospace, с одним из ее ведущих инженеров Эриком Хоконстадом (Eric Haakonstad).



УКРАИНА И КОСМОС НОВОЕ ВРЕМЯ

ОБЗОР

Андрей Колесник

Эксперт-аналитик по
аэрокосмической деятельности

Редакция журнала
«Вселенная, пространство,
время»



Со времени обретения Украиной независимости космическая отрасль страны постоянно сталкивалась с серьезными трудностями. Особенно тяжелыми для нее оказались последние три года, когда в сложной политической обстановке практически прекратилось сотрудничество с Российской Федерацией — крупнейшим на тот момент заказчиком украинских аэрокосмических предприятий и важным поставщиком комплектующих изделий.

Одной из наиболее насущных проблем украинской космонавтики является производство ракетных двигателей — в особенности достаточно мощных и экологически чистых. Двигателестроение — весьма трудоемкая и наукоемкая область, базирующаяся на самых современных технологиях, поэтому результаты работы отечественных научных и конструкторских коллективов в этом направлении мы увидим лишь через несколько лет.

Ракеты и двигатели

Украинская космическая отрасль имеет своеобразную особенность, отличающую ее от аналогичных отраслей других государств, где основным источником средств для нее является бюджетное финансирование. В силу некоторой инертности ракетно-космическая промышленность Украины поначалу сильно рассчитывала на средства из государственной казны и делала ставку на использование уже существующих технологий, на тот момент считавшихся одними из лучших в мире. Все внимание и средства направлялись именно на их поддержку, незначительную модификацию и на поиск (или строительство) новых площадок для соответствующих пусковых комплексов.

Попытки создать семейство двигателей для ступеней ракет-носителей разных классов активно начались в Украине после того,

как мировой рынок ощутил дефицит этого компонента ракетно-космических систем. Специалисты ГП КБ «Южное» ведут разработку жидкостных двигателей различного назначения с 1958 г. За более чем 60 лет накоплен богатый опыт конструирования ЖРД (17 двигателей из 40 разработанных изготавливались серийно и устанавливались на РН). Наибольший интерес для развития украинской государственной космической программы, ориентированной как на создание семейства новых отечественных РН «Маяк» и модернизацию РН «Зенит», так и на международный рынок пусковых услуг, представляют мощные двигатели для первых ступеней носителей, работающие по замкнутой схеме на топливной паре «керосин — жидкий кислород».

На базе накопленного опыта, используя технологии, освоенные при отработке и эксплуатации двигателей РД-120 и РД-8, специалисты ГП КБ «Южное» разработали проекты двух новых двигателей РД-801 и РД-810, которые могут быть применены как маршевые для первых ступеней РН.

Но, хоть в этом направлении и было сделано значительно меньше, чем возможно, украинские предприятия сумели получить заказы от иностранных частных компаний, которых удалось заинтересовать опытом и умениями специалистов из Украины, а также уже имеющимися наработками. Часто эти компании представляют страны-лидеры мировой космонавтики (в основном Соединен-

ные Штаты). Наиболее известный пример — сотрудничество Украины с американской корпорацией Northrop Grumman. В рамках заключенного с ней контракта¹ американской стороне поставляется основная конструкция первой ступени ракеты-носителя Antares. Уже на территории США осуществляется ее полная сборка: на первую ступень монтируются двигатели РД-181 российского производства, потом устанавливается вторая твердотопливная ступень собственного производства Orbital ATK и полезная нагрузка. С 2013 г. Antares успешно доставляет грузы на Международную космическую станцию с помощью беспилотного грузового корабля Cygnus. По состоянию на данный момент этот носитель совершил 8 полетов, включая испытательный с массогабаритным макетом «грузовика». Остальные миссии осуществлялись в рамках контракта с NASA по снабжению МКС. Один из запусков в октябре 2014 г. закончился аварией через 6 секунд после старта. Проведенное расследование установило, что ее причиной стал турбонасосный агрегат двигателя AJ-26 (HK-33), разработанный в самарском ОАО «Кузнецов» и модифицированный американской двигателестроительной компанией Aerojet Rocketdyne. Все компоненты ступени, изготовленные и собранные в Украине, отработали без замечаний. После аварии ком-

¹ Исходно контракт подписывался компанией Orbital Science, когда она была еще самостоятельным предприятием.

пания Orbital Sciences отказалась от использования этих двигателей.

Согласно действующему контракту до февраля 2020 г. должно состояться еще три полета носителя Antares.

Вполне успешным можно также назвать участие Украины в проекте «Морской старт» (Sea Launch), где эксплуатировалась двухступенчатая ракета «Зенит» производства днепропетровского ПО «Южмаш». Причем с точки зрения эффективности, простоты обслуживания и стоимости запуска она показала себя настолько хорошо, что заслужила положительный отзыв лидера предпринимательства в космической отрасли Илона Маска. Правда, несколько лет назад из-за экономических и политических проблем проект был заморо-

жен, но в настоящее время существует немалая вероятность его возобновления, причем по-прежнему с украинскими носителями. Об этом можно детальнее прочитать в отдельном материале нашего спецвыпуска.

13 февраля 2012 г. с космодрома Куру во Французской Гвиане состоялся первый пуск легкой ракеты Vega (Vettore Europeo di Generazione Avanzata), созданной итальянской акционерной компанией Avio S.p.A. по заказу Европей-

▼ Ракета-носитель Antares с грузовым кораблем Cygnus компании Orbital ATK на стартовой позиции Среднеатлантического регионального космопорта (остров Уоллопс, штат Вирджиния) перед запуском 12 ноября 2017 г.

▼ Легкий носитель Vega на стартовой позиции космодрома Куру (Французская Гвиана)



ESA-S. Corvaja, 2013

ЖРД четвертой ступени

РД-843 многократного включения с вытеснительной системой подачи и авионикой. Разработан КБ «Южное» и изготовлен на ПО «Южмаш»
Горючее — несимметричный диметилгидразин
Окислитель — тетроксид азота
Тяга — 2,45 кН
Время работы — 315,2 с

AVUM (Attitude Vernier Upper Module)

Четвертая ступень
Длина 1,74 м, диаметр — 1,9 м, масса топлива — 550 кг

Vespa (VEga Secondary Payload Adapter)

Система разделения спутников, позволяющая выводить их на две разные орбиты. Она может нести основной спутник весом до тонны на вершине и вторичную полезную нагрузку массой до 600 кг во внутреннем конусе.



P80

Первая ступень
Длина 10,5 м, диаметр 3 м, масса топлива 88 тонн

Zefiro 23

Вторая ступень
Длина 7,5 м, диаметр 1,9 м, масса топлива 23,9 т

Zefiro 9

Третья ступень
Длина 3,85 м, диаметр 1,9 м, масса топлива 10,1 т

▲ Vega представляет собой одноразовую четырехступенчатую ракету-носитель легкого класса для запусков беспилотных аппаратов. Три ее первых ступени оснащены твердотопливными ракетными двигателями, а четвертая — некриогенным ЖРД закрытого цикла.

ского космического агентства для выведения на низкие околоземные орбиты грузов массой до 2500 кг. Ракета состоит из трех твердотопливных ступеней и разгонного блока AVUM (Attitude Vernier Upper Module), работающего на несимметричном диметилгидразине (НДМГ) и тетроксида азота. На этом блоке устанавливается двигатель украинского производства РД-843. Базовым агрегатом, определившим его облик, является камера сгорания — модифицированный вариант камеры двигателя РД-869, который серийно изготавливался и применялся в боевых ракетах «Воевода». К настоящему времени Vega стартовала уже 11 раз без единой аварии. Украина получила заказ на изготовление еще 20 двигателей 4-й ступени этого носителя.²

Перспективы «Циклона»

Как уже упоминалось, советская космонавтика в значительной части развивалась в интересах военно-промышленного комплекса. Однако некоторые ракеты практически сразу разрабатывались и в «гражданском» варианте, предусматривавшем возможность доставки искусственных спутников на низкие околоземные орбиты. К этой категории относится и соз-

дававшийся КБ «Южное» двухступенчатый носитель «Циклон». Его прототипом стала орбитальная баллистическая ракета Р-36орб. Летно-конструкторские испытания РН «Циклон-2» начались в 1969 г. и протекали исключительно успешно, как и дальнейшая эксплуатация: с 1969 по 2006 гг. состоялось 106 ее запусков, из которых только один был аварийным.

Заметно ниже оказалась надежность трехступенчатой версии «Циклон-3». Ее эксплуатация началась в 1977 г. и продолжалась до 2009 г. (в ходе своего последнего полета она доставила на орбиту российский солнечный телескоп «Коронас-Фотон»). За это время было произведено 122 пуска носителя, из них 7 аварийных. Ракета имела неплохие технические характеристики, и ее, пожалуй, единственным серьезным недостатком являлось токсичное топливо — все те же НДМГ и тетроксид азота N_2O_4 . Тем не менее, на базе нее КБ «Южное» начало разработку новой модификации «Циклон-4», предназначенной для запусков с бразильского космодрома Алкантара. Благодаря близости последнего к экватору появлялась возможность сравнительно недорого выводить космические аппараты на геостационарную орбиту.

21 октября 2003 г. состоялось подписание украинско-бразильского Договора о долгосрочном сотрудничестве по использованию ракеты-носителя «Циклон-4»

на пусковом центре Алкантара. В 2004 г. договор был ратифицирован парламентами обеих стран. В Украине начались работы по созданию ракеты-носителя и подготовке производственной базы для ее изготовления. Структурно проект состоял из трех частей: разработки и организации производства РН «Циклон-4» (осуществлялось и финансировалось Украиной), строительства общей инфраструктуры космодрома Ал-



▲ Разгонный блок AVUM (Attitude & Vernier Upper Module) оборудован жидкостным реактивным двигателем РД-843, изготавливаемыми в Украине, и предназначен для доведения на целевую орбиту полезной нагрузки европейской легкой ракеты Vega. Его баки перед стартом заправляются высококипящими компонентами топлива — несимметричным диметилгидразином и тетроксидами азота N_2O_4 суммарной массой 577 кг. После завершения работы блок производит тормозной маневр и сход с орбиты, чтобы не стать очередным фрагментом космического мусора.

² Подробнее об этом проекте можно прочитать в журнале «Вселенная, пространство, время» (№9, 2012 г.)

кантара (за эту часть несла ответственность бразильская сторона) и создания наземного комплекса (осуществлялось бинациональной компанией «Алкантара Циклон Спейс» и финансировалось сторонами на паритетных условиях). До этого Украина не имела опыта проектирования и строительства наземных стартовых комплексов, поэтому отказ от сотрудничества Российской Федерации вынудил украинских специалистов решить этот вопрос самостоятельно.

В 2008 г. были развернуты работы по созданию наземного комплекса «Циклон-4». В сентябре 2010 г. в пусковом центре Алкантара состоялась церемония закладки «первого камня», в конце того же года была завершена расчистка территории, а в 2011 г. началось сооружение зданий наземного комплекса.

В июне 2012 г. из Украины в Бразилию морским путем была отправлена первая партия технологического оборудования комплекса «Циклон-4». В апреле 2013 г. завершилась морская транспортировка второй партии наземного оборудования, а в сентябре 2014 г. — третьей партии.

В конце 2014 г. бразильская сторона прекратила финансирование строительных работ по проекту «Циклон-4».

16 июля 2015 г. Бразилия нотой своего Правительства проинформировала украинскую сторону о намерении в одностороннем порядке расторгнуть Договор о долгосрочном сотрудничестве. 24 июля 2015 г. Президентом Бразилии Дилмой Руссефф был подписан Декрет, который обнародовал его денонсацию.

Опыт, полученный в рамках международного проекта «Циклон-4», а также огромный научно-технический задел в создании новейшей ракетно-космической техники позволили украинской стороне направить усилия на поиск более надежных деловых партнеров и новых локаций для размещения пускового комплекса. Заинтересованность в сотрудничестве проявила канадская компания Maritime Launch Services (MLS), основанная в 2016 г. несколькими фирмами, базирующимися в США. Она собирается осуществлять пу-

сковую деятельность на базе собственного космодрома, который построят на побережье коммуны Кэнсо округа Гайсборо, расположенного в провинции Новая Шотландия (Восточная Канада). Здесь же расположатся цеха для сборки носителей и интеграции полезной нагрузки. Уже озвученная стоимость одного пуска не должна превышать 45 млн долларов, макси-

▼ Глава компании Maritime Launch Services Стивен Матье (слева) отвечают на вопросы журналистов. В пресс-конференции принял участие также главный конструктор КБ «Южное» Максим Дегтярев.

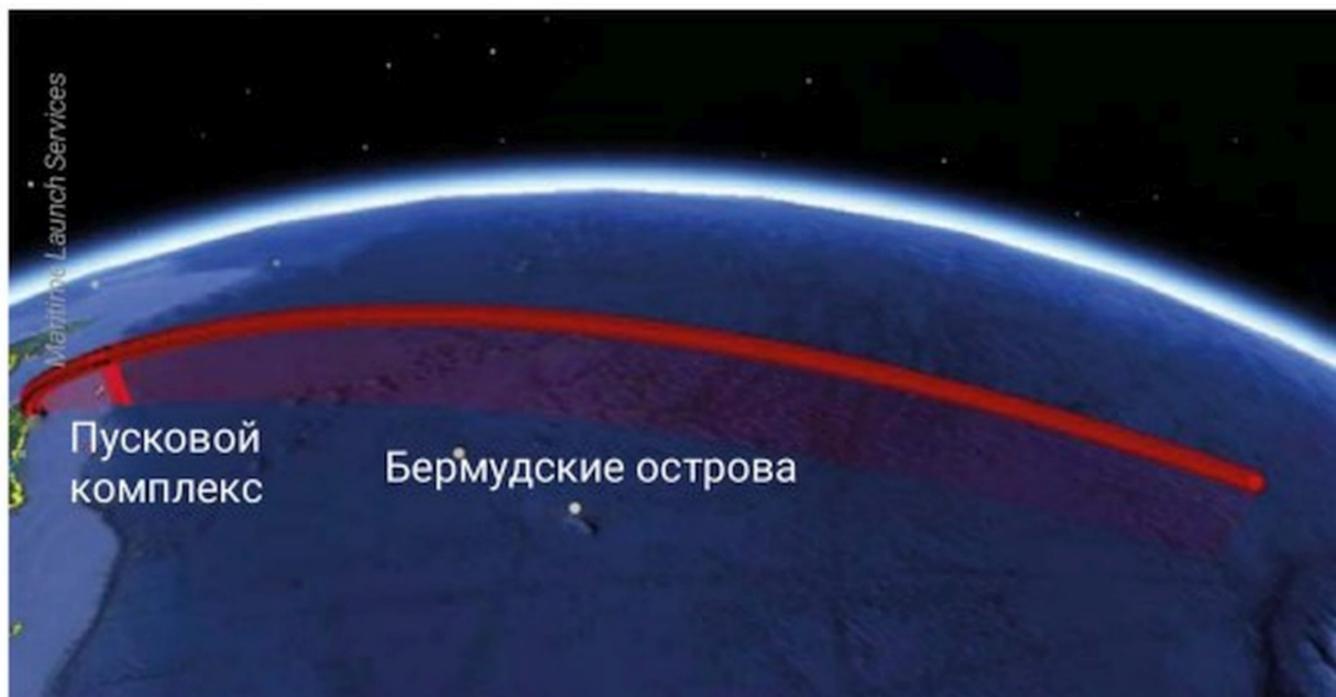


▲ На пресс-конференции MLS в Галифаксе была представлена бутылка фирменного пива Rocket Lager, сваренного на предприятии Rare Bird Craft Beer, с портретом астронавта на этикетке.



▼ Возможное местоположение стартовой площадки и центра управления пусками в окрестностях Кэнсо.

▼ Предполагаемая траектория ракеты «Циклон-4М» после запуска с канадского космодрома.



мальная масса груза, выводимого на солнечно-синхронную орбиту высотой 600 км, составит 3350 кг.

Президент MLS Стивен Матье (Stephen Matier) на пресс-конференции, состоявшейся в Галифаксе в начале декабря минувшего года, сообщил, что первые запуски спутников с нового космодрома начнутся уже в 2021 г. и спустя всего пару лет будут осуществляться с частотой до 8, а в перспективе — до 12 в год. Предполагается, что основными клиентами компании станут фирмы, занимающиеся съемкой Земли из космоса и предоставляющие глобальные услуги широкополосного интернета. Совсем скоро в этой рыночной нише ожидается серьезный дефицит пусковых мощностей, и ракеты среднего класса окажутся достаточно востребованными.

Версия носителя, разрабатываемая КБ «Южное» для запусков из Канады, получила обозначение «Циклон-4М». Ее основным отличием от предшественницы является первая ступень, работающая на экологически чистом топливе — керосине и жидком кислороде (фактически она будет аналогичной «Зениту»). Для нее в Украине уже начали создавать новый двигатель РД-870. Тем не менее, вторая ступень по-прежнему будет использовать опасные компоненты, что закономерно вызвало претензии со стороны канадских природоохранных организаций. По их требованию в начале июля MLS заказала фирме Strum Consulting специальную экспертизу, результаты которой опубликованы в 362-страничном документе и рассматривают влияние последствий реализации проекта практически на все — от воздуха, воды и почвы до бабочек, лосей и рыбных запасов. Эксперты признали такое влияние «малозначительным».

Неожиданную поддержку проект получил от местных жителей и властей, видящих в нем мощный стимул для инвестиций и развития экономики региона (не относящегося к особо развитым и богатым). В частности, это может привлечь туда туристов, желающих посмотреть вблизи на запуск ракеты. С другой стороны, некоторую опасность для окружающей среды она будет представлять лишь несколько дней нахождения на стартовой

позиции и буквально пару минут после старта.

Стивен Матье также рассказал, что его компания уже составила график оплаты возможных заказов, и предложил потенциальным клиентам внести авансовые платежи к началу следующего года — они должны покрыть расходы на подготовку ракет к запуску и интеграцию полезной нагрузки. По его словам, согласно графику, первый взнос должен быть сделан не позже чем за 18 месяцев до запланированного старта.

Тем временем, пока идет решение экологических проблем, связанных со второй ступенью нового «Циклона», украинские конструкторы продолжают ее усовершенствование. На данный момент успешно завершены динамические испытания двигателя РД-861К и собирается первый его экземпляр, предназначенный для квалификационных испытаний.

Вместо заключения...

Многие проекты украинских ракетчиков находятся в стадии разработки, однако из-за недостатка средств они продвигаются слишком медленно, и говорить об их результатах пока рано.

В июне 2005 г. на авиасалоне в Ле Бурже были представлены модели трех версий перспективного носителя «Маяк» — в самой грузоподъемной версии он должен выводить на низкие орбиты свыше 8 тонн груза и будет создаваться в основном на базе комплектующих украинского производства. В его конструкции собираются по максимуму использовать опыт создания и эксплуатации ракет «Зенит», «Циклон» и Antares. В настоящее время решается вопрос финансирования и ведутся поиски заказчиков проекта.

К сожалению, в 1990-е годы практически не уделялось внимания разработке ракетных двигателей на твердом топливе, которые успешно использовались на советских межконтинентальных баллистических ракетах, в том числе железнодорожного и морского (подводного) базирования. Конечно, по некоторым показателям они уступают иностранным аналогам в качестве ускорителей для гражданских ракетно-космических комплексов, но

они вполне могли бы занять свою нишу в классе сверхлегких, а возможно — при некоторых доработках — и легких ракет-носителей. Тем не менее, наработки в этом направлении также имеются, и в последнее время они стали основой для создания оперативно-тактических ракетных комплексов, в том числе для Вооруженных Сил Украины. Таким образом, и в этой сфере все же наблюдается определенный прогресс.



▲ Испытания твердотопливного ракетного двигателя.

Сравнительно недавно достижениями украинских ракетчиков заинтересовались американская частная компания Firefly Aerospace (о ее истории и планах рассказывается в отдельной статье) и британская Skyrora, расположившая свой научно-исследовательский центр в украинском Днепре. Эта компания уже в конце 2018 г. собирается произвести с площадки на севере Шотландии первый тестовый суборбитальный пуск своего носителя. В перспективе с этой площадки будут выводиться на полярные и солнечно-синхронные орбиты небольшие спутники по заказам коммерческих клиентов.

Все эти проекты, безусловно, послужат дальнейшему развитию украинской космической отрасли и позволят Украине не терять своих позиций в мировой космонавтике. С другой стороны, определенный экономический рост, наблюдающийся в стране в последние годы, позволяет надеяться на увеличение финансирования этой отрасли со стороны государства, а также привлечение большего числа зарубежных инвесторов, занимающихся ракетно-космическими проектами. ■



Rocket Lab планирует вернуться к пускам в ноябре

В январе этого года американско-новозеландская компания Rocket Lab осуществила первый успешный пуск сверхлегкого носителя Electron, который вывел на орбиту три наноспутника, а также «Звезду человечества» (Humanity Star) — сферу со светоотражающими элементами, вызвавшую недовольство астрономов по всему миру.

Вскоре после этого руководство Rocket Lab объявило о намерении приступить к регулярным коммерческим запускам. Планировалось, что ракета It's Business Time со спутниками частных заказчиков стартует уже в апреле. Но потом ее старт был перенесен на июнь, а затем его и вовсе отменили в связи с неполадками контроллера двигателя. После изучения неисправного элемента специалисты компании приняли решение доработать его конструкцию.

6 августа на сайте Rocket Lab появился пресс-релиз с новыми датами пусков. Теперь старт It's Business Time намечен на ноябрь. Носитель выведет на околоземную орбиту четыре наноспутника и один технологический демонстратор общим весом в 40 кг. В декабре компания рассчитывает осуществить следующий запуск. В ходе него в рамках финансируемой NASA программы ELaNa-XIX на орбиту должны быть доставлены десять малых аппаратов, созданных различными американскими научными организациями.

Такие планы выглядят достаточно амбициозными для компании, на счету которой пока всего один успешный старт. Исполнительный директор Rocket Lab Питер Бек (Peter Beck) прокомментировал поставленную задачу следующим образом: «В этом году наша команда сосредоточилась на расширении производства, чтобы собирать один Electron в месяц. Теперь, когда мы достигли нужного темпа, мы стремимся, чтобы к концу года ракеты запускались с такой же периодичностью».

В данный момент Rocket Lab ищет подходящую площадку в США для строительства второго стартового комплекса. В списке потенциальных кандидатов — мыс Канаверал, база американских ВВС Ванденберг, Среднеатлантический региональный космопорт на острове Уоллопс и Тихоокеанский космодромный комплекс на острове Кодьяк у побережья Аляски.

Не исключено, что в будущем ракеты Electron также начнут запускать с нового космодрома, который пла-

нируют построить на севере Шотландии. По неофициальным данным, компания Lockheed Martin собирается развернуть в Великобритании производство верхней ступени сверхлегкого носителя. Его старты, вероятнее всего, тоже будут осуществляться с шотландского пускового комплекса.

Китайский стартап осуществит первый запуск до конца года

Китайский стартап Landspace 2 августа опубликовал заявление, в котором раскрыл некоторые детали предстоящего космического запуска своего носителя. Он запланирован на четвертый квартал текущего года. В случае успеха Landspace войдет в историю как первая частная китайская компания, успешно доставившая груз на околоземную орбиту.

Для запуска будет использована трехступенчатая твердотопливная ракета «Чжуцзюэ-1» (ZQ-1), предположительно являющаяся модификацией ракеты «Чанчжэн-11», в свою очередь, разработанной на базе баллистических ракет серии DF-31. Ее длина составляет 19 м, диаметр — 1,35 м, стартовая масса — 27 тонн. Она может вывести 300 кг полезной нагрузки на 300-километровую орбиту или 200 кг на 500-километровую солнечно-синхронную орбиту.

Во время своей первой миссии «Чжуцзюэ-1» доставит в космос экспериментальный спутник центрального телевидения Китая, созданный на базе платформы CubeSat (3U). В Landspace пока не уточнили место запуска ракеты. Вероятнее всего, она стартует с пускового комплекса Вэньчан.

Стоит отметить, что Landspace — далеко не единственный китайский стартап, планирующий уже в скором времени начать полеты в космос. Одним из его основных конкурентов является компания OneSpace. В мае она провела успешное суборбитальное испытание ракеты OS-X и также намеревается осуществить свой первый космический запуск до конца текущего года.





EARTH OBSERVING SYSTEM

Listening to the pulse of the planet

Visit our web resources:



www.eos.com



twitter.com/eos_da



facebook.com/eosda/

EOS, Inc.
1906 El Camino Real
Menlo Park CA 94027

Генеральные спонсоры:



EARTH
OBSERVING
SYSTEM

Listening To The Pulse Of The Planet



AUTO
Standard
Group

Издается при поддержке:



Национальная академия наук Украины



Государственное космическое агентство Украины



Главная астрономическая обсерватория НАН Украины



Аэрокосмическое общество Украины



Информационно-аналитический центр «Спейс-Информ»



Государственный астрономический институт им. П. К. Штернберга Московского государственного университета



Украинская астрономическая ассоциация

Международное Евразийское астрономическое общество