

Space Research & Technologies

# КОСМИЧЕСКИЕ

№1  
2019

## ИССЛЕДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ

Международный журнал о космонавтике International Journal of Aerospace

**Дракон  
летит на МКС**



**Новые лица  
в космонавтике РК**

**Комплекс Байконур  
должен быть сохранен**

**Космические  
сервисы в образовании**

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

**Сергей Сопов** —

председатель, Россия

**Нурлан Аселкан** —

главный редактор, издатель, Казахстан

**Еркин Шаймагамбетов** —

председатель Казкосмоса, Казахстан

**Ергазы Нурғалиев** —

ветеран казахстанской космонавтики

**Мейрбек Молдабеков** —

советник председателя Казкосмоса, Казахстан

**Марат Нурғужин** —

вице-министр Министерства цифрового развития,

оборонной и аэрокосмической промышленности,

Казахстан

**Талғат Мусабаев** —

сенатор верхней палаты Парламента, Казахстан

**Александр Дегтярев** —

генеральный конструктор — генеральный директор ГП  
«Конструкторское бюро «Южное» им.М. К. Янгеля», Украина

**Жайлаубай Жубатов** —

директор РГП «Научно-исследовательский центр

«Гарыш-Экология», Казахстан

**Магауия Ажмолдаев** —

генеральный директор РГП «Инфракос», Казахстан

**Рене Пишель** —

глава постоянного представительства Европейского

космического агентства в Российской Федерации

**Мартин Свитинг** —

исполнительный председатель совета директоров  
компании Surrey Satellite Technology Limited (SSTL),

Великобритания

**Куат Мустафинов** —

генеральный директор АО «Совместное Казахстанско-

Российское предприятие «Байтерек», Казахстан

**Виктор Хартов** —

генеральный конструктор автоматических космических

аппаратов госкорпорации

«Роскосмос», Россия

**Дмитрий Шаталов** —

директор Международной космической школы

им. В.Н. Челомея, Байконур

Журнал представлен в Федеральном космическом агентстве России, Государственном космическом агентстве Украины, NASA (США), ESA, DLR (Германия), JAXA (Япония), Израильском космическом агентстве, CNES (Франция), UKSA (Великобритания), SSTL, AIRBUS DEFENCE & SPACE, THALES ALENIA SPACE, SPACEX, ORBITAL SCIENCES CORPORATION, GISTDA (Таиланд), РКК «Энергия» имени С.П. Королева, ГКНПЦ имени М.В. Хруничева, ЦСКБ «Прогресс», ГРЦ имени В.П. Макеева, ИСС имени М.Ф. Решетнева, Российской академии имени К.Э. Циолковского, ЦНИИМАШ, НПО «Техномаш», ЦЭНКИ, ЦПК имени Ю.А. Гагарина, НПО имени С.А. Лавочкина, КБ «Южное» имени М.К. Янгеля, ПО «Южный машиностроительный завод» имени А.М. Макарова.

The magazine is presented in the Russian Federal Space Agency, the State Space Agency of Ukraine, NASA (USA), ESA, DLR (Germany), JAXA (Japan), Israel Space Agency, CNES (France), UKSA (United Kingdom), SSTL, AIRBUS DEFENCE & SPACE, THALES ALENIA SPACE, SPACEX, ORBITAL SCIENCES CORPORATION, GISTDA (Thailand), S.P. Korolev Rocket and Space Corporation Energia, M.V. Khrunichev State Research and Production Space Center, TsSKB-Progress, V.P. Makeev State Rocket Center, ISS named after Academician M.F. Reshetnev, K.E. Tsiolkovsky Russian Academy, TsNIMASH, Tekhnomash NPO, TSENKI, CTC after J.A. Gagarin, NGO named after S.A. Lavochkin, Yuzhnoye State Design Office named after M.K. Yangel, A.M. Makarov Yuzhny Machine-Building Plant.

Журнал «Космические исследования и технологии»,  
№1 (18) 2019

**Периодичность:** четыре номера в год

**Главный редактор** Нурлан Аселкан

**Заместитель главного редактора,**

**официальный представитель**

**в Российской Федерации** Эльвира Ханко

**Дизайн и верстка** Татьяна Рожковская

**Адрес редакции:** 050005, Казахстан, Алматы,

ул. Тлендиева, 54/21, тел. +7 775 2969 752

e-mail: nurlan1410@mail.ru, m.cosmos.kz@gmail.com

www.cosmos.kz

Свидетельство о постановке на учет № 11779-Ж от 02.07.2011,

выдано Министерством связи и информации

Республики Казахстан

Мнение авторов не всегда совпадает с мнением редакции.

Ответственность за содержание рекламных материалов

несет рекламодатель.

Перепечатка материалов, а также использование

в электронных СМИ

возможны только при условии письменного согласования

с редакцией.

**Отпечатано в типографии**

Print House Gerona Казахстан, г. Алматы, пр. Сейфуллина, 458/460,

2 этаж, офис 201-205

Тираж 500 экземпляров

**Учредитель и издатель** TOO COSMOS.KZ

**Перевод и корректура** — Фонд поддержки науки

и технологий «SCIENCE»

Magazine «Space Research and Technologies»,

№ 1(18) 2019

**Periodicity:** four issues per year

**Editor-in-Chief** Nurlan Aselkan

**Deputy Chief Editor**

**and Official Representative in Russian Federation**

Elvira Khanko

**Design and make-up** Tatyana Rozhkovskaya

**Address of Editorial Office:** 050005, Tlendiev str, 54/21, Almaty,

Kazakhstan, Phone +7 775 2969 752

e-mail: nurlan1410@mail.ru, m.cosmos.kz@gmail.com

www.cosmos.kz

Certificate of registration № 11 779-Zh from 02.07.2011 issued

by the Ministry of Communications and Information of the

Republic of Kazakhstan Opinion of the authors do not always reflect

the views of the publisher. The advertiser is responsible

for the contents of advertising materials. The reprint of materials

and the use at electronic media is possible only provided a written

agreement with the editorial board.

**Printed at**

Print House Gerona

Kazakhstan, Almaty, Seyfullin str., 458/460, office 201-205

Circulation 500 copies

Founder and publisher LLP COSMOS.KZ

Translation and proofreading —

Fund for Supporting of Science

and Technologies «SCIENCE»



## ПОЛИТИКА

- 2 О перспективах  
коммерческого использования  
космодрома Байконур  
*Мейрбек МОЛДАБЕКОВ*



## S7 SPACE

- 7 Первый советский космодром  
можно и нужно сохранить  
*Интервью Сергея Солова*
- 20 Основные проблемы разработки  
и перспективы развития  
многоэтажных транспортных систем  
*Игорь Радугин*



- 30 Прошлое, настоящее и будущее  
многоэтажных космических систем  
*Виталий Егоров*



- 38 «БУРАН»: факты и мифы  
к 20-летию полета МТКК «Буран»  
*Вадим Лукашевич*

## КОМПАНИИ

- 48 ЛОРЕТТ: упрощая доступ  
к снимкам Земли из космоса



## КАЗКОСМОС

- 54 Есть свой старт на Байконуре!

## АЭРОНАВИГАЦИЯ

- 58 Чтобы путь был «шелковым»  
*Эльвира Ханко*



## МКС

- 62 Crew Dragon на орбите!

# О перспективах коммерческого использования космодрома Байконур



## Мейрбек МОЛДАБЕКОВ

академик НАН РК,  
лауреат Госпремии РК в области науки и техники,  
лауреат Золотой медали имени В.Г.Шухова  
Союза научных и инженерных обществ РФ  
за выдающийся вклад в развитие науки и техники

**Расходы на космос сразу не окупаются, но весь мир стремится освоить космос. Вопрос не в сегодняшних выгодах, а это сулит огромную выгоду для научно-технического прогресса. Любые затраты государства, которые идут на космос, окупаются. Весь мир в этом соревнуется, и Россия в первых рядах.**

Президент Республики Казахстан Н.А.Назарбаев  
12 сентября 2015 года  
на встрече космонавтов-членов экипажа  
«Союз ТМА-16М» в аэропорту г. Астана

**Р**азвитие космической отрасли Казахстана планируется как создание единой неразрывной технологической цепочки, обеспечивающей полный цикл работ от разработки космических систем до доведения их продуктов и услуг до конечного потребителя. Поэтому в данный цикл должны быть включены не только разработка, изготовление и сборка космических аппаратов, но и их запуск с космодрома Байконур. Это позволит оказывать полный пакет услуг по поставке «под ключ» космических аппаратов на орбите, что резко повысит конкурентоспособность Казахстана и его возможности по выходу на мировой рынок космических аппаратов.

Комплекс «Байконур» в соответствии с международными договорами функционирует в условиях аренды Российской Федерацией сроком до 2050 года. Вместе с тем, в связи со строительством Россией нового космодрома Восточный и планами Роскосмоса по переводу большей части пусков с космодрома Байконур на российские космодромы ожидается, что

присутствие России на космодроме Байконур будет сокращаться.

Вызывает беспокойство факт снижения за последние годы доли России на мировом рынке пусковых услуг с 40% до 10%, что связано с выходом на мировой рынок пусковых услуг частных компаний и с имеющимися трудностями в космической отрасли России. В частности, совершила прорыв на мировой рынок пусковых услуг компания SpaceX (США) со своей РН Falcon, прекратились коммерческие пуски РН «Протон», которая была «рабочей лошадкой» космодрома Байконур и приносила заказы до 1 млрд долларов США в год, также прекратились пуски РН «Зенит». Эта тенденция может привести к тому, что Россия прекратит аренду космодрома Байконур в более ранние сроки, чем это предусмотрено международными договорами.

Особо актуальной проблемой комплекса «Байконур» является наступление нормативных сроков полного физического износа технологического оборудования значительной части объектов космодрома Байконур. Дальнейшее



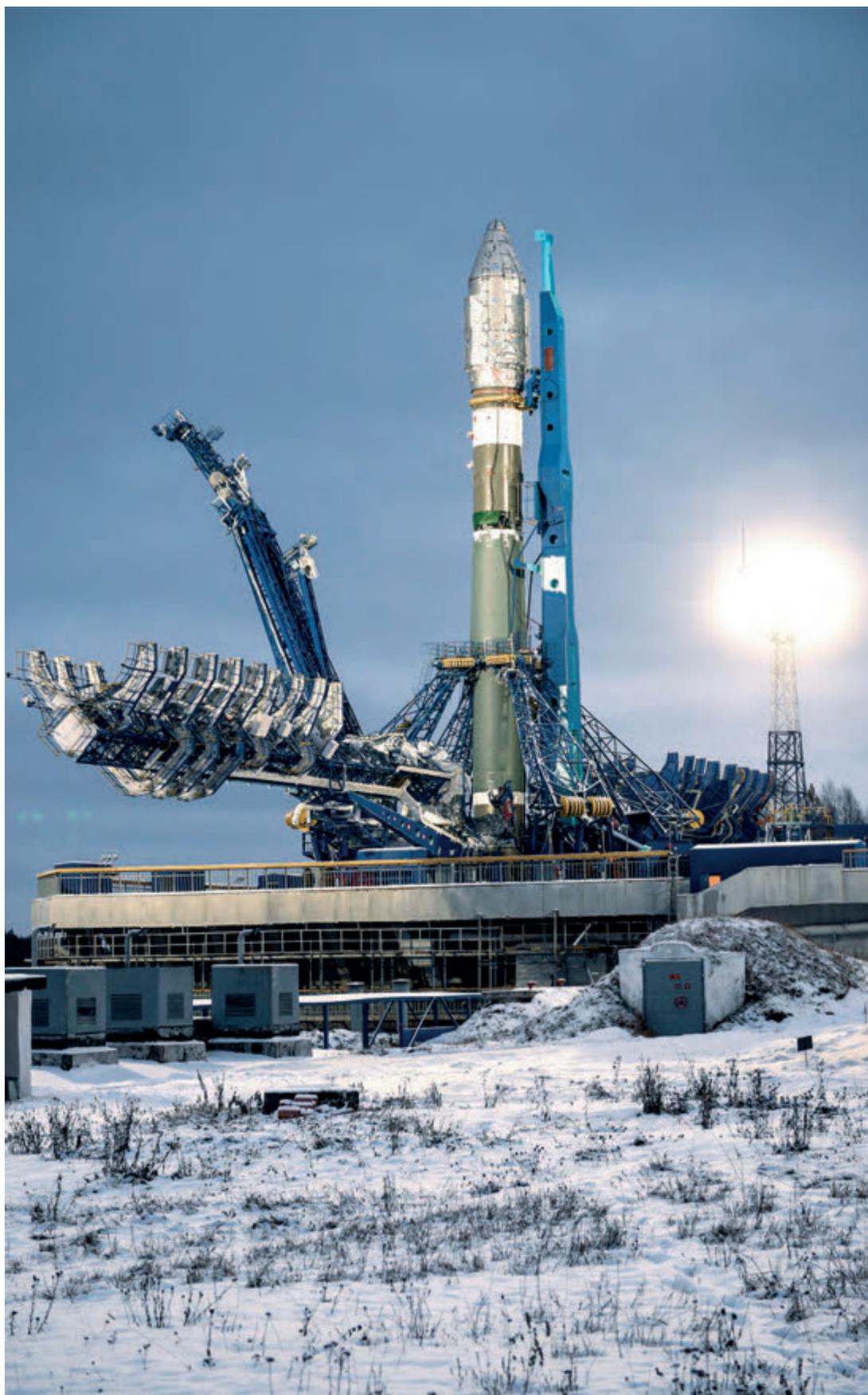
сохранение существующей ситуации, когда Казахстан не принимает мер по восстановлению основных средств космодрома, привело бы к тому, что через десяток лет мы получили бы выведенный из аренды космодром без действующих космических ракетных комплексов и город Байконур без действующего градообразующего производства. В этой связи является своевременным решение Президентов Казахстана и России о создании нового космического ракетного комплекса (КРК) «Байтерек» в качестве первого шага на пути восстановления и обновления основных средств космодрома с дальнейшим непосредственным участием Казахстана в эксплуатации космодрома Байконур и в оказании пусковых услуг.

С учетом ожидаемого переноса федеральных пусков на российские космодромы в перспективе космодром Байконур может рассчитывать только на коммерческие пуски по заказам зарубежных компаний и на запуски спутников казахстанского производства. Для привлечения на космодром Байконур коммерческих пусков

будут решающими показатели космических ракетных комплексов космодрома Байконур по стоимости и качеству пусковых услуг. Для КРК «Байтерек» это означает, что наличие только одной технической возможности оказания пусковых услуг недостаточно для получения заказов на коммерческие пуски.

Создание новой РН «Союз-5» в рамках проекта создания КРК «Байтерек» не является самостоятельным коммерческим проектом, а является частью амбициозного имиджевого проекта создания РН сверхтяжелого класса для полетов на Луну и Марс с космодрома Восточный. Для РН сверхтяжелого класса РН «Союз-5» будет использоваться в качестве бокового ускорителя. Это может означать, что конкурентная на мировом рынке цена новой РН «Союз-5» не рассматривается в качестве главного критерия ее создания, т.е. использование РН «Союз-5» в коммерческих целях стоит на втором плане.

Для повышения эффективности использования коммерческого потенциала космодрома Байконур большой интерес представляет проект



модернизации Гагаринского старта. Этот старт не может быть далее использован в существующем виде, поскольку был создан под РН «Союз» среднего класса старой модификации с аналоговой системой управления («Союз-У», «Союз-ФГ»), производство которых в России прекращено. Для того, чтобы можно было пускать с Гагаринского старта производимые в настоящее время РН «Союз» среднего класса новой модификации с цифровой системой управления («Союз-2.1А», «Союз-2.1В») старт необходимо модернизировать. Это позволило бы решить и весьма важный вопрос сохранения Гагаринского старта как мирового достояния, с которого поднялся в космос первый искусственный спутник и первый человек Земли.

Стоимость коммерческого проекта модернизации Гагаринского старта оценивается в 84 млн долларов США, окупаемость проекта связывается с выполнением коммерческих пусков по программе «One Web». В настоящее время идут переговоры с потенциальными инвесторами коммерческого проекта с участием Роскосмоса и Казкосмоса. При этом с модернизированного Гагаринского старта можно будет пускать и РН «Союз-2.1v» легкого класса, имеющую высокий коммерческий потенциал на мировом рынке пусковых услуг.

Коммерческий потенциал РН «Союз-2.1v» может быть существенно повышен через доработку третьей ступени путем снабжения двигателями многократного включения, что даст возможность отказаться от использования дорогостоящего РБ «Фрегат». Следующим шагом в повышении коммерческого потенциала РН «Союз-2.1v» является доработка первой ступени РН «Союз-2.1v» до многоразовой путем снабжения ее парашютной системой спасания. Последний вариант позволит вдвое снизить себестоимость пусков спутников на НОО и ССО и сделает модернизированный «Союз-2.1v» абсолютно конкурентоспособным на мировом рынке коммерческих пусков. Затраты на повышение коммерческого потенциала РН «Союз-2.1v» оцениваются авторами проекта всего в 43 млн долларов США и по их расчетам окупаются в течение двух лет.

Таким образом, перспективы коммерческого использования космодрома Байконур связаны исключительно с реализацией на базе его объектов коммерческих проектов создания КРК. Указанные выше проекты модернизации Гагаринского старта и РН «Союз-2.1v» являются коммерчески привлекательными и в сочетании с проектом создания КРК «Байтерек» могут стать спасательным кругом для космодрома Байконур. ■





**Аскар Жумагалиев возглавил  
министерство оборонной  
и аэрокосмической промышленности РК**

**Глава Казахстана Нурсултан Назарбаев указом от 26 декабря 2018 г. назначил Аскара Жумагалиева заместителем премьер-министра Республики Казахстан — министром оборонной и аэрокосмической промышленности Республики Казахстан**

Аскар Жумагалиев родился 2 августа 1972 года в Оренбургской области. Окончил Свердловское суворовское военное училище в 1989 году, Харьковское высшее военное командно-инженерное училище ракетных войск имени Маршала Советского Союза Н. И. Крылова, Алма-Атинский энергетический институт в 1996 году. Учился в Казахском национальном техническом университете и в Казахском гуманитарно-юридическом университете.

В разные годы работал генеральным директором ТОО «Жарык». Был заведующим сектором министерства транспорта и коммуникаций РК, заместителем Председателя Агентства Республики Казахстан по информатизации и связи, первым заместителем Председателя Агентства по информатизации и связи. С 2006 года по март 2010 года занимал пост президента АО «Казахтелеком». Занимал должность министра связи и информации РК и министра транспорта и коммуникаций РК. С 13 августа 2014 по 5 мая 2017 года занимал должность заместителя министра по инвестициям и развитию РК. С июня 2015 года был председателем правления АО «НАК «Казатомпром».



**Азамат Батырқожа 14 ноября 2018 г.  
назначен председателем правления  
НК «Қазақстан Ғарыш Сапары»**

**Решением Совета директоров  
Батырқожа Азамат Байқуанышулы  
назначен на должность председателя  
правления акционерного общества  
«Национальная компания  
«Қазақстан Ғарыш Сапары»**

Азамат Батырқожа родился 24 июня 1972 г. в Кокчетавской области.

В 1993 г. окончил Харьковское высшее военное командно-инженерное училище ракетных войск им. Крылова Н. И., в 2005 г. — университет «Туран-Астана».

Трудовую деятельность начал в 1994 г. В различные годы работал в корпоративном секторе, в министерстве транспорта и коммуникаций РК, Национальном банке РК, ОАО «Казахтелеком», ЕНУ им. Л. Н. Гумилева, министерстве индустрии и новых технологий РК, канцелярии Премьер-министра РК, министерстве образования и науки РК, в фонде устойчивого развития «Самрук-Қазына».

В 2010–2014 гг. — директор группы управления проектом «Коммерциализация технологий» проект Всемирного банка.

В 2014–2017 гг. — директор департамента технологического и инновационного развития МИР РК.

С 2017 г. и по ноябрь 2018 г. работал директором ТОО «Научно-технический центр «Синергия».



# Через тернии к звездам



# Первый советский космодром можно и нужно сохранить



Чуть более 20 лет назад Страна Советов в сфере покорения космоса шла семимильными шагами. Был осуществлен запуск ракеты «Энергия» с многоразовым кораблем Буран, началась активная подготовка к его пилотируемому полету. Конец амбициозным планам положил август 1991-го. С тех пор космодром «Байконур», откуда впервые в мире на орбиту Земли отправился космонавт Юрий Гагарин, начал постепенно терять не только свою былую славу, но и перспективы выживания. В настоящее время используется лишь малая часть его гигантских мощностей, созданных на подъеме соперничества в космосе двух мировых держав, невостребованные комплексы приходят в упадок.

Сергей Сопов полагает, что сегодня еще есть шанс сохранить существующую транспортную космическую систему для будущих поколений землян. Но завтра, предупреждает эксперт, уже может быть поздно.

— *Сергей Алексеевич, вас не тревожит ностальгия? Ведь по вашим словам, лучшие годы своей жизни вы провели в Байконуре?*

— Действительно, годы работы на космодроме были самым счастливым временем в моей биографии. В Байконуре выросла моя дочь. И ощущение счастья, необычности всего, что там происходило, осталось на долгие годы.

Это был интересный город, построенный на берегу Сыр-Дарьи в абсолютно голой степи, который строители оросили, засадили тополями, превратив в настоящий оазис. В то время там действовали восемь общеобразовательных школ, два техникума, филиал Московского авиационного института. Для перевозки людей предназначались четыре автобусных маршрута, такси. Жилой массив связывался со стартовыми площадками не только автомобильной, но и железной дорогами, по которым ходили ежедневно от восьми до десяти кондиционированных поездов.

Для закрытого города, куда въезд был только по специальным пропускам, это было очень много. В Байконуре (бывший Ленинск) люди жили, работали, учились. Потом увольнялись в запас и уезжали в центральную Россию, а на их место приезжали новые специалисты.

В период расцвета космической отрасли общее количество работающих на космодроме Байконур составляло 110 тыс. человек (без учета огромной армии строителей, которых было почти столько же, сколько и обслуживающего полеты персонала).





### **Сопов Сергей Алексеевич**

1997 – 1999 гг. —  
Председатель Совета директоров корпорации  
«Пермские Моторы»

2000 – 2013 гг. —  
Председатель Совета директоров (Президент)  
компании «Авиализинг»

2013 – 2015 гг. —  
Генеральный директор компании «Авиализинг»

2016 г. – март 2019 г. —  
Генеральный директор  
ООО «С 7 Космические Транспортные Системы»

С 2016 г. по настоящее время —  
Президент компании «Авиализинг»

Имеет государственные и правительственные  
награды

Сопов Сергей Алексеевич родился 15 июля 1957 года в г. Верхнеуральск Челябинской области.

В 1979 г. закончил Пермское Высшее Военное командное училище по специальности «АСУ. Инженер по радиоэлектронике». В 1991 г. закончил Международную школу бизнеса в Санкт-Петербурге. Подполковник запаса.

С 1979 г. по 1992 г. проходил службу на 5 НИП МО (г. Байконур). Участвовал в испытаниях РКК «Алмаз», МКС «Энергия-Буран». Автор «Методики подготовки многоцветной космической системы 11К25 к пуску», курса лекций «Предстартовая подготовка транспортных космических систем». В 1998 году руководил запуском УРКТС «Энергия-Буран».

В 1992 году по приглашению Президента Казахской ССР в Алма-Ате организовал Казахское Космическое Агентство, до 1993 года руководил его деятельностью (до назначения генеральным директором Агентства Аубакирова Т.О.). Совместно с Губановым Б.И. работал над проектом конверсии МБР РС-20 в ракету-носитель (РН «Днепр»), стал автором проекта создания международного космопорта на базе объектов космодрома Байконур. С 1993 г. по 1994 г. Президентом Республики Казахстан назначен генеральным директором государственной аэрокосмической компании «Коском». С казахстанской стороны участвовал в передаче космодрома Байконур в аренду РФ.

В 1994 году вернулся в Россию. Работал вице-президентом ОАО «Пермь-Авиа», старшим вице-президентом, председателем Совета директоров Авиатранспортной корпорации «СПАЭР», генеральным директором авиакомпании «Пермские авиалинии».

В 1996 году избран генеральным директором корпорации «Пермские Моторы». Автор системы поддержания летной годности двигателей ПС-90А в авиакомпании «Аэрофлот» на основе отчисления за летный час. Сегодня эта идея лежит в основе всех систем поддержания летной годности в гражданской авиации.

В 2015 году начал космический бизнес в компании С7, организовал покупку РКК «Морской старт», создал систему эксплуатации объектов космодрома «Морской старт», для чего в 2016 году организовал компанию ООО «С 7 Космические Транспортные Системы».

В 2017 году ООО «С 7 Космические Транспортные Системы» под руководством Сопова Сергея Алексеевича организовала и успешно осуществила свой первый коммерческий запуск РН «Зенит» с КА «Ангосат» с космодрома Байконур. Разработал общую концепцию орбитального космодрома.

В 2018 году разработал основные положения Многоцветной транспортной космической системы, привязанной к космодрому Байконур, за эту работу Федерацией космонавтики России награжден орденом С.П. Королева



— *Сергей Алексеевич, когда для города и космодрома настали тяжелые времена?*

— В 1991 году, после «парада суверенитетов» бывших советских республик, космодром Байконур со всей инфраструктурой отошел к Республике Казахстан, в руках которой оказались гигантские основные фонды, связанные с бывшей советской ракетно-космической отраслью. Россия в то смутное время о космосе не думала, занимаясь построением рыночной экономики. Правда, несколько позже выяснилось, что Российской Федерации космические программы все-таки нужны, хотя далеко не в том объеме, как это требовалось Советскому Союзу.

Ракетная промышленность и связанная с ней инфраструктура в СССР создавались под идеологическим «прикрытием»: первое

в мире советское государство должно было быть первым везде, в том числе и в космосе. Полет Юрия Гагарина стал ярким тому доказательством.

В новых условиях прежняя идеология перестала работать, и каждая отдельно взятая страна на территории бывшего СССР от такой постановки задач отказалась. В результате никому не нужными оказались ракета-носитель «Энергия», орбитальный корабль «Буран», а также большая часть космических мощностей космодрома.

Казахстану Байконур тоже был, по большому счету, не нужен. Он стал для республики большой проблемой, поскольку требовал глобальных затрат.

В то время группа специалистов во главе с главным конструктором советской многоразовой системы «Энергия-Буран» Борисом Губановым (*на фото*), в которую входили руководители космодрома и представители Министерства общего машиностроения, пыталась ответить на вопрос: как дальше жить? У каждого был свой взгляд на будущее. Некоторые видели в Казахстане просто источник денег, чтобы можно было продолжить работу в составе республики: «Дайте денег — мы вам запустим ракеты». А с какой целью и куда запускать, никто не знал.

Но были и конструктивные предложения. В частности, появилась идея создания на базе космодрома Байконур Международного Космопорта, которую сформулировал Губанов.

— *Появление нового термина «космопорт» имеет принципиальное значение?*

— Разница между космопортом и космодромом такая же, как между аэродромом и аэропортом. Космопорт включает в себя не только космодром, но и все необходимые технологические системы для приема, обработки и отправки в космос грузов и людей (системы безопасности, таможенного контроля, биологического и паспортного контроля, зоны хранения, зоны подготовки к полету). Понятно, что большая часть всего перечисленного была делом будущего. Сегодняшний уровень развития космических транспортных систем пока диктует индивидуальный подход к каждому запуску.

Впрочем, дело вовсе не в названии. Принципиально было как-то сохранить имеющиеся заделы.

— *Что может быть предложено в условиях, когда космическое хозяйство оказалось не нужно в том виде, в каком оно всегда существовало, ни России, ни Украине, ни Казахстану?*

— Идея заключалась в том, чтобы вывести мощности Байконура из-под определенной



юрисдикции, сохранив их в республиканской собственности, и предложить тем, кому они могли потребоваться.

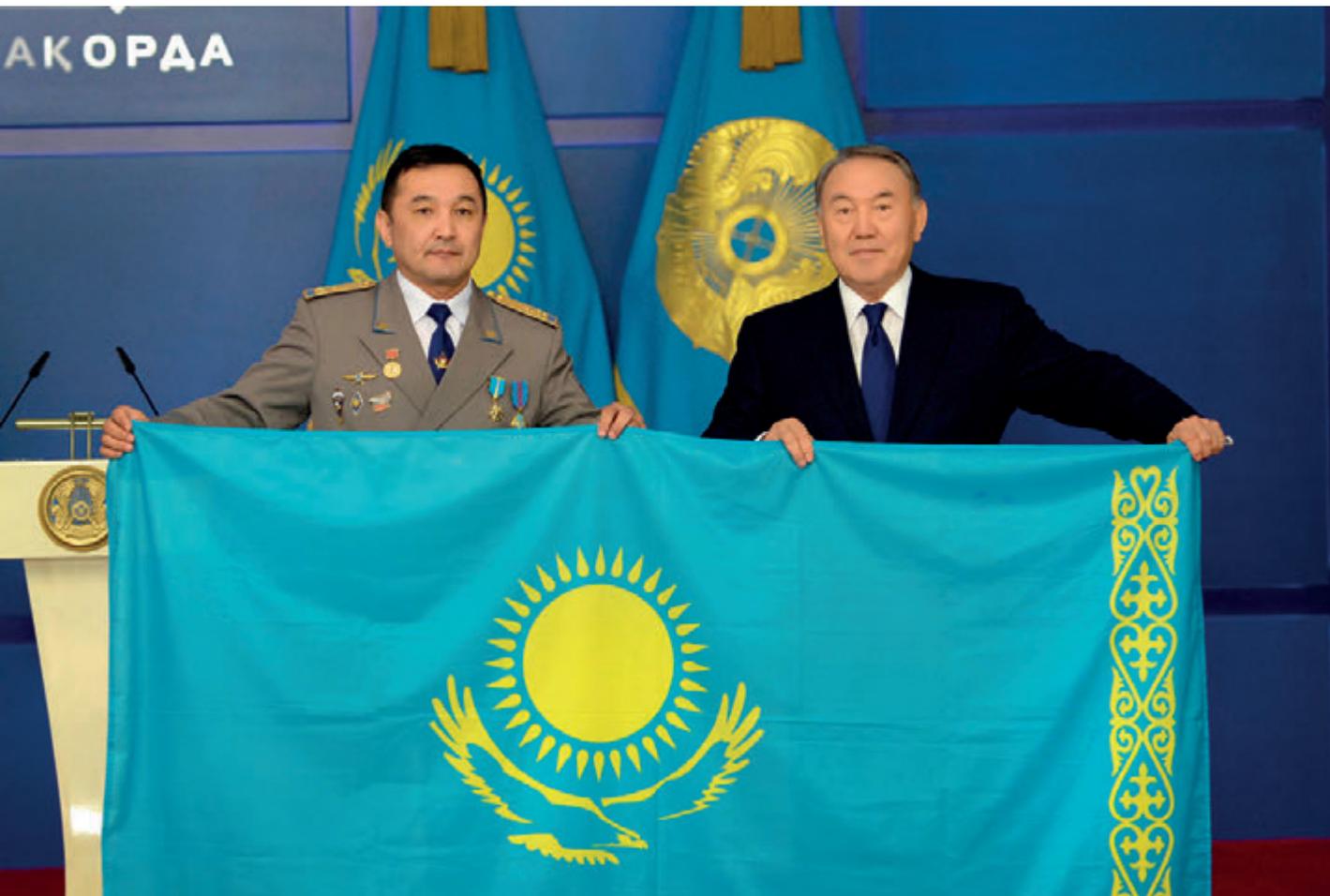
По сути, это был проект создания международного консорциума на базе основных фондов космодрома в виде акционерного общества. Президент Казахстана Нурсултан Назарбаев эту идею поддержал, подписав в 1991 году распоряжение о создании Государственной акционерной аэрокосмической компании «Коском», которая должна была формировать космическую программу республики. Я соответствующим указом был назначен ее президентом.

В результате долгих переговоров появился интерес к проекту со стороны России. Обсуждались возможности передачи космодрома в концессию или аренду. Вначале предполагалось передать Рос-

сии только те объекты, которые ей требовались для реализации конкретных космических программ. Такая схема позволяла оставить невостребованные мощности в собственности республики, и на их базе формировать консорциум. То есть был предложен некий компромисс.

России отдавались в аренду стартовые комплексы ракет-носителей «Протон», «Союз» и некоторые испытательные военные части, решающие оборонные задачи (где РФ сейчас и работает). А все остальное (площадки РН «Зенит», СС-18, испытательные комплексы, части ПВО, комплекс «Энергия-Буран») должно было остаться в ведении Казахстана. Но это была достаточно сложная для понимания вещь.

В итоге в 1994 году вместо предложенного варианта, хотя он был согласован всеми сто-



ронами и проект договора был готов, был подписан договор на одном листочке, где весь космодром вместе с жилым комплексом был отдан Российской Федерации в аренду за \$115 млн в год. Я не говорю, плохо это или хорошо, мало это или много. Это в любом случае было неким движением вперед, что в принципе позволило сохранить космодром.

Видимо, политическое руководство Казахстана в то время не видело возможности и сил внутри страны, которые могли бы реализовать масштабный проект. Это была слишком сложная задача и для казахских законодателей. Опора на меня, как руководителя, была слабой, я был слишком молод для этого. Автор идеи Борис Губанов в то время был очень болен и не мог подключиться к продвижению проекта.

**— То есть сегодня можно порадоваться, что благодаря России Байконур продолжает выполнять свои задачи?**

— Россия выделяет на содержание космодрома определенные средства помимо арендной платы — на ту часть, которая ей интересна. А «ненужная» инфраструктура разрушается.

У Казахстана нет финансовых возможностей и людей для поддержания функционального предназначения бесхозных объектов. Правда, в 2004 году появился российско-казахстанский проект стартового комплекса «Байтерек» на базе ряда наземных объектов многоразовой космической системы «Энергии» для российской ракеты-носителя «Ангара». Когда выяснилось, «Ангары» в ближайшее время не будет, стороны подписали соглашение с Украиной для запуска с этой площадки РН на базе «Зенит». Это тоже неплохой вариант. Но последние политические события показывают, что перспективы этого проекта призрачны.

Проблема, на самом деле, в другом. Понятно, что России зависимость от Казахстана в реализации космических программ не очень нравится, и она начинает от нее уходить. Строительство космодрома Восточный имеет под собой только одно основание: он нужен для того, чтобы обеспечить России беспрепятственный доступ к космосу со своей площадки. Это на случай, если возникнут проблемы во взаимоотношениях с соседней республикой. Пока проблем нет, Роскосмос будет использовать Байконур для ре-



шения тех задач, которые невозможно реализовать на космодроме Восточный. Но как только у нового космодрома появятся техническая и организационная возможности, туда будут переноситься пуски, а загрузка Байконура с каждым годом станет уменьшаться.

— *Но Восточный пока находится в стадии строительства, и когда оно закончится, не очень понятно...*

— Если начали рыть котлован, закопав туда сотни миллиардов рублей, то объект все равно будет построен, как Олимпиада в Сочи. Подобного рода крупные проекты доводятся до завершения, независимо от желаний или ошибок конкретного человека. Тем более что стратегических ошибок нет: выбрано подходящее место, к которому «привязан» вполне рабочий ракетный комплекс «Союз». Следовательно, рано или поздно произойдет перераспределение пусков в сторону российского космодрома.

— *То есть в складывающейся системе координат вариантов выжить у Байконура немного?*

— В этом весь фокус. Процесс не спеша идет к тому, что через 20 или 50 лет (не суть важно, через сколько) этот космодром не будет нужен никому. Кроме Казахстана, для которого он станет глобальной проблемой. Ведь останется город, люди, которые там живут, не только россияне, но и казахи. Всю их систему жизнеобеспечения придется как-то содержать.

Есть еще один важный момент, идеологический: Байконур был первой точкой на земле, откуда началась дорога в космос. Если эта площадка будет разрушена, уйдет в никуда, это будет очень печально для всего человечества.

— *Можно ли предотвратить пессимистичный сценарий? Как вариант, вернуться к проекту 20-летней давности?*

— Думаю, что сегодня руководители Казкосмоса размышляют над этим. Пока еще можно попытаться выделить невостребованные основные фонды, предложив их для эксплуатации всем желающим. Конечно, с момента рождения идеи прошло много времени. 20 лет назад все площадки находились в рабочем состоянии, была отечественная промышленность, способ-



ная производить тяжелые транспортные космические системы и обеспечивать их работой, а значит — предлагать конечному потребителю комплекс услуг в области пусков.

Сейчас возможности эти сужены до двух транспортных космических систем — «Союза» и «Протона». Сохранилась в рабочем состоянии строительная часть стартового комплекса. Но чтобы привлечь заинтересованные страны и инвесторов, собственность нужно выделить из общей массы и им предложить. К примеру, тяжелую ракету, которая требуется для осуществления программы полета на Марс, можно было бы «привязать» к стартовому комплексу «Энергии».

Там есть все условия, чтобы современную транспортную космическую систему готовить и запускать. В том числе — стартовый комплекс, способный обеспечить пуск тяжелой транспортной космической системы, объекты наземной инфраструктуры, необходимые для обеспечения ее предстартовой подготовки, огромный посадочный комплекс, куда можно сажать многоразовые орбитальные корабли. Есть хранилища кислорода, водорода, гелия. Есть кислородно-азотный завод, подъездные магистрали, железная дорога,



тяжелые транспортировщики, которые идут сразу по двум железнодорожным колеям. Сегодня, в условиях когда объекты комплекса «Зенит М» в рамках проекта «Байтерек», перешли под контроль Казахстана, появились дополнительные возможности для создания новой транспортной системы. Правда эти объекты рассчитываются на создаваемую ракету «Союз-5», что впрочем не исключает и применение других носителей.

На самом деле, сегодня возможны лишь два варианта развития событий. Можно сохранить status quo и дальше смотреть, как идет дело, управляя процессом внутри сложившейся ситуации. А можно предложить России некий вариант, который бы устроил ее и дал надежду на развитие космодрома для Казахстана.

— *Как показывает практика, Россию сложно склонить к компромиссу...*

— Уверен, что России было бы интересно сохранить то, что ей нужно сегодня: мощности для запуска «Протона» и «Союза», но при этом уйти от арендных платежей за всю площадку в целом. То есть пересмотреть условия договора, переведа их в другую финансовую плоскость.





Сегодня можно создать консорциум (с участием России) и переложить на него услуги по пуску российских ракет-носителей. Консорциум будет делать то, что сегодня делают люди, работающие на космодроме, где создана и функционирует отлаженная структура. И получать деньги за свою работу. При этом Россия избавляется от арендных платежей и оплачивает только те услуги, которые получает от консорциума (что она делает и в настоящее время, оплачивая труд своих специалистов в дополнение к арендным платежам).

В такой схеме фонды, которые не нужны России, остаются свободными. Их можно выделять и предлагать тем, кто в них заинтересован.

Вопрос собственности — это вопрос договоренностей. Все стороны должны быть заинтересованы в реализации этой идеи. Особенно в перспективе, когда Россия начнет платить дважды — за космодромы Восточный и за Байконур. Затраты в любом случае придется сокращать. Проблема в том, что и кому предлагать.

— *Кто в принципе может проявить интерес к работе на мощностях Байконура?*

— Кто угодно: Европейское космическое агентство, имеющее тяжелые ракеты «Ариан», Индия, Израиль, Южная Корея. Новые частные компании и даже стартапы.

Будет ли это предложение востребовано, конечно, непростой вопрос. Когда 20 лет назад эта идея появилась, я был точно уверен, что она будет востребована. Сейчас поле решения очень узкое: пока в мире нет таких нагрузок, которые потребовали бы вывода на орбиту ракет тяжелого веса. Средний размер спутника, который выводится на геостационарную орбиту, составляет 4,5 тонны. Чтобы его туда «повесить», нужно на опорную орбиту вывести 20 тонн груза (сам спутник плюс разгонный блок). С этой задачей хорошо справляются существующие в мире космодромы. В нашем случае речь идет о том, чтобы предложить мировому космическому рынку программу, рассчитанную на длительную перспективу.

Сегодня любая страна, кроме США, самостоятельно реализовать проект с использованием тяжелых ракет-носителей не сможет. Создать инфраструктуру, которую в свое время построил Советский Союз, тяжелые стартовые комплексы, очень сложно и стоит это будет миллиарды долларов. Поддержание ее в рабочем состоянии — сотни миллионов долларов в год. И суть в том, что все это уже реализовано на Байконуре и ждет своего часа. На наземные стартовые комплексы приходится приблизительно 60% затрат





создания транспортной космической системы как таковой. Поэтому Казахстан может сыграть историческую роль в мировой космонавтике.

Думаю, подобные проекты должны реализовываться под эгидой ООН. Их назначение — совместными усилиями разных стран запускать тяжелые ракеты-носители к Луне, к Марсу. О таких программах сегодня уже идет речь: технологически человек готов к полету на Марс. Раз он в технологическом смысле созрел, значит, рано или поздно это произойдет.

Космопорт — пункт, с которого человечество может достигать каких-то точек в дальнем космосе, за пределами Земли. Таких космодромов на всю планету нужно один-два. Хотелось бы, чтобы Байконур занял на карте Земли свои позиции.

Пусть сегодня нет реальной транспортно-космической системы такого масштаба. Есть

поле возможностей. Вы предложите эти возможности человечеству, и те люди, которые об этом думают, будут над ними размышлять. Будут приезжать, смотреть... Может, сначала это ничем не закончится. Но, во всяком случае, это лучше, чем просто сидеть на разваливающихся комплексах и ностальгировать.

Никто не ставил задачу заработать денег, когда в космос запускали Гагарина. Это не коммерческая, чрезвычайно затратная задача. Человеком движет жажда знаний. Технологии запуска «Бурана» и «Шаттла» освоены, просто пока не востребованы. Но это не навсегда.

Говорю, как автор идеи: сегодня последний шанс для ее реализации. Предложения, сформулированные два десятилетия назад, остаются актуальными. ■

*Татьяна Власенко*



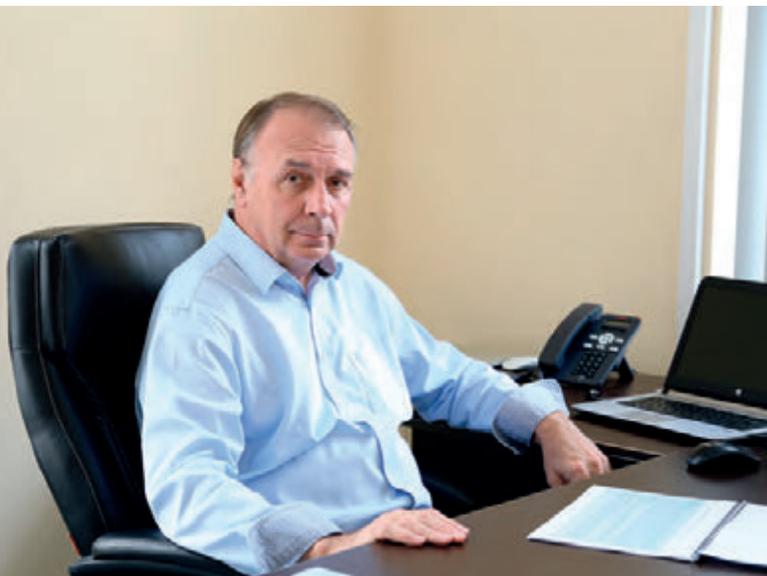
### Основные тезисы, положенные в идею создания Международного космопорта

- Международный космопорт (МК) создается для осуществления беспрепятственного доступа стран-членов ООН к космическому пространству
- организационной формой деятельности МК может стать международный консорциум, осуществляющий свою деятельность на основе Устава ООН и международных соглашений, обеспечивающих специальный статус космопорта
- специальный статус МК должен гарантировать всем странам-членам ООН свободный доступ к космическому пространству
- страны-участники проекта заявляют, что возможности космопорта не будут использоваться во вред третьим странам (запрет на использование МК в военных целях, для вывода в космос оружия или элементов национальных космических систем, используемых в военных целях)
- договор о создании и использовании МК должен быть открытым, позволяющим всем заинтересованным странам присоединяться к нему. Доступ должен регулироваться специальными правовыми актами
- технической основой МК должна стать многоразовая транспортная космическая система, способная доставлять на околоземную орбиту как различные грузы (исследовательские, навигационные и пр. спутники), так и, при необходимости, людей. Для решения этой задачи транспортная космическая система должна иметь в своем составе ракету-носитель, с возвращаемой первой ступенью, разгонный блок, межорбитальный буксир, орбитальный корабль, транспортный корабль снабжения, универсальную космическую платформу
- создание МК осуществляется на основе межгосударственного договора стран-инициаторов (Россия, Перу, Эквадор, Венесуэла, Аргентина, Бразилия и др.) под эгидой ООН. Этим соглашением утверждается устав Международного космопорта
- Международный космопорт — логический эволюционный этап развития транспортных космических систем, позволяющий всем странам-членам ООН иметь свободный доступ к космическому пространству вне влияния политической конъюнктуры и национальных интересов отдельно взятой страны

# ОСНОВНЫЕ ПРОБЛЕМЫ РАЗРАБОТКИ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ МНОГОРАЗОВЫХ ТРАНСПОРТНЫХ СИСТЕМ

## Игорь РАДУГИН

Заместитель генерального директора —  
главный конструктор средств выведения  
ООО «С 7 Космические Транспортные Системы»



Основным средством выведения полезных грузов на орбиту до настоящего времени являются одноразовые ракеты-носители (РН). За прошедшие 60 с лишним лет с момента запуска первого искусственного спутника Земли в странах мира было создано более 100 типов РН, различающихся

стартовой массой, грузоподъемностью, количеством ступеней, типами ракетных двигателей, компонентами топлива и другими техническими характеристиками.

Достигнутый к настоящему времени в мировом ракетостроении уровень совершенства современных средств выведения на орбиту ха-

Наименование	Существующий уровень
1. Количество ступеней РН	≥ 2 (+ средство межорбитальной транспортировки)
2. Компоненты топлива <ul style="list-style-type: none"> <li>● стартовые ускорители</li> <li>● первая и вторая ступени</li> </ul>	Твердое, смесевое O <sub>2</sub> + керосин; O <sub>2</sub> + метан; O <sub>2</sub> + H <sub>2</sub>
3. Компоновочные схемы РН	«Тандем», «пакет»
4. Многократность использования <ul style="list-style-type: none"> <li>● ракетные блоки первой ступени</li> <li>● ракетные блоки второй ступени</li> </ul>	Реализовано Не реализовано
5. Конструктивное совершенство конструкции ракетного блока ( $\alpha_k = m_k / m_0$ )	0,06...0,15
6. Удельный импульс двигателя (вак.), с <ul style="list-style-type: none"> <li>● твердое смесевое топливо</li> </ul>	
O <sub>2</sub> + керосин	260...290
O <sub>2</sub> + метан	330...370
O <sub>2</sub> + H <sub>2</sub>	430...470
7. Относительная масса ПН ( $\mu_{ПН} = M_{ПН} / M_{01}$ ), %	≤ 4
8. Удельная стоимость выведения 1 кг ПН на опорную орбиту (H <sub>кр</sub> =200км), тыс. долл./кг	≥ 5
9. Масса ПН, выводимая на опорную орбиту, т	≤ 140

Таблица 1



Рисунок 1

характеризуется следующими основными техническими характеристиками и экономическими параметрами (табл. 1):

Из представленных в таблице данных следуют очевидные выводы:

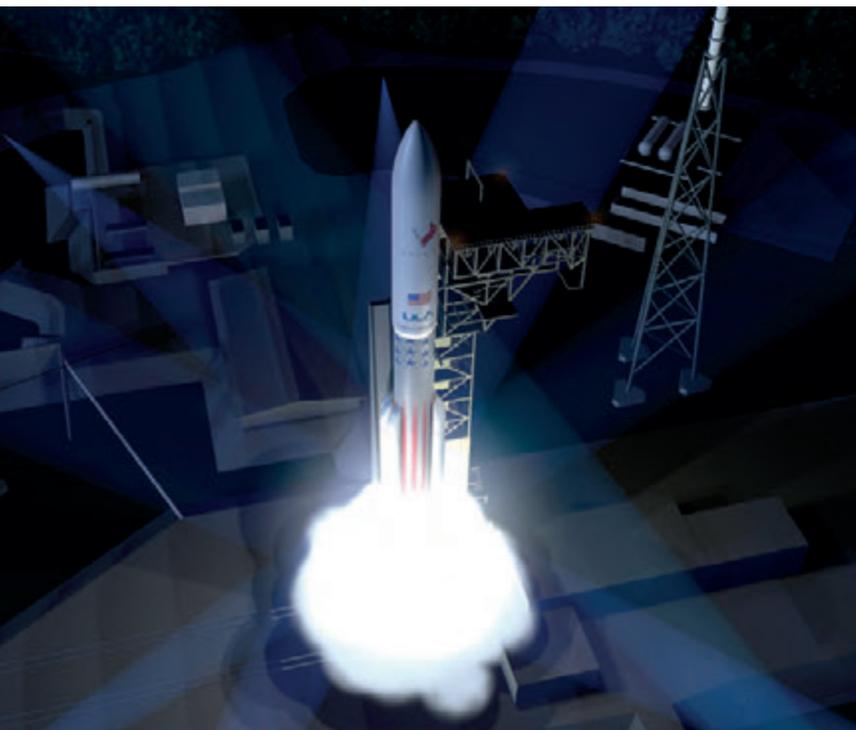
- современные ракетные технологии (прежде всего энергетические показатели ракетных двигателей и весовое совершенство конструкции) позволяют обеспечить запуск полезной нагрузки на низкие околоземные орбиты массой не более 4% от стартовой массы РН;
- грузоподъемность современных РН на низкие орбиты не превышает ~140 тонн, практически все современные РН выполняются двух- или трехступенчатыми, включая стартовые ускорители, и не считая разгонных блоков, меж-

орбитальных буксиров и прочих средств межорбитальной транспортировки;

- стоимость выведения 1 кг полезного груза на низкую околоземную орбиту для РН различных типов превышает 5000 долл. США. Для сравнения, стоимость межконтинентальной транспортировки 1 кг груза с помощью авиационного транспорта (в широком диапазоне условий и дальности транспортировки) составляет 10...100 долл. США.

Основным фактором, сдерживающим грузопоток на орбиту, а следовательно ограничивающим доступность космического пространства, является высокая удельная стоимость выведения полезных грузов. По сути, это наиболее критичный параметр, значительное уменьшение





которого (на порядок, как минимум) является главным условием дальнейшего освоения космоса и небесных тел Солнечной системы.

Анализ возможных путей дальнейшего снижения удельной стоимости выведения выявил следующие направления, по которым должна идти разработка средств выведения нового поколения (рис.1):

- снижение стоимости изготовления основных элементов конструкции и агрегатов одноразовых ракетных блоков;

- сокращение количества ракетных блоков, входящих в состав РН (в пределах, доступных для достигнутого уровня технологий);
- снижение стоимости подготовки РН к пуску на космодроме;
- многоразовое использование составных частей РН.

Основные мероприятия, направленные на уменьшение стоимости производства одноразовых РН, реализуемые в настоящее время, включают внедрение новых технологических

Традиционный подход, направленный на достижение максимальной относительной массы выводимого РН полезного груза	Подход, направленный на достижение минимальной стоимости изготовления и пуска РН
Критериальная функция	
$\text{Max} \{ \mu_{\text{пр}} = M_{\text{пр}} / M_{01} \}$	$\text{Min} \{ C_{\text{изг}} \}$
Относительная масса полезной нагрузки ( $\mu_{\text{пр}}$ )	
$\leq 0,05$	$\leq 0,03$
Количество ступеней: 2	
Компоненты топлива	
- I ступень: (УВГ* + O <sub>2</sub> ) - II ступень: (O <sub>2</sub> +H <sub>2</sub> )	I и II ступени: (УВГ + O <sub>2</sub> )
Тип маршевых двигателей	
ЖРД с давлением в камере сгорания Pк > 150 кг/см <sup>2</sup> , с турбонасосной системой подачи топлива, по схеме с дожиганием генераторного газа	ЖРД с давлением в камере сгорания Pк < 100 кг/см <sup>2</sup> и турбонасосной системой подачи топлива, по схеме без дожигания генераторного газа

Таблица 2

\*Примечание: УВГ – углеводородное горючее (керосин, метан и т.п.)



процессов, таких как фрикционная сварка, ротационная вытяжка днищ баков, изготовление деталей сложной конфигурации с помощью 3-D принтеров, сокращение номенклатуры типоразмеров деталей и т.д.

Необходимо отметить, что достижение высоких показателей экономической эффективности при создании новых поколений средств выведения не ограничивается применением модернизированных технологий изготовления.

Проектирование РН, исходя из требования минимизации стоимости ее изготовления, в ряде случаев вступает в противоречие с традиционным подходом к проектированию РН, направленным на максимизацию величины относительной массы полезного груза. В результате различные критерии, положенные в основу проектирования одного типа РН, могут привести к различным проектным обликам изделия, характеристикам основных систем и конструкции (табл. 2).

Очевидным следствием из данных табл. 2 является многократно подтвержденный на практике факт, что наиболее экономически эффективные и популярные среди заказчиков запуски средства выведения зачастую не являются рекордными в части достигаемых энерго-массовых характеристик.

Сокращение количества ракетных блоков в составе одной (чаще всего, первой) ступени РН, как правило, является фактором снижения стоимостных показателей изготовления и подготовки на космодроме запуска РН.

Стремление снизить количество ступеней перспективной РН ниже достигнутого к настоящему времени (2 ступени, включая стартовые ускорители) приводит к вопросу о возможности и целесообразности создания одноступенчатой РН, которая при старте с поверхности Земли будет выводить полезный груз на целевую орбиту.

Анализ предварительных проработок и проектов одноступенчатых средств выведения, разработанных к настоящему времени, показал следующее:

- создание одноступенчатых средств выведения сопряжено со значительными техническими рисками в связи с очень жесткими требованиями к массе конструкции и бортовых систем, а также к характеристикам маршевой двигательной установки;
- одноступенчатые средства выведения могут обеспечивать доставку полезных грузов только на низкие околоземные орбиты высотой до  $H = 200 \dots 400$  км;
- длительность пребывания на орбите и возможность проведения орбитальных маневров (межорбитальные переходы, сближение, стыковка и т.п.) ограничены в связи с тем, что расширение этих возможностей резко снижает массу выводимой полезной нагрузки.

Сопряжение характеристик одноступенчатой РН и разгонного блока (как одноразового средства межорбитальной транспортировки) позволяет использовать маневр довыведения, при котором разделение носителя и разгонного блока осуществ-

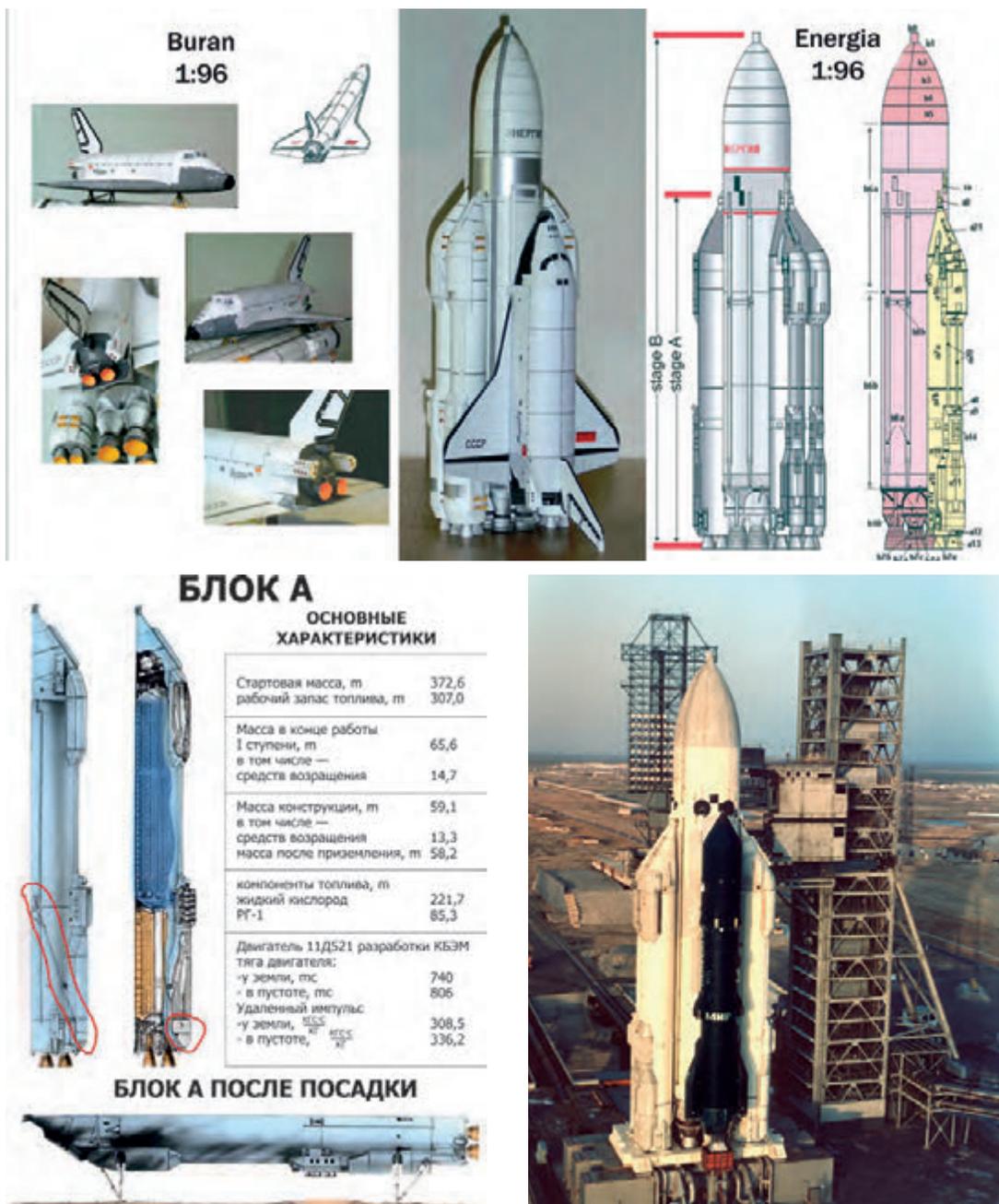


Рисунок 2

РН «Энергия»

Многоразовый блок А первой ступени

Схема автономного полета многоразового блока

вляется на незамкнутой траектории при скорости, меньшей местной круговой. Разгонный блок (выполняющий заодно функции второй ступени) вместе с полезной нагрузкой выполняет доведение на замкнутую опорную орбиту, а затем — последовательность межорбитальных переходов с целью выведения полезной нагрузки на заданную рабочую орбиту. Использование такого подхода позволяет снизить требования к характеристикам одноступенчатой РН, которая при этом становится фактически ускорителем первой ступени.

Подводя итоги рассмотрения путей снижения стоимости изготовления одноразовых средств выведения, необходимо отметить, что современ-

ные одноразовые РН близки к пределу своих возможностей в этой части, возможные мероприятия по дальнейшему снижению стоимостных показателей носят ограниченный характер и не ведут к радикальному уменьшению удельной стоимости выведения полезного груза. Оценки, сделанные в последнее время, показывают, что предел дальнейшего снижения удельной стоимости выведения для одноразовых РН в обозримом будущем не превысит 20% от достигнутого уровня.

Более перспективным способом снижения стоимости запуска полезного груза на орбиту является многоразовое использование (полное или частичное) конструкции средств выведения.

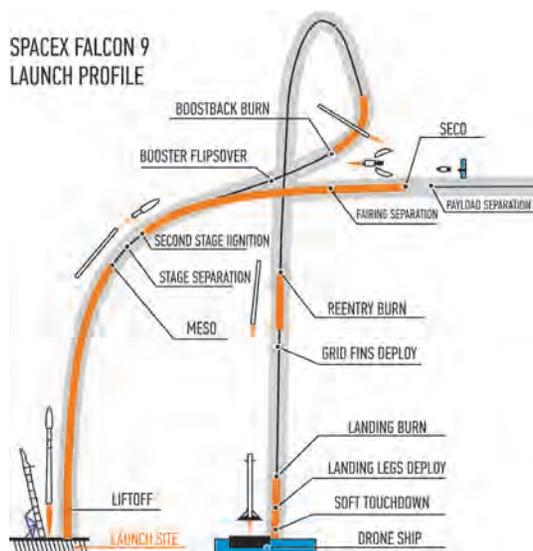


Рисунок 3

Схема автономного полета многоразового блока РН «Falcon-9»

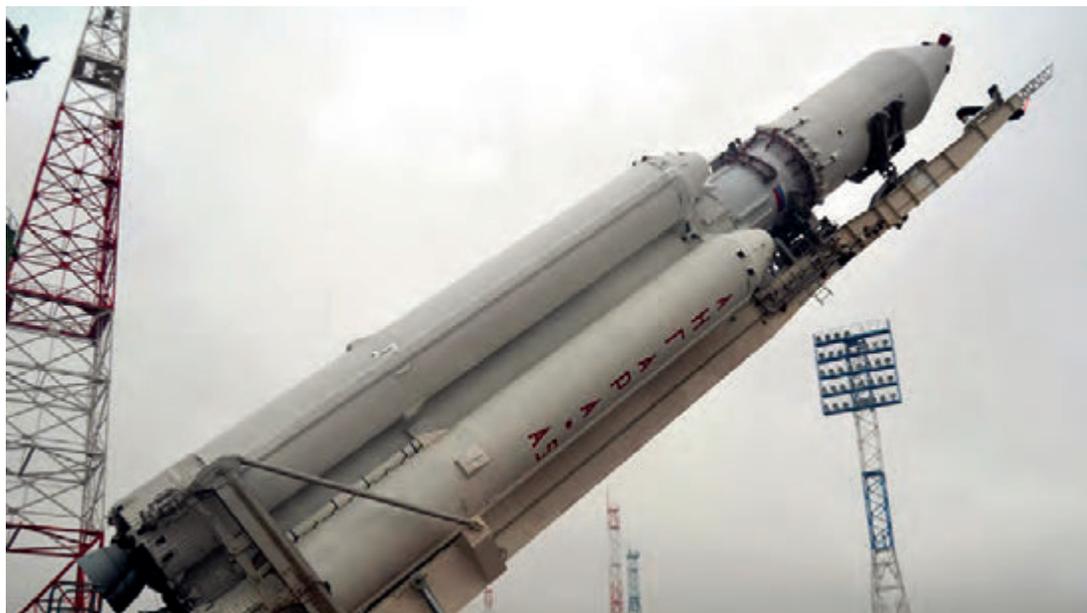


Дополнительным преимуществом многоразовых средств выведения является кардинальное сокращение экологического ущерба, наносимого в местах падения блоков одноразовых РН, сокращение их площадей и затрат на эксплуатацию и рекультивацию.

Поскольку, как уже говорилось выше, реально осуществимым является создание двухступенчатых средств выведения, необходимо определить, какие ступени перспективных РН прежде всего подлежат повторному использованию. Очевидно, что это относится к ракетным блокам первых ступеней в связи с большей массой их конструкции (в 4...8 раз) по сравнению с

массой конструкции второй ступени и пропорционально этому большей стоимостью изготовления, а также сравнительно слабому влиянию их утяжеления за счет средств обеспечения возвратного полета и мягкой посадки на уменьшение массы выводимого РН полезного груза.

Что же касается возвращения и повторного использования блока второй ступени, то, поскольку в конце выведения он приобретает кинематические параметры, близкие к условиям орбитального полета, возврат блока на Землю превращается в задачу, сходную с осуществлением спуска и посадки космического корабля. При этом потери в массе полезного груза могут



**Рисунок 4**

РН «Ангара»

Многоразовый блок  
«Байкал»

составить до (50...70)% по сравнению с одноразовым аналогом. Весьма значительными могут оказаться и затраты на межполетное обслуживание многоразового блока второй ступени. Характерным примером указанных выше проблем могут служить неудачные (в экономическом плане) результаты эксплуатации МТКК Space Shuttle, где многоразовый орбитальный самолет фактически выполнял роль второй ступени.

К возможным вариантам осуществления автономного полета и посадки многоразового блока первой ступени, которые прорабатывались в разное время, относятся:

- баллистический, ориентированный спуск блока и посадка с использованием парашютно-реактивной системы (рис 2). Данный способ прорабатывался в проекте системы спасения блоков А РН «Энергия». Была выпущена конструкторская документация, разрабатывались отдельные агрегаты, начата экспериментальная отработка. Работы были остановлены вместе с прекращением работ по МКС «Буран»;
- ракетодинамический возвратный маневр блока с использованием тяги маршевых

двигателей, вертикальный управляемый спуск и посадка в районе космодрома или по трассе полета. Система спасения блока первой ступени, основанная на применении такого маневра, нашла применение в конструкции РН «Falcon-9» (рис. 3). Начиная с 2014 года, регулярно осуществляются полеты РН с посадкой блока первой ступени на посадочную площадку в районе космодрома или на автоматическую плавучую платформу, доставляемую в точку посадки по трассе полета блока;

- планирующий спуск блока, выполненный по «самолетной» схеме, с участком возвратного полета (возможно с использованием ВРДУ) и горизонтальная посадка на посадочную полосу в районе космодрома рассматривался в проекте многоразового ракетного блока «Байкал» для РН легкого класса «Ангара-1.В» (рис. 4). Была проработана конструкция блока, проведены аэродинамические и тепловые расчеты, выполнены продувки моделей в аэродинамических трубах ЦАГИ. Работы по блоку «Байкал» прекратились на стадии выпуска эскизного проекта.

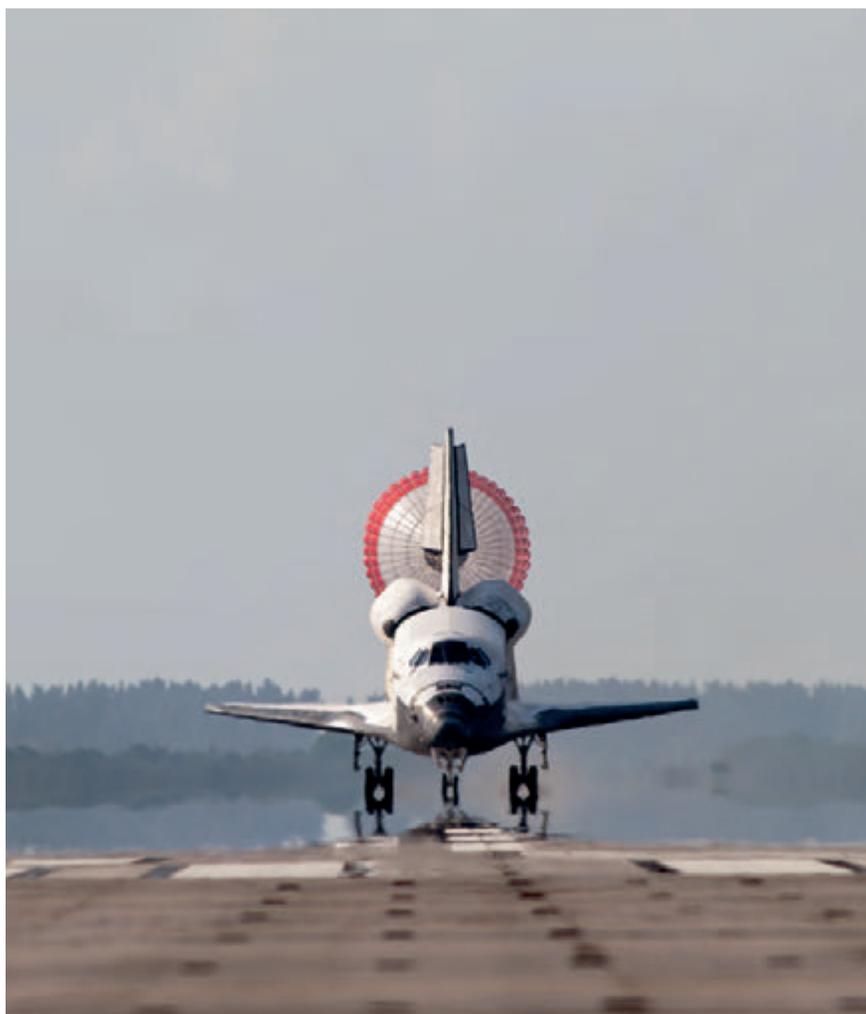
Сравнительный анализ достоинств и недостатков представленных вариантов спасе-

ния блоков первой ступени РН представлен в таблице 3.

По результатам сравнения вариантов можно сделать следующие выводы:

- наиболее эффективным способом возвращения и посадки блока первой ступени РН среднего и тяжелого классов по большинству показателей является ракета-динамический возвратный маневр и вертикальная посадка с использованием тяги ракетных двигателей;
- применение «самолетной» схемы возвращения и посадки блока первой ступени может быть наиболее перспективно для РН легкого и сверхлегкого классов, предназначенных для решения специальных задач, требующих оперативного выведения полезных грузов в широком диапазоне азимутов пуска.

Анализ работ по созданию и практическому использованию многоразовых элементов средств выведения показывает, что освоение технологий возвращения блоков первой ступени является безусловно важным, но не исчерпывающим условием достижения экономической эффективности многоразового использования средств выведения. Речь должна идти, в первую очередь, о ремонтпригодности элементов, возвращаемых на Землю, и возможности относительно недорогого повторного их использования. Иными словами, многоразовость использования составных частей РН — это не только возможность ее возвращения, хотя это весьма важно. Ключевым является вопрос сокращения времени и финансовых затрат на межполетное обслуживание, и как



Требования, предъявляемые к многоразовому блоку первой ступени РН	Схема возвращения и посадки блока		
	Парашютно-реактивная	«Самолетная»	Ракето-динамическая
Минимизация массы бортовых систем и средств, обеспечивающих автономный полет и посадку блока	Определяется отношением конечной массы многоразового блока к конечной массе одноразового аналога		
	1,20...1,30	1,5...2,0	1,15...1,25
Обеспечение приемлемого уровня механического и теплового нагружения конструкции и систем блока в процессе автономного полета и посадки	Определяется параметрами траектории блока при входе в атмосферу		
	Зависит от: — ориентации блока при полете в атмосфере; — аэродинамических характеристик блока		Зависит от величины тормозных импульсов маршевой ДУ перед входом в атмосферу
Обеспечение «всезамутальности» РН (исключение - создание нескольких посадочных комплексов по числу требуемых азимутов пуска РН)	Определяется возможностью пространственного маневра блока для посадки в одном районе для всего диапазона азимутов пуска РН		
	Невозможно	Возможно	Возможно в ограниченных пределах
Минимизация площади районов посадки блока	Размеры района определяются параметрами парашютной системы	Обеспечивается прецизионной посадкой блока	
		На посадочную полосу	На посадочную площадку
Минимизация расстояния между местом посадки блока и техническим комплексом космодрома	Обеспечивается возможностью возвратного полета блока в район космодрома		
	Невозможно	Возможно	

**Таблица 3**  
Сравнительный анализ достоинств и недостатков представленных вариантов спасения блоков первой ступени РН

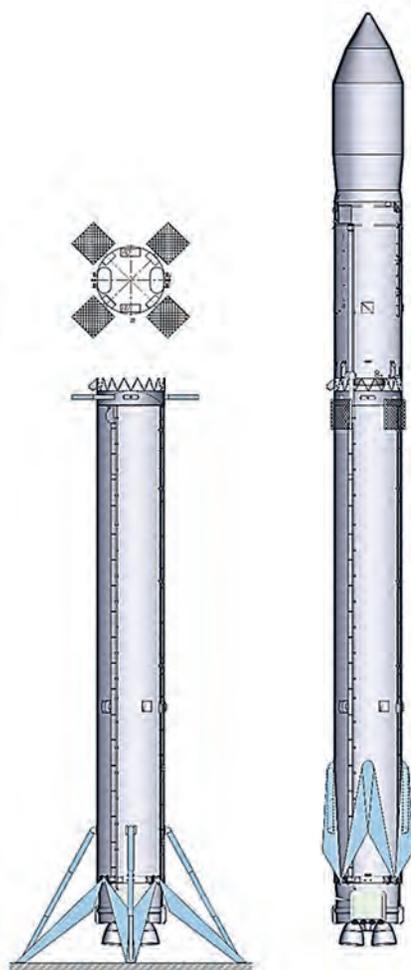


Рисунок 5

следствие, оптимального соотношения одноразовых и многоразовых элементов РН.

Такой подход использовался при проектировании основных элементов МТКС «Энергия-Буран». Проектом предусматривалось многократное применение, помимо орбитального корабля «Буран», блоков первой ступени РН «Энергия». Многократность сразу же сказывалась на структуре блоков, на исполнении пневмогидравлической схемы, системе управления. Повысились требования к двигателю этого блока. Маршевый двигатель должен был обеспечивать десятикратный ресурс работы в полетном режиме, а с учетом проведения контрольных технологических испытаний количество включений двигателя должно было достигать 25 раз. Это была основная проблема обеспечения надежной работоспособности двигателя при многократном включении. Требовался большой запас ресурса. Поэтому проблема многоразовости блока начиналась с достижения высокой работоспособности маршевых двигателей с длительным ресурсом их использования.

Необходимо отметить, что маршевый двигатель является наиболее дорогостоящим

элементом ракетного блока первой ступени и кратность его использования в наибольшей степени определяет экономическую эффективность многоразовых блоков. В связи с этим, в случае использования ракетно-динамического маневра, требуется определить, что является оптимальным вариантом:

- использование дорогостоящего маршевого двигателя для выдачи тормозного импульса при входе блока в атмосферу и его мягкой посадки;
- использование автономной двигательной установки на основе РДТТ для решения задач возвратного полета и посадки блока.

При всех технологических проверках блока в процессе изготовления, проверок в собранном состоянии, в составе пакета и на старте перед заправкой пневмогидравлическая схема обеспечения работы двигателя и управления всей автоматикой блока и двигателя выполнялась как система многократного включения. Система не имела одноразовых элементов, кроме клапанов и агрегатов, срабатывающих в аварийном режиме, или при обеспечении запуска двигателя. Срабатывающие в процессе штатной работы элементы создавались диагностируемыми и ремонтнопригодными.

Создание технологий многоразового использования, безусловно, должно стать основным направлением для разработки средств выведения нового поколения. Стратегия компании С7 КТС предусматривает поэтапную разработку нового универсального носителя среднего класса «Союз-7» для запусков с комплекса «Морской старт» и космодрома Байконур. Проектный облик новой РН представлен на рис. 5.

При запусках с космодрома Байконур блок первой ступени РН будет оснащаться средствами возвращения и мягкой посадки. Для сборки и испытаний РН, а также ремонтно-восстановительных работ и межполетного обслуживания многоразовых блоков первой ступени на космодроме предполагается создать сборочно-испытательный центр. Пуски РН «Союз-7» с комплекса «Морской старт» предполагаются только в одноразовой конфигурации носителя.

Блок первой ступени новой РН создается на основе маршевого двигателя РД-171МВ, разрабатываемого в настоящее время в НПО «Энергомаш». Блок второй ступени будет оснащаться модернизированным двигателем РД-120М.

Решение задач космических транспортных операций охватывает широкую номенклатуру средств, которые необходимо совершенствовать или создавать вновь. Помимо создания новой РН с многоразовой первой ступенью, компания С7 КТС планирует создание многоразового транспортного грузовозвращающего корабля с корпусом из композиционных материалов. ■

# Выше неба: S7 Group стала S7 AirSpace



В группе компаний S7 произошло небольшое, но важное изменение. Теперь космическое направление деятельности будет обозначено в названии всей группы компаний. ЗАО «Группа компаний С7» (S7 Group) становится «С7 авиационно-космическая корпорация» (S7 AirSpace Corporation), т.е. по сути, первым в мире авиакосмическим оператором, чей спектр деятельности начинается с Земли, продолжается в воздухе и, практически, не имеет пределов в космосе.

Основатель и генеральный директор группы компаний S7 AirSpace Владислав Филев объявил о смене названия на ежегодной конференции сотрудников S7.

S7 является самым крупным частным авиаперевозчиком на постсоветском пространстве. В холдинг входят компании, предоставляющие услуги грузоперевозок, технического обслуживания и ремонта авиатехники, авиационный учебный центр и другие направления. Приобретение космодрома «Морской старт» и получение государственной лицензии на космическую деятельность открыло для S7 путь в космос.

Компания «С7 Космические Транспортные Системы» (S7 Space) пока является небольшой частью обширной деятельности группы компаний S7. Новое название — S7 AirSpace — подчеркивает высокие амбиции и готовность к расширению космического направления для всего холдинга.

Сегодня мы являемся операторами космодрома «Морской старт», налаживаем международное сотрудничество с целью возобновления производства ракеты-носителя «Зенит», начинаем проектирование новой частично многоразовой российской ракеты «Союз-7» и грузового космического корабля, прорабатываем концепцию коммерческой пилотируемой станции «Орбитальный космодром», оцениваем экономические перспективы использования в космосе атомной энергии и реализации взаимовыгодного частно-государственного партнерства в космосе.

Задачи перед S7 Space стоят сложные, но мы видим готовность всей группы компаний S7 AirSpace вложить свой опыт, технологический и интеллектуальный потенциал в распространение своего коммерческого успеха выше неба.

## ПОЛУЧЕНА ЛИЦЕНЗИЯ НА РАЗРАБОТКУ КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ

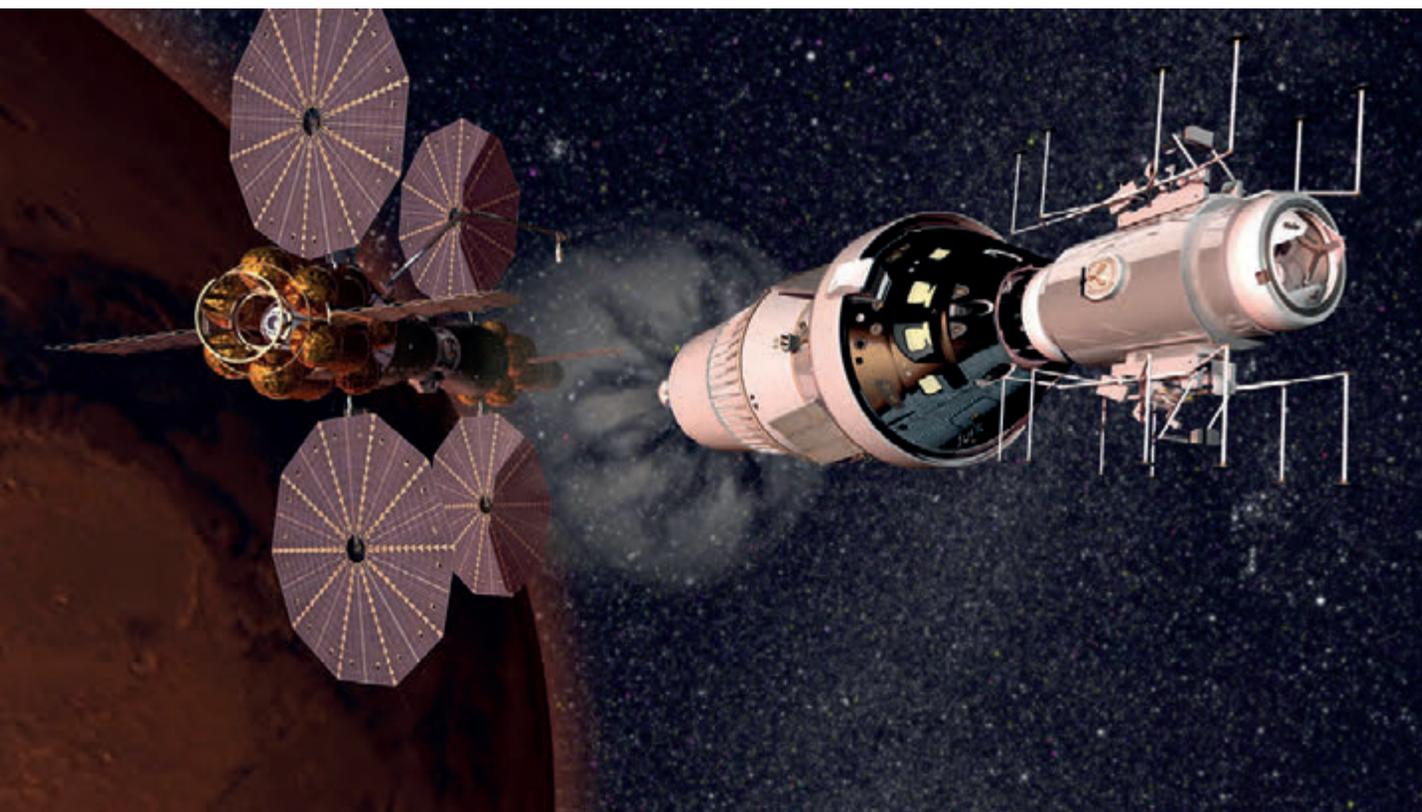
ООО «С 7 Космические Транспортные Системы» получило лицензию на осуществление космической деятельности в части создания и модернизации ракет-носителей и иных средств выведения, их составных частей и комплектующих. В настоящее время в компании ведется разработка коммерческой ракеты-носителя с элементами многоразового использования. Этой задачей в ООО «С 7 КТС» занимается команда инженеров под руководством заместителя генерального директора – главного конструктора средств выведения Игоря Сергеевича Радугина.



# Прошлое, настоящее и будущее многоразовых космических систем



**Виталий ЕГОРОВ**  
популяризатор космонавтики



**Е**два люди поняли, что космос достижим с помощью многоступенчатых ракет, конструкторы стали задумываться о способах удешевления полета. Много-разовые космические системы казались наиболее выгодным способом достижения космического пространства. Последующий многолетний опыт поколебал ранние оптимистичные ожидания: многоразовые системы оказались дороже и сложнее, а одноразовые более — востребованы.

Сегодня наблюдается вторая волна популярности многоразовых ракет.

Фантастические произведения середины XX века полны вертикально взлетающих и садящихся ракет. Американские комиксы и советский «Незнайка», голливудское и мосфильмовское кино готовили общественное сознание к ракетам вертикальной посадки. Конструкторская же мысль склонялась к авиакосмическим системам, крылатым кораблям и стартовым ступеням.



Первые серьезные разработки частично многоразовых систем начались в 60-е годы по обе стороны океана. В США начался проект Dyna-Soar, в СССР — «Спираль». В обоих случаях проектировался небольшой орбитальный пилотируемый самолет, способный выполнять прежде всего военные задачи: разведку, бомбометание, инспекцию и атаку орбитальных аппаратов. Особым свойством авиакосмических систем, привлекательным для военных, считалась возможность аэродинамического маневра — смены наклона орбиты для выхода на непредсказуемую для потенциального противника орбиту.

Все остальные возможности авиакосмических систем, интересные военным, совпадали с возможностями «одноразовой космонавтики». Успехи одноразовых ракет привели к закрытию Dyna-Soar, этот самолет так и не совершил ни одного даже атмосферного полета. Нарботки по проекту использовали спустя несколько лет, на закате лунной программы Apollo, когда NASA занялась проектом Space Shuttle.

После сверхзатратной лунной программы, многоразовые космические челноки казались NASA реальным способом сэкономить бюджетные средства. Кроме возвращаемого космического самолета внушительных размеров, предполагалось многоразовое использование боковых твердотопливных ускорителей первой ступени. Стальной корпус ускорителей SRB после выгорания твердого топлива, спускался в океан на парашютах. Рассматривались также варианты авиационной посадки центрального топливного бака, но от них отказались.

СССР тем временем продвинулся дальше в разработке малого космического самолета «Спираль», пилотируемый образец которого совершал атмосферные полеты, а инженерные демонстраторы серии БОР совершали орбитальные и суборбитальные полеты. Успехи США в развитии программы Space Shuttle привели к пересмотру проекта советской воздушно-космической системы. «Буран» получился более похожим на «челнок», чем на «лапоть», как негласно звали «Спираль» за характерную форму носа.



Ракетные системы тем временем развивались своим чередом, сохраняя одноразовость и справляясь со всем спектром космических задач как военных, так и гражданских. Практически все успешные научные результаты советской космонавтики связаны с одноразовыми ракетами, несмотря на значительный прогресс в разработке космического челнока.

Пределом успеха многоразовых космических систем XX века стали программы Space Shuttle и «Энергия—Буран», реализованные в 1980-е годы. В данных системах полностью многоразовым элементом был только возвращаемый аэродинамическим способом космический корабль-челнок. Фактически челнок являлся многоразовой третьей ступенью раке-

ты, выводящей полезную нагрузку массой до 25-30 т. При этом ракетная система, запускавшая челнок, относилась уже к сверхтяжелому классу.

Space Shuttle немало послужил пилотируемой программе США: выводил модули МКС, совершал запуски, обслуживание и возвращение космических аппаратов, в том числе военного назначения. Всего шаттлы стартовали 135 раз, и два полета закончились трагическими авариями. Система «Энергия—Буран» совершила один испытательный беспилотный полет. Несмотря на значительную разницу в масштабах деятельности советского и американского челноков, их объединяет невостребованность в космонавтике, и в конечном итоге отказ от их исполь-

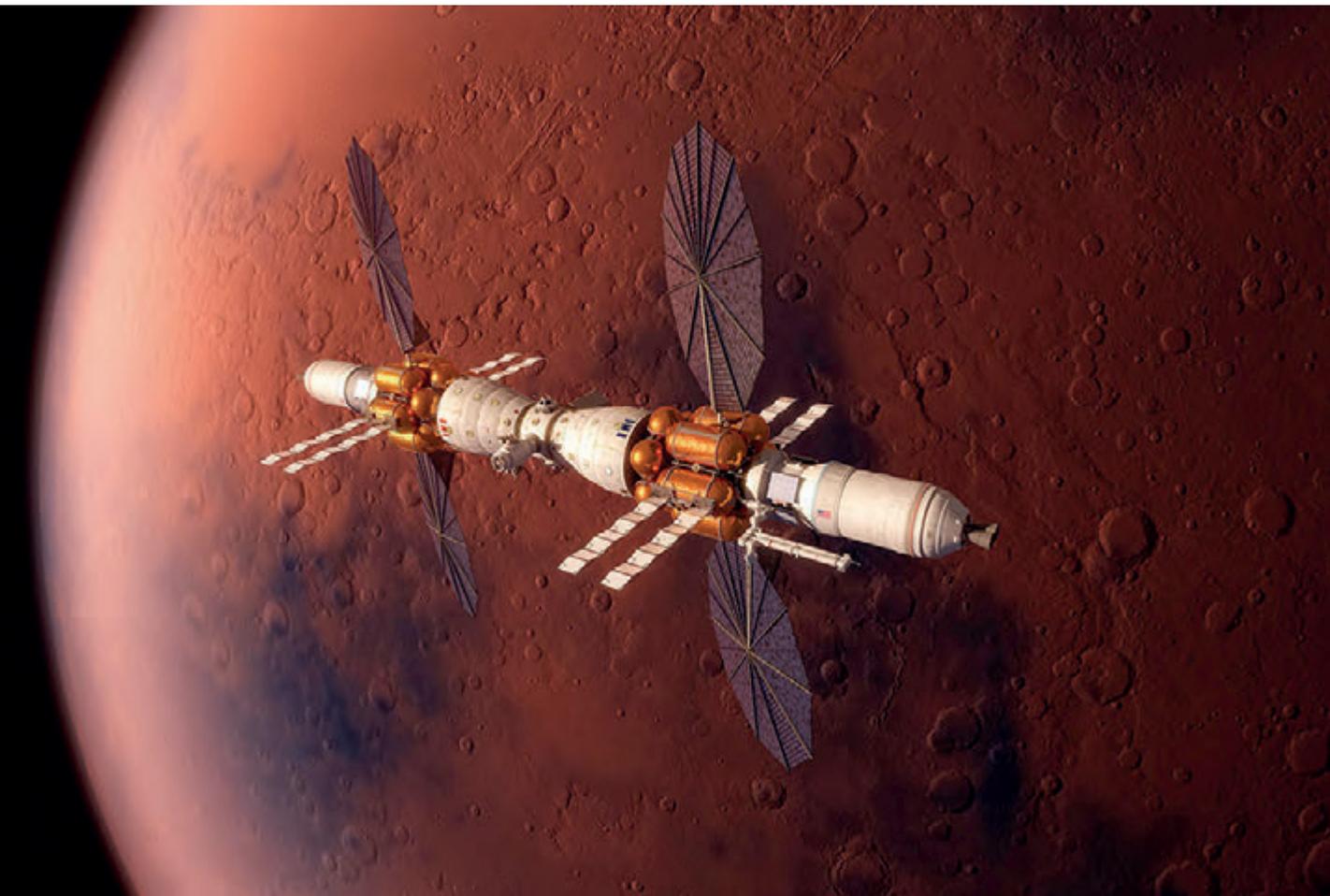


зования. Высокая цена обслуживания и запуска не показала заметной выгоды в сравнении с «одноразовой» космонавтикой. Уникальные возможности челноков: аэродинамический орбитальный маневр, орбитальное обслуживание, инспекция и возвращение космических аппаратов, оказались либо не востребованы вовсе, либо имели ограниченное применение, подчас экспериментального характера.

Без лунной или марсианской пилотируемой программы оказалась не востребована и советская сверхтяжелая ракета «Энергия», в отличие от Space Shuttle обладавшая возможностью самостоятельного полета отдельно от челнока. Без достаточной нагрузки и из-за отсутствия финансирования были свернуты работы по технологии

многократного использования боковых ракетных ускорителей «Энергии».

С созданием Space Shuttle и «Энергии—Буран» не прекратился поиск альтернативных многоразовых космических систем. По заказу DARPA и NASA в США начали работы по концепции SSTO — Single-stage-to-orbit (одноступенчатая ракета). Прототип системы получил название Delta-Clipper, и представлял собой вертикально взлетающую и садящуюся ракету на кислород-водородном топливе. Создатели Delta-Clipper успешно освоили вертикальный взлет, посадку и горизонтальные маневры в воздухе, но высота полета не превышала 4 км. Экспериментальные полеты ракеты продолжались с 1993 по 1996 год и закончились аварийной по-



садкой, уничтожившей прототип. В дальнейшем заказчики утратили интерес к разработке. Спустя десять лет полученный опыт нашел применение в суборбитальном проекте New Shepard частной космической компании Blue Origin. Сходную систему под названием «Корона» до сих пор разрабатывает и российское АО «ГРЦ Макеева».

В 2001 году ГКНПЦ имени М.В. Хруничева продемонстрировал макет возвращаемого бокового ракетного ускорителя «Байкал», который предлагалось использовать на будущей ракете «Ангара». Конструкцией предусматривалось раскладное крыло и самолетная посадка. Предполагалось привлечь средства на производство от иностранных инвесторов. Однако «Байкал» не заинтересовал ни частных, ни государственных заказчиков. Причина была как в неосвоенной технологии, так и в неготовности на тот момент «Ангары».

Отдельный путь прошла разработка многоцветной воздушно-космической системы в Великобритании. Начавшись как космический самолет Hotol в 80-е, она дошла до XXI века под именем Skylon. Основа предлагаемой техноло-

гии — водородный прямоточный гиперзвуковой реактивный двигатель, который должен на высоте до 30 км обеспечить гиперзвуковую скорость, используя атмосферный воздух в качестве окислителя, а потом переключиться на ракетный режим для достижения орбитальной скорости и высоты 300 км. Проект пережил несколько этапов и сейчас находится на стадии подготовки к наземным испытаниям прототипа двигателя. Около двадцати лет разработки велись на частные инвестиции, привлекаемые компанией Reaction Engines, пока в 2013 году компанию не поддержало британское правительство. В 2015 году в компанию вложился концерн BAE Systems, а в 2017-м инвесторами выступили Rolls Royce и Boeing. Инвестиции от аэрокосмического и двигателестроительного гигантов, в размере 100 млн фунтов стерлингов позволяют увереннее говорить о будущем двигателя, хотя первый полет Skylon состоится через несколько лет и потребует не меньше миллиарда фунтов стерлингов.

Наибольших успехов в создании частично многоцветных ракетно-космических систем нового поколения достигла компания SpaceX.

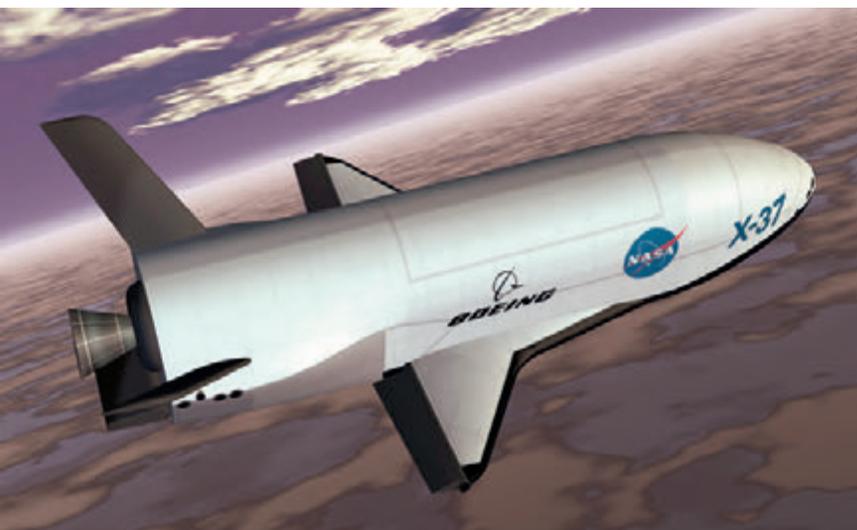
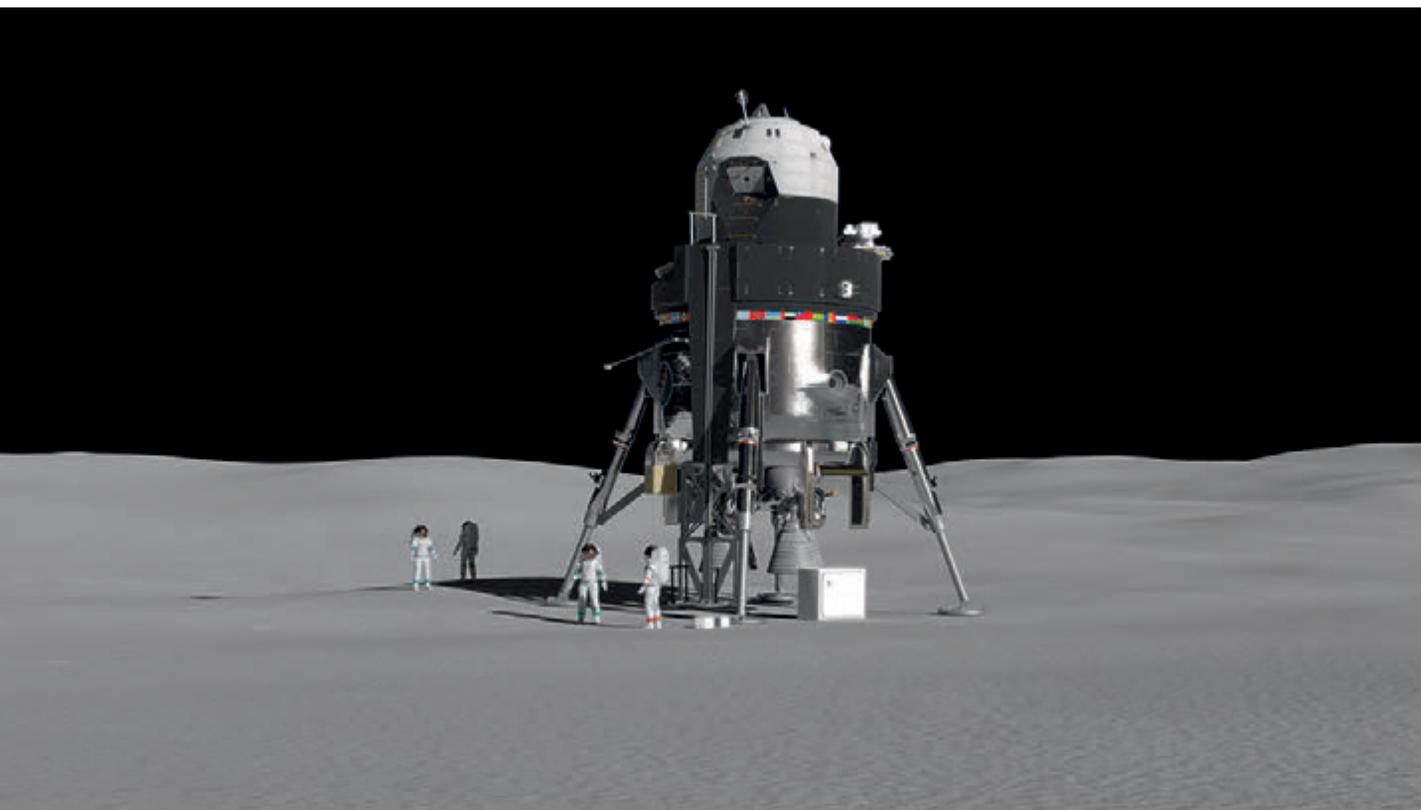


Частные инвестиции компании в многоразовую систему Falcon 9 позволили разработать наиболее экономную схему производства и возвращения элементов ракеты. В отличие от орбитального челнока, которому на этапе приземления требуется гасить первую космическую скорость, первая ступень ракеты не развивает скорость выше 1/4 первой космической. В результате системы спасения орбитального челнока занимали примерно три четверти массы полезной нагрузки, а на возврат первой ступени уходит примерно 1/3 массы полезной нагрузки.

Экономические эффекты многоразовой технологии нельзя рассматривать в отрыве от прочих факторов, влияющих на цену, спрос и себестоимость ракетного запуска. Объем коммерческого рынка геостационарных запусков ограничен двумя десятками тяжелых ракет в год. Такой низкий спрос при высокой конкуренции угрожает кризисом перепроизводства, т.к. заводы должны работать, а новые ракеты могут стать невостребованы при наличии возвращенных ступеней. Заводам остается серийное производство одноразовых вторых

ступеней при спорадическом спросе на первые, самые трудоемкие ступени. Решение этой проблемы — в расширении применения ракеты и выходе на рынок ракет меньшей грузоподъемности. Тяжелую ракету приходится запускать нагруженной на 30-50% только для поддержания серийного производства. Поэтому SpaceX выполняет контракты на спутниковые запуски малой массы и доставку грузов на МКС, борется за военные контракты и готовит пилотируемые корабли. Освоение пилотируемых возможностей открывает путь на потенциально массовый туристический рынок.

Перспективная разработка SpaceX — Big Falcon Rocket (новое название Starship) по сложности и амбициям даже превосходит Space Shuttle и «Энергия—Буран». BFR должна стать двухступенчатой ракетой с полностью многоразовыми элементами. Первая ступень предполагает вертикальное возвращение по схеме Falcon 9. Вторая ступень BFR является одновременно космическим кораблем многократного использования с возможностью орбитальной заправки и межпланетных перелетов. Посадка Starship предполагается комбинированная —



с этапом активного аэродинамического торможения и вертикальной ракетодинамической посадки. Полеты на Луну и Марс становятся возможны на BRF при дозаправке на орбите и поверхности других космических тел. Такие требования, закладываемые в проект, аккумулируют весь успешный предыдущий опыт Space Shuttle, Falcon 9 и идеи проекта Mars Direct американского инженера и общественного деятеля Роберта Зубрина.

Единственное, чего не хватает BFR, — спроса на такие амбициозные полеты. Это смелая, но

авантюрная попытка основателя SpaceX Илона Маска поскорее «прыгнуть в будущее». Судьбы Saturn V, Space Shuttle, «Энергии—Бурана» показывают, что поспешные попытки, обгоняющие время, слишком быстро уходят в прошлое.

Можно предположить, что более востребованная сегодня ракета Falcon 9 и ее конкурирующие аналоги, сохранят спрос в ближайшее десятилетие. Более масштабные проекты найдут применение, когда человечество начнет активную пилотируемую экспансию в межпланетное пространство. ■



## С АО «ГАЗПРОМ КОСМИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ» ПОДПИСАНО СОГЛАШЕНИЕ О СОТРУДНИЧЕСТВЕ

S7 Space и АО «Газпром космические системы» подписали соглашение о сотрудничестве в области создания и запусков космических аппаратов гражданского назначения. Стороны договорились развивать на взаимовыгодных условиях совместную работу по реализации ряда проектов в области создания и запуска автоматических космических аппаратов гражданского назначения. S7 Space планирует предоставлять для АО «Газпром космические системы» услуги по запуску космических аппаратов в рамках проектов «Морской Старт» и «Наземный старт». Кроме того, S7 Space заинтересовано в том, чтобы рассмотреть возможность реализации совместных проектов с АО «Газпром космические системы» с использованием Сборочного производства космических аппаратов, в том числе для сборки и проведения испытаний компонентов новых (модернизированных) средств выведения. В ближайшее время стороны сформируют совместную рабочую группу для подготовки предложений по развитию сотрудничества, которое, как ожидают стороны, позволит более эффективно реализовать коммерческий потенциал обеих компаний и решать поставленные задачи на взаимовыгодных условиях.

## S7 SPACE И АО «НПО ЭНЕРГОМАШ» ПОДПИСАЛИ СОГЛАШЕНИЕ О СОТРУДНИЧЕСТВЕ



В начале октября было подписано Соглашение о сотрудничестве между ООО «С 7 Космические Транспортные Системы» и АО «НПО Энергомаш».

Предмет намеченного сотрудничества охватывает целый спектр направлений совместной деятельности в интересах обеих компаний с учетом текущих и перспективных планов.

В частности, соглашение предусматривает развитие сотрудничества в сфере возобновления производства, сертификации и коммерческих продаж «земной» и «высотной» модификации одного из двигателей разработки АО «НПО Энергомаш» для применения как в интересах S7 Space, так и для использования в составе перспективных многоразовых, и модернизируемых РН различных классов, в том числе и в рамках международных проектов.

Кроме того, стороны договорились оформить отдельное соглашение об условиях приобретения и поставки новых товарных двигателей РД171М.

Для проработки деталей и разработки дорожной карты сотрудничества стороны договорились создать совместную рабочую группу специалистов предприятий с участием представителей ГК «Роскосмос».

# «БУРАН»: факты и мифы

## к 20-летию полета МТКК «Буран»



**Вадим ЛУКАШЕВИЧ,**  
историк космонавтики,  
кандидат технических наук



**У**тром 15 ноября 1988 г., в день старта, подготовка к пуску протекала на удивление гладко, но главную тревогу доставляла погода — на Байконур шел циклон. Дождь, шквалистый ветер с порывами до 19 м/с, низкая облачность, началось обледенение ракеты-носителя и корабля — в отдельных местах толщина льда достигла 1...1.7 мм...

За 30 минут до запуска техническому руководителю пуска Б.И. Губанову под роспись вручают штормовое предупреждение: «Туман при видимости 600–1000 м. Усиление юго-западного ветра 9–12 м/с, порывы временами до 20 м/с». Но после короткого совещания, изменив направление посадки «Бурана» (20° против ветра), руководство принимает решение: «Пускать!»

До пуска 26 минут — на «Буране» включились бортовые радиопередатчики системы «ВымпелК». Корабль готовился к старту.

За несколько минут до старта взошло Солнце (05:47), но его не видно — при такой сплошной плотной облачности появилась только серость на горизонте. Идут последние минуты предстартового отсчета... На стартовом комплексе, подсвеченная ослепительно белым светом прожекторов, стоит ракета под низким облачным потолком, на котором тускло светится огромное пятно отраженного света. Порывы сильнейшего ветра обрушивают на ракету снежную крупу вперемешку со степным песком... Многим в тот момент подумалось, что «Буран» неслучайно носит свое имя\*...

В 05:50, после десятиминутного разогрева двигателей, с ВПП аэродрома Юбилейный в воздух взлетает самолет оптико-телевизионного наблюдения (СОТН) МиГ-25 — «борт 22». Самолет пилотирует Магомед Толбоев, во второй кабине — телеоператор Сергей Жадовский. В задачу экипажа СОТН входит ведение телерепортажа переносной телекамерой и наблюдение старта «Бурана» выше слоев облачности.

К этому моменту в воздухе на разных высотных эшелонах уже находятся несколько самолетов: на высоте около 5000 метров и удалении 4...6 км от стартового комплекса патрулирует Ан-26 и несколько выше, следуя по заранее спланированным маршрутам (зонам) на удалении 60 км от старта, дежурит самолет метеоразведки.

На удалении 200...300 км от старта барражирует самолет-лаборатория Ту-134БВ, контролируя с воздуха радиотехнические средства системы автоматической посадки. Утром Ту-134БВ уже выполнил два контрольных полета на удалении 150...200 км от старта, по которым было выдано заключение о готовности посадочного комплекса. Еще дальше, в зоне между Джезказ-

ганом и Карагандой, в воздухе находился еще один «борт» — самолетный измерительный пункт (СИП) Ил-18.

Ровно за 10 мин до старта нажатием кнопки испытатель лаборатории — комплекса автономного управления Владимир Артемьев выдает команду «Пуск» — дальше всем управляет только автоматика.

За 1 мин 16 сек до старта весь комплекс «Энергия-Буран» переходит на автономное энергоснабжение. Теперь все готово к запуску...

«Буран» стартовал в свой единственный триумфальный полет точно по циклограмме: команда «Контакт подъема», фиксирующая разрыв последних коммуникаций между ракетой и стартовым комплексом (к этому моменту ракета успевает подняться на высоту 20 см), прошла в 06:00:01.25 по московскому времени.

Картина старта была яркой и скоротечной. Свет прожекторов на стартовом комплексе исчез в клубах выхлопных газов, из которых, подсвечивая это огромное бурлящее рукотворное облако огненно красным светом, медленно поднялась ракета, как комета со сверкающим ядром и хвостом, направленным к Земле! Обидно коротким было это зрелище! Через несколько секунд только затухающее пятно света в покрове низких облаков свидетельствовало о неистовой силе, которая несла «Буран» через облака. К завываниям ветра добавился мощный низкий рокочущий звук, и казалось, будто он идет отовсюду, будто он исходит от низких свинцовых облаков\*.

Через 5 сек начался разворот комплекса «Энергия-Буран» по тангажу, еще через секунду — разворот на 28,7° по крену.

Дальше только несколько человек непосредственно наблюдали за полетом «Бурана» — это был экипаж транспортного самолета Ан-26, взлетевшего с аэродрома «Крайний» (командир Александр Борунов), с борта которого через боковые иллюминаторы тремя (!) операторами ЦТ велась съемка, и экипаж СОТН МиГ-25, который вел репортаж из стратосферы, засняв момент отделения параблоков первой ступени.

Зал в бункере управления замер, казалось, ступившееся напряжение можно было потрогать...

На 30-й секунде полета началось дросселирование двигателей РД0120 до 70% тяги, а на 38-й секунде при прохождении участка максимального скоростного напора, — двигателей РД170.

Система управления вела ракету точно внутри расчетной трубки (коридора) допустимых траекторий\*\*, без каких либо отклонений.

Все присутствующие в зале управления, зажав дыхание, следят за полетом. Волнение нарастает...



\* Много лет спустя Сергей Грачев, помощник старшего руководителя полетов, вспоминал: «Я нахожусь в диспетчерской и выбираю, откуда лучше наблюдать пуск. Выбежал на балкон 5-го этажа ОКДП — а там ветер грохочет в металлическом настиле — вряд ли услышишь, как взлетает «Энергия». Решил вернуться обратно в диспетчерскую и наблюдать в окно. До пуска — считанные минуты.

Мысленно просчитываю: так, расстояние 12 км, скорость звука, движение ударной волны, — если рванет на старте, — и говорю диспетчерам: смотрите, если увидите вспышку на старте, сразу падайте на пол под окна к стенке и не шевелитесь! После ухода «Энергии-Бурана» в облачность мысленно представляю: а не появится ли вдруг снова «кометный хвост» из под облаков? Ведь были на полигоне такие случаи, были...»

\*\* Старт и разгон ракетой-носителем орбитального корабля происходит на фоне изменяющихся внешних параметров атмосферы. Эти возмущения носят случайный характер, поэтому параметры траектории имеют допустимые отклонения, изменяясь не только от полета к полету, но и в течение одного полета. В таких условиях невозможно определить фиксированную расчетную траекторию полета и приходится рассматривать только расчетную трубку траекторий, в которой с определенной вероятностью должна находиться фактическая траектория. Расчетные трубки траекторий для участка выведения «Бурана» определялись для вероятности 0.99, а для траектории спуска «Бурана» из-за повышенных требований к безмоторной посадке они были еще точнее: 0.997!

\*\*\* Послеполетный анализ телеметрии показал, что при старте произошла засветка датчиков пожара излучением от факелов двигателей, из-за чего в хвостовом отсеке блока Ц произошло открытие крышек аварийного дренажа, предназначенных для сброса в аварийных ситуациях избыточного давления в случае пожара и/или работы системы пожаровзрывопреупреждения (СПВП). Из-за ошибочного срабатывания датчиков еще на старте СПВП начала аварийную продувку двигательного отсека блока Ц инертным газом с расходом до 15 кг/с, из-за чего к 70-й сек полета весь запас инертного газа был израсходован, и далее полет продолжался с неработоспособной СПВП.



77-я секунда. Кончилось дросселирование тяги двигателей блоков Ц — и они плавно переходят на основной режим\*\*\*.

На 109-й сек снижается тяга двигателей для ограничения перегрузки до 2.95 g, и через 21 сек начинается перевод двигателей блоков А первой ступени на режим на конечной ступени тяги (49.5%).

\* Владимир Ермолаев, начальник разведки штаба в/ч 12471 (47-я отдельная опытно-испытательная часть), в числе первых побывавший на стартовом комплексе через несколько минут после пуска, вспоминает: «...Группы оцепления из степи постепенно втягивались на еще горячий старт. Куски бетона, арматуры, закрученные металлоконструкции, сорванная теплозащита заправочных магистралей — первое, что бросилось в глаза... И парящий бетон. Вроде бы уже остывает. Но парит. Поднимаем с «нулевой отметки» куски теплого бетона и за пазуху. На память...»

Прошло еще 13 сек, и по громкой связи раздается: «Есть выключение двигателей первой ступени!» Фактически команда на выключение двигателей блоков 10А и 30А прошла на 144-й сек полета, а на выключение двигателей блоков 20А и 40А еще через 0.15 сек. Разновременное выключение противоположных боковых блоков предотвратило возникновение возмущающих моментов при движении ракеты и обеспечило отсутствие резких продольных перегрузок за счет более плавного падения суммарной тяги.

Через 8 сек на высоте 53.7 км при скорости 1.8 км/с произошло отделение параблоков, которые спустя 4.5 мин упали в 426 км от старта.

На 4-й минуте полета с правого экрана в Главном зале подмосковного ЦУПа, который на участке выведения просто наблюдал за происходящим, исчезла картинка с изображением основных этапов маневра возврата — после 190-й сек полета в случае возникновения нештатной ситуации реализация маневра возврата с посадкой корабля на ВПП Байконура стала невозможной.

Сразу после выхода комплекса из низкой облачности телекамера «Бурана», расположенная на верхнем иллиминаторе контроля стыковки и обзорающая верхнюю (для корабля) полусферу, начала передавать в ЦУП картинку, обошедшую все мировые информационные агентства. Из-за постоянно увеличивающегося в процессе выведения угла тангажа «Буран» с течением времени все больше «ложился на спину», поэтому камера, установленная у него «на затылке», уверенно показывала черно-белое изображение проплывающей под ним земной поверхности.

На 320-й сек камера зафиксировала пролетевший мимо кабины корабля небольшой фрагмент сантиметрового размера, который, скорее всего, был осколком теплозащитного покрытия второй ступени.

На 413-й сек началось дросселирование двигателей второй ступени; еще через 28 сек они переводятся на конечную ступень тяги. Точительные 26 сек — и на 467-й сек полета оператор сообщает: «Есть выключение двигателей второй ступени!»

В течение 15 сек «Буран» уже своими двигателями «успокоил» всю связку и на 482-й сек полета (импульсом управляющих двигателей 2 м/с) отделился от блока Ц, выйдя на орбиту

высотой условного перигея 11.2 км и апогея 154.2 км.

С этого момента управление кораблем передается с командного центра на Байконуре в подмосковный ЦУП.

В зале по заведенной традиции ни шума, ни восклицаний. В соответствии с жестким указанием технического руководителя пуском Б.И. Губанова все присутствующие на командном пункте остаются на своих рабочих местах — только у ракетчиков горят глаза. Под столом пожимают друг другу руки — задача носителя выполнена. Теперь все дело за кораблем\*.

Через 3.5 мин «Буран» в апогее своей траектории, находясь в положении «лежа на спине», выдал первый 67-секундный корректирующий импульс, получив приращение орбитальной скорости 66.7 м/с и оказавшись на промежуточной орбите с высотой перигея 114 км и апогеем 256 км. Управленцы на Земле вздохнули с облегчением: «Будет первый виток!»

Однако службы посадочного комплекса на Байконуре получили команду «отбой» программы одновиткового полета только в конце 12-й минуты полета корабля. Это означало снятие готовности к взлету второго самолета сопровождения (СОТН) МиГ-25 (борт 9210), пилотировать который должен был Урал Султанов. В случае полета «Бурана» по одновитковой траектории Султанов должен был быть в состоянии готовности к взлету в период с 06:45 по 07:03 утра, так как ожидаемое время посадки орбитального корабля согласно резервной программе полета планировалось в 07:33. Но все шло штатно, и в 06:18 Магомед Толбоев посадил свой МиГ-25 на аэродром Юбилейный.

В ожидании следующего импульса корабль продолжал полет в «перевернутом» положении. После второго 40-секундного импульса (в 06:46:07 величина приращения скорости 41.7 м/с), «Буран» оказался на рабочей орбите наклоном 51.64°, высотой 263...251 км и периодом обращения 89.45 мин.

Далее корабль летел, развернувшись левым крылом к Земле для обеспечения оптимального теплового режима, — солнечное излучение при такой ориентации нагревало преимущественно нижнюю, самую «огнеупорную», поверхность крыла и фюзеляжа.

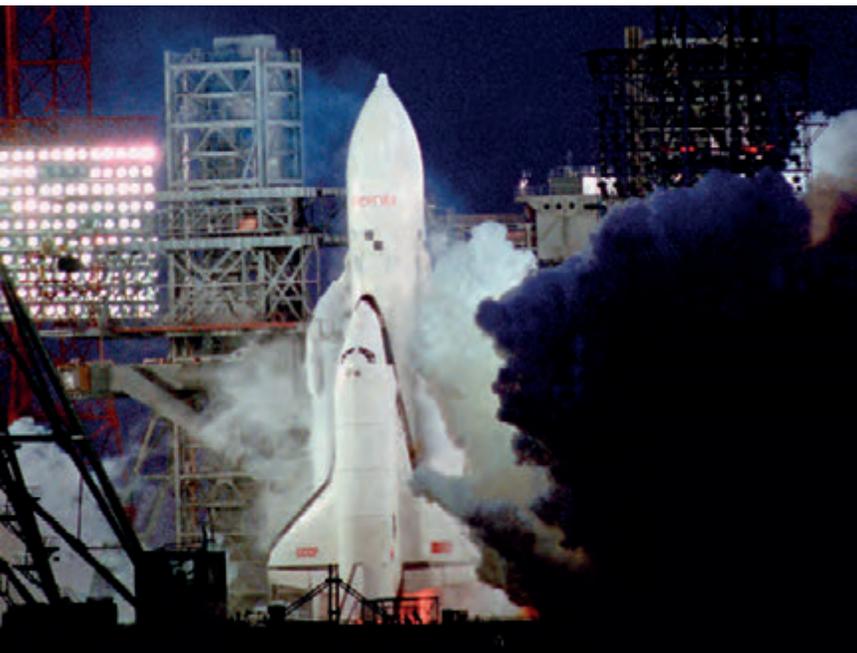
На орбите все системы работали штатно. В полете было проведено четыре сеанса связи, включая передачу на борт информации, необходимой для спуска и посадки, в том числе направление ветра в районе ВПП посадочного комплекса.

На втором витке вне зоны радиосвязи «Буран» начал готовиться к посадке: в 07:31:50 с



магнитной ленты бортового магнитофона перезагрузилась оперативная память бортового вычислительного комплекса для работы на участке спуска, и началась перекачка топлива из носовых баков в кормовые для обеспечения требуемой посадочной центровки.

Стали готовиться к встрече корабля и службы посадочного комплекса. Когда «Буран» начал свой второй виток, на Объединенный командно-диспетчерский пункт (ОКДП) прошла информация, что, по данным телеметрии, на борту все нормально, отклонений от работы аппаратуры посадки не отмечено, за исключением несрабатывания радиответчиков, что существенно не влияло на процесс обеспечения автоматической посадки.



В 07:57 на ВПП выкатили вновь заправленный СОТН МиГ-25 (ЛЛ-22), и в 08:17 М. Толбоев и С. Жадовский снова заняли свои места в отдельных кабинах самолета. После буксировки МиГ-25 на ВПП на рулежных дорожках начала выстраиваться техника комплекса средств наземного обслуживания (КСНО).

В это время в космосе орбитальный корабль построил ориентацию для выдачи тормозного импульса, снова повернувшись в положение «спиной» к Земле и хвостом вперед и вверх. В 08:20, находясь над Тихим океаном в точке  $45^{\circ}$  ю.ш. и  $135^{\circ}$  з.д., в зоне видимости кораблей «Космонавт Георгий Добровольский» и «Маршал Неделин», он на 158 сек включил один из двигателей орбитального маневрирования для выдачи тормозного импульса 162.4 м/с. После этого корабль построил посадочную («самолетную») ориентацию, развернувшись «по полету» и подняв «нос» на  $37.39^{\circ}$  к горизонту для обеспечения входа в атмосферу с углом атаки  $38.3^{\circ}$ . Снижаясь, в 08:48:11 корабль прошел высоту 120 км.

Вход в атмосферу ( $H=100$  км) произошел в 08:51 под углом  $0.91^{\circ}$  со скоростью 27330 км/ч над Атлантикой в точке с координатами  $14.9^{\circ}$  ю.ш. и  $340.5^{\circ}$  з.д. на расстоянии 8270 км от посадочного комплекса Байконура.

Погода в районе аэродрома посадки существенно не улучшилась. По-прежнему дул сильный, порывистый ветер. Спасало то, что ветер дул почти вдоль посадочной полосы — направление ветра  $210^{\circ}$ , скорость 15 м/с, порывы до 18...20 м/с. Ветер однозначно определил направление захода на посадку с северо-восточного направления, на ВПП

посадочного комплекса (аэродрома Юбилейный) №24 (истинный посадочный курс №2 с азимутом  $246^{\circ}36'22''$ ). Таким образом, ветер для планирующего корабля становился встречным (под  $36^{\circ}$  слева). Та же полоса при заходе на нее с юго-западного направления имела уже другой номер — №06.

В 08:47 запускаются двигатели МиГ-25, в 08:52 Толбоев получает разрешение на взлет. Через несколько минут в 08:57, самолет второй раз за это утро стремительно взлетает в второе небо и после крутого левого виража исчезает в облаках, уходя на встречу с «Бураном».

Штурман-оператор Валерий Корсак начал выводить Толбоева в зону ожидания для встречи орбитального корабля. Предстояло выполнить не совсем обычное наведение «перехватчика» на воздушную цель.

В практике ПВО принято, что перехватчик догоняет цель. Здесь же цель должна была догнать «перехватчик», причем ее скорость все время уменьшалась, изменяясь в широких пределах. К этому следует добавить и постоянное уменьшение высоты с большой вертикальной скоростью, и переменчивый курс цели, но самое главное — это большая степень неопределенности траектории после выхода корабля из участка плазмы и на снижении. Со всеми этими сложностями самолет следовало вывести на дальность визуальной видимости корабля — 5 км. Бортовая РЛС на «22-м» отсутствовала, так как это все-таки была летающая лаборатория на базе МиГ-25, а не полноценный строевой перехватчик...

А в это самое время «Буран» огненной кометой пронзает верхние слои атмосферы. В 08:53 на высоте 90 км из-за образования облака плазмы на 18 мин с ним прекращается радиосвязь. В период отсутствия радиосвязи контроль за полетом «Бурана» осуществляется национальными средствами системы предупреждения о ракетном нападении. Для этого используются радиолокационные средства контроля космического пространства с «загоризонтными» РЛС, которые через командный пункт РВСН Голицыно 2 (в подмосковном Краснознаменске) постоянно передавали информацию о параметрах траектории снижения «Бурана» в верхних слоях атмосферы с прохождением заданных рубежей. В 08:55 была пройдена высота 80 км, в 09:06 — 65 км.

В процессе снижения для рассеивания кинетической энергии «Буран» за счет программного изменения крена выполнил протяженную S-образную «змейку»\*, одновременно реализуя боковой маневр в 570 км влево от плоскости орбиты. При переключке максимальная величина крена достигала  $104^{\circ}$  влево и  $102^{\circ}$  вправо.

Именно в момент интенсивного маневрирования с крыла на крыло (скорость переключки

по крену доходила до  $5.7^\circ/\text{с}$ ) в поле зрения бортовой телекамеры попал падающий в межкабинном пространстве сверху вниз фрагмент, заставивший понервничать некоторых специалистов на Земле: «Ну все, корабль начал разваливаться!» Еще через несколько секунд камера даже засняла частичное разрушение плитки рядом с верхним контуром иллюминатора...

На участке аэродинамического торможения датчики в носовой части фюзеляжа зарегистрировали температуру  $907^\circ\text{C}$ , на носках крыла  $924^\circ\text{C}$ . Максимальные расчетные температуры нагрева не были достигнуты из-за меньшего запаса запасенной кинетической энергии (стартовая масса корабля в первом полете была 79.4 т при расчетной 105 т) и меньшей интенсивности торможения (величина реализованного бокового маневра в первом полете была в три раза меньше максимально возможных 1700 км). Тем не менее бортовая телекамера зафиксировала попадание на лобовое остекление ошметков теплозащиты в виде клякс, которые затем в течение нескольких десятков секунд полностью выгорали и уносились встречным воздушным потоком. Это были «брызги» от выгорающего лакокрасочного покрытия теплозащитного покрытия (ТЗП), попадающие на лобовые стекла из-за снижения угла атаки по мере спуска в атмосфере: после падения скорости до  $M=12$  угол атаки начал плавно уменьшаться до  $\alpha=20^\circ$  при  $M=4.1$  и до  $\alpha=10^\circ$  при  $M=2$ .

Послеполетный анализ показал: в диапазоне высот 65...20 км (и числа  $M$  от 17.6 до 2) фактические значения коэффициента подъемной силы  $C_u$  постоянно превышали расчетные на 3...6%, оставаясь, тем не менее, в допустимых пределах. Это привело к тому, что при совпадении реального коэффициента сопротивления с расчетным фактическое значение балансировочного качества у «Бурана» при скоростях  $M=13...2$  оказалось на 5...7% выше расчетного, находясь на верхней границе допустимых значений. Проще говоря, «Буран» летал лучше, чем от него ожидали, и это после многолетних продувок масштабных моделей в аэродинамических трубах и суборбитальных полетов аппаратов «Бор-5»!

После выхода из участка плазмообразования в 09:11, на высоте 50 км и удалении от посадочной полосы 550 км, «Буран» вышел на связь со станциями слежения в районе посадки. Его скорость в этот момент в 10 раз превышала скорость звука. В диапазоне скоростей  $M=10...6$  было отмечено максимальное отклонение балансировочного щитка — система управления старалась разгрузить элевоны для интенсивного маневрирования.

Рубеж высоты 40 км корабль прошел в 09:15. Снижаясь, на высоте 35 км, в районе восточной



береговой линии Аральского моря (на расстоянии 189 км до точки посадки), «Буран» прошел над воздушным коридором международной авиатрассы Москва — Ташкент, с юго-запада огибающей границы района аэроузла «Ленинский». Этот узел включал в себя зоны управления воздушным движением и использования воздушного пространства в окрестностях стартовых комплексов Байконура, посадочного комплекса «Бурана» (аэродром Юбилейный), аэродрома г. Ленинска (Крайний) и аэропорта г. Джусалы. В этот момент корабль находился в зоне ответственности Кызыл-Ординского районного центра Единой системы управления воздушным движением СССР, контролировавшего полеты всех самолетов за пределами аэроузла «Ленинский» на высотах более 4500 метров — кроме, разумеется, «Бурана», несущегося в стратосфере с гиперзвуковой скоростью.

Границу аэроузла «Ленинский» орбитальный корабль пересек на расстоянии 108 км от точки посадки, находясь на высоте 30 км. В этот момент он проходил над участком воздушного коридора №3 Аральск — Новоказалинск и летел, удивляя своих создателей: в диапазоне скоростей  $M=3.5...2$  балансировочное качество на 10% превышало ожидаемые расчетные значения!

Направление ветра в районе аэродрома Юбилейный, переданное на борт корабля, обусловило приведение корабля на восточный цилиндр рассеивания энергии и заход на посадку с азимутом истинного посадочного курса №2. В 09:19 «Буран» вошел в прицельную зону на высоте 20 км с минимальными отклонениями. При выходе в «контрольную точку» с высоты 20 км



«Буран» «заложил» маневр, повергший в шок всех находившихся в ОКДП. Вместо ожидавшегося захода на посадку с юго-востока с левым креном корабль энергично отвернул влево, на северный цилиндр выверки курса, и стал заходить на ВПП с северо-восточного направления с креном 45° на правое крыло.

На высоте 15300 м скорость «Бурана» стала дозвуковой, затем при выполнении «своего» маневра корабль прошел на высоте 11 км над полосой в зените радиотехнических средств обеспечения посадки, что было наихудшим случаем с точки зрения диаграмм направленности наземных антенн. Фактически в этот момент «Буран» вообще «выпал» из поля зрения антенн, сектор сканирования которых в вертикальной плоскости был в диапазоне всего 0.5...30° над горизонтом. Замешательство наземных операторов было настолько велико\*, что они перестали наводить на «Буран» самолет сопровождения!

Послеполетный анализ показал, что вероятность выбора такой траектории была менее 3%, однако в сложившихся условиях это было самое правильное решение бортовых компьютеров корабля! Более того, данные телеметрии свидетельствовали, что движение по поверхности условного цилиндра выверки курса в проекции на земную поверхность было не дугой окружности, а частью эллипса. Но — победителей не судят!

Позднее Глеб Евгеньевич Лозино-Лозинский вспоминал: «...После того, как «Буран» вышел на орбиту, я своими глазами видел, как в Центре управления полетами «группа товарищей» заранее готовила сообщение ТАСС о том, что из-за таких-то и таких-то неполадок (они изобретались тут же) благополучно завершить этот эксперимент не удалось. Эти люди особенно оживились, когда, уже заходя на посадку,

«Буран» вдруг начал неожиданный маневр...»

В момент неожиданной смены курса судьба «Бурана» буквально висела на волоске, и отнюдь не по техническим причинам. Когда корабль заложил левый крен, первая осознанная реакция руководителей полета была однозначной: «Отказ системы управления! Корабль нужно подрывать!» Ведь на случай фатального отказа на борту «Бурана» размещались тротильные заряды системы аварийного подрыва объекта, и казалось, что момент их применения наступил.

Спас положение заместитель главного конструктора НПО «Молния» по летным испытаниям Степан Микоян, отвечавший за управление кораблем на участке снижения и посадки. Он предложил немного подождать и посмотреть, что будет дальше. А «Буран» тем временем уверенно разворачивался для захода на посадку.

На высоте около 8 км с кораблем сблизился МиГ-25 Магомед Толбоев. Интрига была в том, что бортовой вычислительный комплекс вел корабль по «своей» траектории выхода в контрольную точку, а МиГ-25 СОТН наводился на корабль по командам, выдаваемым с Земли на основании ожидаемой траектории. Поэтому СОТН выводился не в реальную, а в расчетную точку перехвата, и в итоге СОТН и «Буран» встретились на встречных курсах! Для того чтобы не упустить «Буран», М. Толбоев был вынужден «свалить» самолет в левый штопор (времени на выполнение обычного разворота уже не оставалось) и после выполнения полупетли (разворота по курсу на 180°) выводить машину из штопора и на форсаже догонять корабль. Перегрузка во время выполнения этого маневра чуть было не сломала переносную телекамеру в руках у Сергея Жадовского, но, к счастью, после выравнивания СОТН она вновь заработала.

При подлете к кораблю потребовалось теперь уже резкое торможение, которое сопровождалось интенсивной тряской. А с учетом того, что М. Толбоев так и не рискнул подойти к «своенравному» кораблю ближе, чем на 200 метров, бортоператору пришлось снимать при максимальном увеличении телекамеры, телевизионная картинка оказалась очень смазанной и дрожащей. Тем не менее экипаж самолета провел телерепортаж о маневрах корабля, его внешнем состоянии и работе воздушного тормоза. СОТН сопровождал «Буран» из стратосферы до вхождения в плотную облачность в течение 127 сек, а затем во избежание столкновения отстал.

До сих пор корабль самостоятельно, без какой-либо корректировки с Земли, снижался по траектории, рассчитанной бортовым цифровым вычислительным комплексом. На высоте 6200 м «Буран» был «подхвачен» наземным оборудованием всепогодной радиотехнической системы автоматической посадки «Вымпел-Н», обеспечившей корабль необходимой навигационной информацией для его безошибочного автоматического вывода на ось посадочной полосы, снижения по оптимальной траектории, приземления и пробега до полной остановки.

Радиотехнические средства системы автоматической посадки «Вымпел», образно говоря, сформировали трехмерное информационное пространство вокруг посадочного комплекса, в каждой точке которого компьютеры корабля точно «знали» в реальном режиме времени три основных навигационных параметра: азимут относительно оси ВПП, угол места и дальность с погрешностью не более 65 метров. На основании этих данных бортовой цифровой вычислительный комплекс начал проводить непрерывную корректировку по специальным алгоритмам автономно вычисленной траектории захода на посадку.

Работа системы «Вымпел» завершилась блестящим успехом: в 09:24:42, опережая всего на секунду расчетное время, «Буран» на скорости 263 км/ч изящно коснулся ВПП и через 42 сек, пробежав 1620 м, замер в ее центре\*\* с отклонением от осевой линии всего +5 м! Интересно, что последняя траекторная проводка, полученная от системы «Вымпел», прошла двумя секундами раньше (в 09:24:40.4) и зафиксировала вертикальную скорость снижения 1 м/с.

Несмотря на встречно-боковой порывистостормовой ветер и 10-балльную облачность высотой 550 м (что существенно превышает предельно допустимые нормативы для пилотируемой посадки американского шаттла), условия касания для первой в истории автоматической посадки орбитального самолета были отличными: недолет (продольный промах) составил 190 м,



\* Антон Степанов, участник описываемых событий в ОКДП, вспоминает: «В момент резкой смены курса «Бурана» одна из женщин — операторов наших ЭВМ серии ЕС закричала «Вернись!»; ее лицо надо было видеть — на нем был сразу и страх, и надежда, и переживания за корабль, как за родное дитя». Удивление диспетчеров легко понять, так как в центральном зале управления воздушным движением в ОКДП для облегчения считываемой информации на круговых мониторах прямо на стеклах экранов операторы заранее нарисовали черными фломастерами ожидаемые траектории захода «Бурана» на посадку. Естественно, реальной, но наименее вероятной и поэтому совершенно неожиданной траектории нарисовано не было, и отклонение сразу стало заметно. Кадры кинохроники свидетельствуют, что и в ЦУПе на все экраны выводилась схема захода на посадку через южный цилиндр выверки курса.

\*\*Спустя годы Владимир Ермолаев, находившийся в момент посадки в десятках метрах от ВПП и, таким образом, будучи одним из самых «близких» к вернувшемуся «Бурану» людей, вспоминал: «Мы уставились на внезапно вывалившийся из низких облаков «Буран». Он шел уже с выпущенными шасси. Шел как-то тяжело, каменно, как приклеенный к прозрачной стеклянной глассе. Очень ровно. По прямой. Так казалось. Разинув рты, мы все смотрели на набегающий на нас «Буран» и летящий прямо в наши рты «МиГ» сопровождения... Касание... парашют... встал... Все... Все!

Мы все еще стояли ошалевшие, с открытыми ртами, оглушенные двигателями «МиГа» и овеванные каким-то теплым ветром, принесенным «Бураном» откуда-то оттуда... От плазменного участка спуска, наверное... Бог знает...»

\*\*\* Для сравнения: в августе 2007 г. полет американского шаттла «Индевор» был сокращен на сутки из-за надвигавшегося на Космический центр имени Кеннеди тропического урагана Дин. При принятии решения о досрочном приземлении определяющим являлось ограничение по максимальному значению бокового ветра при посадке для шаттлов — 8 м/с.



боковое отклонение вправо от оси ВПП 9.4 м, вертикальная скорость касания всего 0.3 м/с!

Попутно скажем, что согласно принятым для «Бурана» ограничениям, посадка и пробег были возможны на сухую или мокрую бетонную ВПП как в автоматическом, так и в ручном режиме управления при посадочной скорости 280...360 км/ч, угле тангажа 10...13°, при попутном (до 5 м/с), встречном (до 20 м/с) и боковом (до 15 м/с) ветре\*\*\*.

О мягкости посадки «Бурана» может свидетельствовать... запоздание выпуска тормозных парашютов. Согласно логике системы выпуска парашютов они должны выбрасываться по сигналу датчика, который срабатывает от обжатия амортизаторов основных стоек шасси до стояночного положения. Во время отработки автоматической посадки на самолете аналоге БТС 002 он при вертикальной скорости более 1 м/с проседал в момент касания почти до полного обжатия амортизаторов, поэтому парашюты выбрасывались практически сразу же после касания. Но при посадке «Бурана» вертикальная скорость была настолько мала, что в момент касания ВПП обжатия амортизаторов до стояночного положения не произошло!

Парашюты были выпущены только спустя 9.2 сек, за 2 сек до касания передней стойки (09:24:52), когда во время пробега подъемная крыла стала падать за счет торможения на ВПП и уменьшения угла атаки при опускании носа

корабля. В итоге вес корабля, воспринимаемый основными шасси, увеличился, и амортизаторы стоек наконец обжались до нужного положения, выдав тем самым команду на выпуск сначала трехкупового вытяжного, а затем и трех куполов тормозных парашютов.

Посадка была выполнена действительно с ювелирной точностью, особенно если учесть, что предельно допустимые значения посадочных параметров были заданы следующие: промах по продольной дальности допускался в диапазоне от 700 (недолет) до — 1100 (перелет) метров, боковое отклонение от оси полосы могло быть  $\pm 38$  м, а вертикальная скорость касания не должна была превышать 3 м/с!

Архивная съемка отчетливо показывает, как во время пробега, уже после касания, система управления корабля продолжала «искать» осевую линию полосы, рыская передней стойкой шасси и выбирая допущенный из-за сноса встречным ветром незначительный боковой промах! В итоге в момент остановки корабля боковое отклонение составило уже только +5.8 м.

В обстановке всеобщей «послепосадочной» эйфории были названы другие, почти идеальные координаты точки касания — промах (перелет) по продольной дальности +15 м и остановки орбитального корабля в 1.5...2 метрах от «расчетной точки». Также был занижен и пробег — 1520 м. Эти цифры сразу же стали общепризнанными. Причина ошибки заключалась в том, что «Буран» действительно коснулся посадочной полосы рядом с расчетной точкой касания, но... не своей, а чужой! Дело в том, что на ВПП была нанесена стандартная аэродромная разметка в виде двух белых продольных полос, обозначающих место точного приземления для самолетов. Вот именно рядом с этими полосами, перелетев их на два-три десятка метров, и приземлился «Буран», не долетев почти две сотни метров до своей отметки — белого ромба, центр которого располагался в 1000 метрах от торца ВПП.

Сделав над «Бураном» несколько изящных виражей, МиГ-25 ушел в сторону второго аэродрома Крайний, где и совершил посадку в 09:35.

Послеполетный анализ показал хорошее состояние ТЗП корабля: в первом полете в шести местах было потеряно всего 10 (включая два мата гибкой теплозащиты на верхней поверхности левой консоли крыла) плиток. Самым опасным оказался прогар на месте потери трех рядом расположенных плиток на нижней поверхности левой консоли крыла, в месте стыка с «углерод - углеродным» сегментом №22 носка крыла. Открывшиеся раскаленному потоку плазмы металлические элементы конструкции были легко, «как по маслу», раз-

резаны, обнажив через сквозной прогар внутренний объем крыла...

Многочисленные предполетные испытания подтверждали, что теплозащита надежно переносит локальный отрыв одной теплозащитной плитки, а тут было потеряно сразу три! От дальнейшего разрушения крыло спасла только кратковременность воздействия плазмы, в противном случае неминуемо последовало бы повреждение кабельных сетей, проходящих в носке крыла, с более тяжелыми последствиями.

Менее сотни плиток получили повреждения, наиболее характерными из которых были оплавления и потеря или отслоение защитного покрытия плиток. На отдельных плитках были обнаружены сколы от падавшего с «Энергии» при старте льда, растрескивание поверхности и следы эрозии от струй двигательной установки (на двух плитках глубина эрозии достигла 30 мм!). На нижней поверхности фюзеляжа во многих местах была отмечена потеря межплиточных уплотнений. При анализе состояния ТЗП выяснилось, что обгорание корневой части кия произошло не при снижении в атмосфере, а от факелов РДТТ при отделении параблоков.

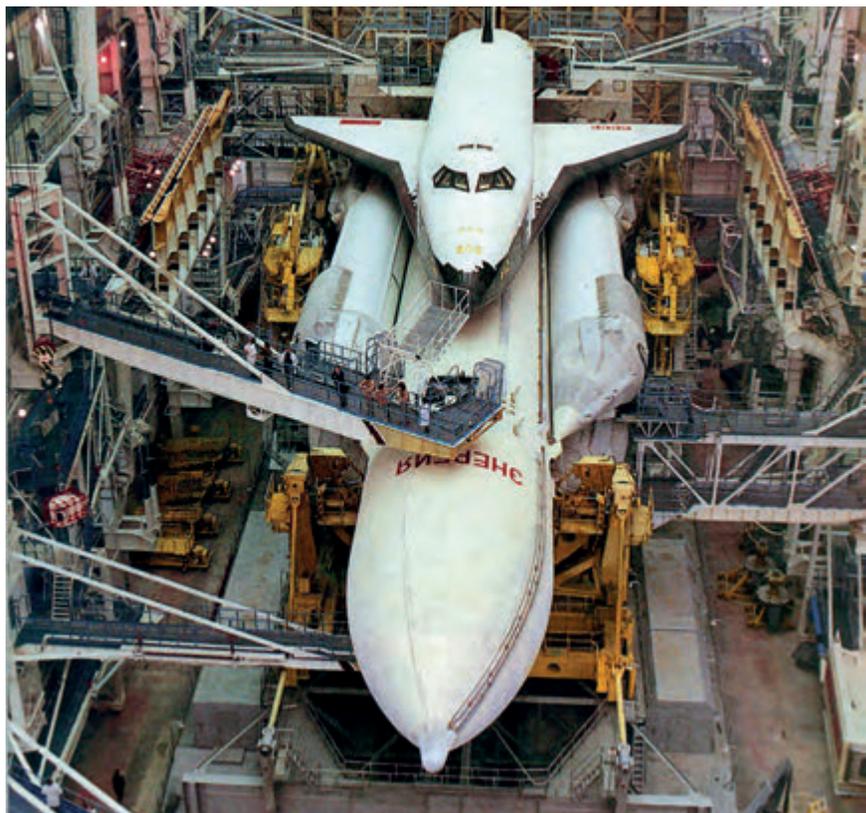
Уже после останковки «Бурана» в течение 10 мин происходило приведение бортовых систем корабля в исходное состояние с последующим выключением. Последняя команда кораблю была выдана из подмосковного ЦУПа через спутник связи: «Системы корабля обесточены».

Все! Программа первого испытательного полета выполнена полностью!

Что дальше началось! В бункере, в зале управления овации и бурный восторг от завершенной с таким шиком посадки орбитального корабля в автоматическом режиме взорвались сразу, как только носовая стойка шасси коснулась земли... На полосе все бросились к «Бурану», обнимались, целовались, многие не смогли удержать слез. Везде, где специалисты и просто причастные к этому полету люди наблюдали посадку «Бурана», — фонтан эмоций. Это был не просто реванш за проигранную лунную гонку, за семилетнее опоздание с запуском многоцветного космического корабля — это был наш настоящий триумф!

К сожалению, последний — никто тогда не знал, что это была последняя посадка «Бурана»...

***Р.С. Беспилотный полет «Бурана» с автоматической посадкой остается уникальным уже 20 лет — шаттлы попрежнему садятся вручную. А с учетом объявленного завершения их эксплуатации и разработки новых кораблей со спускаемым аппаратом капсульного типа можно смело утверждать, что достижения «Бурана» будут недостижимы еще десятки лет... ■***



Высота – двадцать пять,  
до Земли еще четверть часа –  
Возвращенье домой  
из глубин его звездной обители.  
И готова давно  
для посадки ему полоса,  
Путь к которой лежит  
под охраной крыла истребителя.  
Вот прошел через слой  
так не вовремя взявшихся туч,  
На Земле тишина,  
все застыли в тревожном молчании.  
Весь полет его был,  
словно яркий космический луч,  
Озаривший для всех  
фантастические расстояния.  
Вот и все. На Земле  
слышно радость у всех в голосах,  
И создателей все  
поздравляют с беспорной победой.  
Он проделал свой путь  
за неполных четыре часа,  
Но кто знать мог тогда,  
что полет этот станет последним?

***«Полет Бурана», Виталий Чубатых,  
г. Тернополь, 1 марта 2006 г.***

# ЛОРЕТТ: упрощая доступ к снимкам Земли из космоса



Небольшая частная компания, объединившая новейшие инженерные технологии и самые смелые мечты о космосе, по-настоящему инновационный стартап с реальными перспективами, претендующий на абсолютную уникальность, — это все о компании ООО «Лоретт»

С нашим корреспондентом встретила соучредитель, председатель совета директоров инженерной компании «Лоретт» Ольга Николаевна Гершензон и откровенно рассказала о том, что такое современный космический стартап, легко ли продвинуться на рынке спутниковых систем, и что мешает сделать доступными решения по приему, обработке и анализу изображений Земли из космоса.

ООО «Лоретт» — инновационный стартап, инженерная компания, основанная в апреле 2017 года с участием Фонда развития интернет-инициатив (ФРИИ). С 23 марта 2018 года — резидент инновационного центра «Сколково».

Основатели и сотрудники компании имеют почти 30-летний опыт работы в отрасли создания технологий для приема, обработки и использования снимков Земли из космоса, являются экспертами в области систем дистанционного зондирования Земли и их применения.

ООО «Лоретт» — разработчик лабораторного комплекса спутникового мониторинга «Лоретт» и комплекса приема данных с метеоспутников «Лентикулярис». Лабораторные комплексы внедряются в образовательные и инновационные проекты в трех направлениях. Первое — комплекс-конструктор для инженерного образования. Второе — комплекс как инструмент обеспечения доступа к данным сверхвысокого пространственного разрешения для проектной деятельности с применением данных реального времени. Третье — комплекс как инструмент для создания среды для разработки сервисов и/или мобильных приложений, как наполнение смежных центров коллективного пользования или через хакатоны, в т.ч. международные.

— Ольга Николаевна, расскажите о компании «Лоретт».

— Проект «Лоретт» (LoReTT - Local Real Time Tool) — продолжение нашей естественной миссии по удешевлению, ускорению и упрощению доступа к данным дистанционного зондирования Земли из космоса. Работа в этом направлении идет с 1989 года, с момента старта компании «Сканэкс» (Ольга Гершензон — основатель, соучредитель группы компаний «СКАНЭКС». Прим. редакции). Современные вызовы заключаются в необходимости сведения к нулю времени доступа к актуальным космическим данным, для чего при принятии управленческих решений за основу берутся продукты, созданные на основе данных дистанционного зондирования. Однако на основе информации, которая поступает со спутника через 36 часов или даже через три часа, невозможно в сложных управленческих ситуациях принять верное решение. Компания «Лоретт» дает этот инструмент. Мы создали технологию, которая позволит в сверхоперативном режиме работать с продуктами, полученными на основе данных ДЗЗ. Кроме того, аппаратно-программные комплексы спутникового мониторинга «Лоретт» и «Лентикулярис» на сегодняшний день не имеют аналогов по соотношению «цена-качество-габариты». Прием и обработка информации комплексом «Лоретт» в его базовой конфигурации производится со спутников Terra и Aqua (в режиме передачи Direct Broadcast). Комплекс может быть дооснащен для приема данных со спутников, передающих информацию с пространственным разрешением 1 м и лучше. Комплекс

«Лентикулярис» принимает и обрабатывает данные с метеорологических спутников с пространственным разрешением 1 км. При этом изображения Земли из космоса принимает антенна, у которой отсутствует традиционное для таких технологий опорно-поворотное устройство, вместо этого облучатель перемещается над неподвижно установленным антенным зеркалом. Такой подход позволяет упростить конструкцию антенны, сделать ее более мобильной, универсальной и существенно более дешевой по сравнению с аналогами. Но мы в какой-то степени пожертвовали радиусом приема данных со спутников.

— *Насколько уменьшился радиус приема данных?*

— Весьма существенно. Комплекс «Лоретт» обеспечивает прием и обработку изображений со спутников в радиусе до 200 км, «Лентикулярис» — до 400 км от места установки. Радиус приема традиционной станции составляет в среднем 2,5 тыс. км. Уменьшение радиуса происходит за счет упрощения как системы, так и ее веса, который уменьшили в 25 раз. Сокращая территорию обслуживания, можно получить данные быстрее, здесь и сейчас. Многие возражают, что в открытом доступе много бесплатных данных. Но! Далеко не всегда эти данные актуальные, свежие.

Комплекс «Лоретт» рассчитан для работы на локальной местности, что особенно актуально при управлении муниципалитетом или региональным МЧС в целях оперативного решения конкретных задач. Данные с любого аппарата ДЗЗ, которые принимает и обрабатывает комплекс «Лоретт», будут доступны фактически во время пролета спутника. Революция заключается в понимании, что совсем скоро на околоземных орбитах будет работать огромное число спутников съемки Земли. В работе с космическими данными выиграет тот, кто сможет получать данные и генерировать продукты на их основе максимально оперативно. Речь идет, в частности, о высокодетальных снимках.

Сегодня недостатком всех космических систем является необходимость предварительной заявки на съемку. Если в данный момент над территорией нет определенного спутника, можно сутки ждать его появления. Причем у некоторых европейских операторов на выходных днях принимать информацию некому, поскольку специалисты в режиме 24/7 не работают: труд дорого стоит. Инженерная компания «Лоретт» делает ставку на количество спутников — ежегодно их вводится более сотни. Получается, что каждый день конкретный спутник будет пролетать над заданной точкой. Мы ставим перед собой нереальную, на первый



взгляд, задачу: собрать для конечного клиента виртуальную группировку, которая позволит решать конкретные задачи.

С помощью технологии «Лоретт» спутниковые данные будут обрабатываться минутными фреймами: уже через минуту заказчик получит готовый продукт. Это принципиально меняет возможность использования космической информации. Например, при работе больших станций, которые принимают от горизонта до горизонта, формируется колоссальный поток данных, что связано с длинным 10-минутным пролетом спутника. У нас был случай, когда собственник спутника поставил нам терминалы обработки данных со своего

Ольга Гершензон,  
председатель  
совета директоров  
инженерной  
компании «Лоретт»,  
[lorett.org](http://lorett.org)



Лабораторный комплекс спутникового мониторинга «Лоретт»

аппарата, при этом пролет обрабатывался два с половиной часа!

— В предыдущие годы вами был запущен старт по созданию и вводу в строй спутников, созданных частными инвесторами. Как продвигается этот старт и какие барьеры возникали на вашем пути?

— Старт «Спутникс», который нам уже не принадлежит, стал первой российской компанией, которая запустила спутник ДЗЗ. Идея возникла в 1996 году, когда были созданы станции приема природоресурсных данных. За два года было продано 14 таких станций, покрывших всю территорию России. Хотелось стать глобальной компанией, для чего был необходим собственный источник данных — свои спутники. Однако на мировом рынке нас видеть не хотели. Операторы космических систем напрямую говорили: работайте в России. Реальный случай: французы пригласили компанию «Сканэкс» на встречу, где мы (в те годы мы с супругом руководили компанией) рассказали, что за год было поставлено 10 станций приема. После чего к нам выстроилась очередь. Специалисты из разных стран изумлялись, неужели можно работать так бы-

стро? После этого случая партнеры из Франции зареклись приглашать на мероприятия «Сканэкс». Стало понятно, что для развития необходимы собственные спутники. Так родилась концепция «Прозрачный мир» — запуск серии спутников с передачей данных с разрешением 50 метров бесплатно всему человечеству. В то время в открытом доступе не было бесплатных данных.

— У вас огромный опыт коммерциализации космических технологий, продуктов. Как вы оцениваете ситуацию в космической отрасли Казахстана? И почему «Лоретт» в своей работе делает акцент именно на образовании?

— В Казахстане ситуация довольно внятная: выбран свой путь, например, строится завод по сборке спутников, что является открытой возможностью выхода на космический рынок.

Быстрой стратегии в развитии космических технологий нет. Почему «Лоретт» делает упор на образование? Чтобы через 5 лет человек вышел во взрослую жизнь и понимал, сколько возможностей дает космическая информация. Причем это не только и не столько нужно инженерам, сколько гуманитариям: ведь если занимаешься общественными или хочешь быть защитником прав человека, космическая информация — то, что нужно. Начинаем с формирования спроса на космические данные. Вокруг нас — море свалок, мусором завален океан. Чтобы понемногу начать выбираться из этой трясины, необходимо создание гражданского общества плюс некоторое осознанное поведение и достоверные данные о ситуации.

Кстати о данных: сегодня информации настолько много, что компании, создающие спутники коммерчески неуспешны. 60% космической информации остается государственным заказом. Несмотря на то, что в США давно принят закон о коммерциализации космической деятельности, компании погибают, как только сокращается госзаказ. Так произошло с GeoEye, которая по значимости была на втором месте на рынке ДЗЗ США. В связи с сокращением госзаказа, компания обанкротилась. Учитывая этот опыт, компания новой космической эры Planet сделала первый шаг к некоторой диверсификации: они не заключают договоры менее чем на 10 тыс. долл. США в год.

Технологии вывода спутников очень дорогостоящие, все пытаются их окупить, и фактически предложения, приемлемого для малого бизнеса, нет. Сейчас широкое распространение приобретает модель сотрудничества Revenue Sharing (разделение дохода). Например, спутниковые данные бесплатно передаются компании, которая делает карту глубин шельфа,

компания продает карту на рынке, а каждый километр стоит порядка 140 долларов, и делится доходом с оператором. Компания Orbital Insight договорилась с операторами о еженедельной съемке 26 тыс. объектов Китая, далее — данные обрабатываются и продается индекс деловой активности Китая. Геопространственная бизнес-разведка!

Дети, с которыми мы работаем в рамках проектов «Лоретт», осознают, что возможно развивать бизнес на основе космической информации или быть ответственным чиновником. В качестве примера приведу проект мониторинга и выявления нарушений при установке ставных неводов. В 2010 году к нам обратилась НКО. Специалисты понимали, что при ловле лосося, который идет на нерест, совершаются колоссальные нарушения. Нас попросили снять и детектировать эти нарушения из космоса. Особенность следующая: крыло невода нужно поставить на 2 метра, а рыболовные компании ставили на 4. Подобное зафиксировать не так просто, а ущерб исчисляется миллионами. Компания «Сканэкс» тогда работала с французами — 2,5-метровое разрешение при съемке, сетка в воде хорошо видна. Расскажу о результатах. В 2010 году было 77 компаний-нарушителей, в 2017 году осталось только 8 таковых! В Гонконге на GlobalFishIndustry после доклада о наших успехах экологи аплодировали стоя. Годами они не могут добиться эффективности, снижение браконьерства на несколько процентов считается успехом, а тут уменьшение в десятки раз.

Сейчас мы работаем над тем, чтобы поменять нормативную базу: снимки должны стать прямым доказательством штрафа, как сейчас работают видеокамеры наблюдения за автомобилями. Если будет принята законодательная база, что космический снимок, наложенный на кадастровый участок, является доказательством, — будет сделан огромный шаг в борьбе с незаконным предпринимательством. Однако для такого шага нужна политическая воля. Например, изменив нормативную базу, Европейскому космическому агентству удалось ввести мониторинг нефтяных пятен.

— **Какие еще ваши продукты были бы интересны на казахстанском рынке?**

— Все, что связано с чрезвычайными ситуациями. Во время работы с МЧС, зная, что в конкретный момент ЧС данных не хватает, мы брали климатическую норму и отрабатывали весь период. Например, на реке Лена половодье начинается с начала мая и длится до конца июля последние сто лет. В связи с этим было принято решение снимать реку оптикой и радиолокацией весь



Участники бизнес-миссии Фонда «Сколково»: Вера Бунина, Руслан Алтаев, Ольга Гершензон и Дмитрий Рубин — перед зданием министерства науки и технологий Аргентины



Встреча с давним партнером из USGS на 69-м Международном конгрессе астронавтики (IAC), г. Бремен, Германия

период. В один сезон было получено до полутора тысяч кадров! На основе этих данных принимали решения о взрыве торосов, ликвидации последствий подтопления домов, эвакуации жителей.

Недавно в «Лоретт» обратился собственник полей из Узбекистана. Их проблема заключалась в следующем: на полях сеют пшеницу, а после жатвы на том же месте незаконно сажают овощи и за использование земли для производства более дорогого урожая не платят. Для компании «Лоретт» не было проблем решить этот вопрос. Однако договор был заключен с собственником космических аппаратов из Казахстана.

— **Вы были участником Международного конгресса астронавтики, который проходил в Бремене, ваши впечатления от форума? Есть ощущение, что россияне лишние на этом празднике жизни?**

— Там было представлено всего два старта от России и стенд от Роскосмоса. До этого



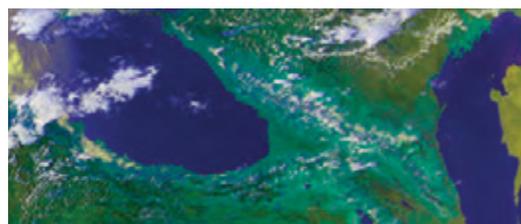
Воспитанники программы «Большие вызовы» у комплекса «Лентикулярис», Образовательный центр «Сириус», июль 2018 г.

момента я никогда не была на данном форуме, он казался бюрократическим мероприятием. Однако фонд «Сколково» организовал поездку, и, несмотря на все санкции, компания «Лоретт» стояла на стенде ЕКА в стартап-зоне вместе с другими европейскими стартапами.

Удивил стенд NASA, ЕКА, и вдруг видим стенд некой никому доселе неизвестной компании LandSpace. Что это? А это китайский стартап, который появился в 2015 году и уже продает запорки! Имеет 7 видов ракет! Перед этим я была в Китае на конференции по коммерциализации китайского космоса, только в 2015 году государство приняло решение о коммерциализации. В этом же году появилась LandSpace. Сейчас у Китая 138 спутников с разрешением метр, цветная видеосъемка. Прошло всего 4 года! Спросила китайцев: «Вам платит государство?». «Нет, — ответили мне, — находим внутренних инвесторов, спрос огромный». Все реально летает, работает. Китайский Институт оптики представил продукцию: ряд кубсатов на геостационаре дает разрешение 50 метров, висит на высоте 36 км.

— *Компании, возглавляемые вами, специализируются на космической информатике. Многие предвещают бум в этой сфере. Что думаете по этому поводу?*

— Это будет неотъемлемая часть мира, как сейчас мобильные телефоны. Ведь все начинается с идеи. Когда-то я показала своему мужу Владимиру Гершензону (в прошлом — генеральный директор и главный конструктор компании «Сканэкс») мобильный телефон со словами: хочу принимать данные из космоса



Снимок со спутника NOAA 19, принятый и обработанный лабораторным комплексом «Лентикулярис» 9 июля 2018 г. Это была первая публичная демонстрация успешной работы комплекса приема данных с метеорологических спутников «Лентикулярис», которая состоялась в Образовательном центре «Сириус» в г. Сочи

вот на такую штуку. Он долго думал, работал, в итоге получился приемный комплекс «Лоретт». В скором будущем космическая информация будет предоставляться в элементарном режиме с минимальными задержками, системами контроля. Вдумайтесь, 5 лет назад рынок ДЗЗ был 1,7 млрд долл. США, сейчас - 2,4. Растет он очень не быстро.

**Несколько предложений о возможной совместной работе «Лоретт» с Казахстаном**

**Ольга Гершензон: «Поскольку Казахстан обладает собственной группировкой надежно работающих спутников, мы могли бы предложить выйти на глобальный рынок с совместным продуктом — наша станция приема данных плюс лицензия на прямой доступ к спутникам Казахстана.**

**При активном совместном продвижении такого продукта, можно стать поставщиком относительно недорогого уникального решения, не имеющего аналогов в мире по соотношению цена/качество. Казахстан в таком случае возглавил бы список стран, формирующих виртуальную группировку для обеспечения доступа к данным с нулевой задержкой (Zero Latency)».**



Воспитанники программы «Большие вызовы» под руководством Владимира Гершензона работают над созданием станции для приема и обработки изображений Земли из космоса, Образовательный центр «Сириус», июль 2018 г.



Владимир Гершензон, генеральный директор инженерной компании «Лоретт»

— *Но ведь это парадокс. Почему рост замедлился?*

— Парадокс в том, что мировая спутниковая индустрия не выполняет своих обязательств перед клиентом. Прямо сейчас невозможно получить данные. Лучший результат у всей мировой группировки — 24 часа, но за 24 часа при ЧС время будет упущено. Оператор при продаже данных много обещает, а после получается, что за неделю спутник может снять интересующую территорию только один раз и еще под углом, а если в надири, то раз в 20 дней. Задача не решается даже большим количеством спутников, которые сейчас функционируют. Операторы спутников не хотят делиться информацией, они «разрывают» клиентов. Рынок дискредитирован. В сельском хозяйстве, часто не желают тратить денег на закупку данных, берут бесплатные снимки Sentinel и Landsat, которые выдают информацию раз в шесть дней и в 16 соответственно. А если каждый раз, когда есть спутники над данным участком, облачность? Знаю компанию, у которой 40 дней была облачность. В итоге, сельское хозяйство и многие другие отрасли переходят на использование беспилотников, а ведь БПЛА и спутники должны друг друга дополнять. Что же предлагает «Лоретт»? Создание уникальной виртуальной группировки, с помощью которой в сверхоперативном режиме можно работать с изображениями Земли из космоса, а главное — с продуктами, созданными на основе данных ДЗЗ.

Есть еще проблема нелегального рыболовства, но не в прибрежных акваториях, а в открытом море. Благодаря космическим данным, можно с точностью определить координаты

корабля: если они совпадают с GPS-треком, все в порядке, если нет, это корабль-нелегал. Система работает во всех цивилизованных странах. У нас по каким-то причинам нет!

В рамках инвестиционных проектов под инфраструктуру вырубается леса. Через несколько лет нет ни леса, ни компании, ни инфраструктуры. Но ведь процесс мониторится элементарно! Есть же период, когда можно наблюдать, что построено, а что нет. Никому это не нужно.

Я была на предпринимательской смене в лагере «Орленок», которую организовал предприниматель Игорь Рыбаков. Работали с публичной кадастровой картой: отслеживали состояние свалок. Первый вывод: большая часть свалок лежит на землях неизвестного назначения или спецназначения. В Челябинске непонятная свалка, которая в кадастровой карте уже нарезана на коттеджные поселки. Свалка с 1983 года даже не рекультивирована, а людям там предлагают жить! У нас был предпринимательский трек — когда дети сами выбирали квартиру, анализируя, на какой земле она находится. Выводы делали самые беспощадные.

Верю, что дети, с которыми мы работали, никогда не будут бесхозяйственно обращаться с Землей. Сейчас предпочитаю работать с детьми. С большинством из них нахожусь в переписке. Может быть, наше будущее поколение будет умнее и сильнее нас? ■

*Редакция журнала благодарит Ольгу Гершензон за встречу и желает компании «Лоретт» развития и дальнейшего процветания!*

# Есть свой старт на Байконуре!

Казахстанской стороной завершена приемка объектов наземной космической инфраструктуры (НКИ) КРК «Зенит-М»



Произошло важнейшее для казахстанской космонавтики событие: в конце 2018 года был принят в эксплуатацию космический ракетный комплекс «Зенит-М» со всей соответствующей инфраструктурой.

Для космической отрасли это стало хорошим стимулом. Созданы новые рабочие места для реализации и обслуживания космического ракетного комплекса на космодроме Байконур. Обеспечено прохождение практики и трудоустройство обучающихся по аэрокосмическим специальностям. Начнется подготовка национальных инженерно-технических кадров на реальном «железе» и формирование прослойки ученых-инженеров. Будут созданы и укомплектованы специализированные факультеты по ракетостроению и ракетно-космическим технологиям в казахстанских вузах. Согласно утвержденному бюджету Республики Казахстан на содержание КРК «Зенит» выделяется ежегодно порядка 1,2 млрд тенге.

Огромная работа по приемке, инвентаризации, переподготовке специалистов была проведена казахстанско-российским совместным предприятием «Байтерек».



**В** соответствии с решением сопредседателей межправительственной комиссии по комплексу «Байконур» с апреля 2018 года был начат процесс передачи объектов НКИ КРК «Зенит-М» Республике Казахстан.

К настоящему моменту мероприятия по приему-передаче объектов КРК «Зенит-М» полностью завершены, и подписаны итоговые акты приема-передачи объектов НКИ КРК «Зенит-М». Согласован акт об исключении объектов комплекса «Байконур» из состава арендуемых Российской Федерацией. Подписать документ планируется на очередном заседании межправительственной комиссии по комплек-

**Общая площадь земельного участка КРК «Зенит-М» составляет 198 га**

**Всего передано Казахстану — 243 объекта:**

- площадка 45 (Стартовый комплекс) — 111 объектов (134 га);
- площадка 42 (Технический комплекс) — 36 объектов (33 га);
- площадка 43 (Жилая зона) — 73 объекта (31 га);
- инженерные сети и коммуникации — 23 объекта.

**В числе прочего:**

- технические системы — 72 ед;
- технологические системы — 114 ед;
- общепромышленное оборудование — 682 наименования.

**Всего передано 1481 наименование:**

- технические и технологические системы и агрегаты — 112 ед;
- запасные части, инструменты и принадлежности — 387 ед;
- мебель и бытовая техника — 982 ед.



су «Байконур» в начале 2019 года. Кроме того, АО «СП «Байтерек» приняло на ответственное хранение и содержание российское имущество, которое неразрывно связано с работоспособностью комплекса. Условия и сроки его передачи казахстанской стороне также будут обсуждаться на очередном заседании межправительственной комиссии по комплексу «Байконур».

### Эксплуатация объектов НКИ КРК «Зенит-М»

Филиал АО «СП «Байтерек» укомплектован квалифицированными специалистами, многие из которых работали на объектах КРК «Протон-М». В настоящее время специалисты завершают стажировку на рабочих местах КРК «Зенит-М», которая проводится опытными инструкторами ведущего российского предприятия космической отрасли ФГУП «ЦЭНКИ». В рамках эксплуатации зданий и сооружений выполняются работы:

- по подготовке к зиме инженерных сетей и коммуникаций;
- по ремонту зданий и сооружений КРК «Зенит-М»;
- ремонтные и профилактические работы на системах температурно-влажностного контроля, водоснабжения и водоотведения пл. 42, 43 и 45;
- по техническому обслуживанию электроустановок;



- проводится ремонт ограждения периметров пл.42, 43 и 45.

С целью поддержания в работоспособном состоянии объектов НКИ КРК «Зенит-М» уже проведены и завершаются следующие работы:

- проведение технического обслуживания систем и агрегатов в согласованном объеме;
- выполнение работ по продлению назначенных показателей ресурса (срока службы);
- перевод части объектов стартового и технического комплексов КРК «Зенит-М» в режим хранения.

Вышеуказанные работы проводятся с обязательным участием специалистов АО «СП «Байтерек».



### Обучение и подготовка

В соответствии с требованиями законодательства Республики Казахстан в АО «СП «Байтерек» было организовано обучение, инструктирование и проверка знаний работников как силами своих специалистов, так и сторонних организаций, имеющих право обучения и аттестации персонала. В сторонних организациях прошли обучение 65 работников рабочих специальностей, 28 руководителей, инженерно-технических работников, специалистов и технических инспекторов по охране труда. Одновременно 72 человека были обучены и сдали зачет по электробезопасности на требуемую группу допуска на электроустановки до и свыше 1000 в.

Кроме того, согласно закону Республики Казахстан «О гражданской защите» обучены и аттестованы 105 специалистов в специализированных учебных организациях по направлению промышленная безопасность:

- опасных производственных объектов;
- при эксплуатации подъемных сооружений;
- при эксплуатации химически опасных производственных объектов;

- при эксплуатации оборудования, работающего под избыточным давлением;
- при транспортировке опасных веществ железнодорожным транспортом;
- при эксплуатации стационарных компрессорных установок, воздухопроводов и газопроводов.

Осуществлена подготовка в специализированной организации по программе «Подготовка лиц без медицинского образования мерам оказания доврачебной медицинской помощи работникам опасных производственных объектов» (с применением тренажеров). Обучено и аттестовано 90 человек.

Большое внимание на предприятии уделяется обучению правилам и мерам пожарной безопасности. Прошли пожарно-технический минимум и получили соответствующие удостоверения 40 сотрудников различных категорий.

Практически все работники Центра эксплуатации КРК «Зенит» филиала АО «СП «Байтерек» (180 человек) прошли практическое обучение и стажировку на технических и технологических системах, агрегатах, зданиях и сооружениях стартового и технического комплексов КРК «Зенит-М» под руководством опытных специ-



алистов ФГУП «ЦЭНКИ» Роскосмоса. Они были аттестованы и получили допуски к самостоятельной работе на технических и технологических системах, агрегатах или по занимаемой должности.

### Производственная безопасность

В настоящее время в филиале АО «СП «Байтерек» завершается аттестация производственных объектов по условиям труда. Это деятельность по оценке производственных объектов в целях определения состояния безопасности, вредности, тяжести, напряженности выполняемых работ, гигиены труда и определения соответствия условий производственной среды нормативам в области безопасности и охраны труда.

На основании результатов данной аттестации сотрудникам будет предоставляться компенсация за труд во вредных и тяжелых условиях.

В филиале АО «СП «Байтерек» в соответствии с требованиями законодательства РК идентифицировано два опасных производственных объекта (ОПО):

1. «Стартовый комплекс» (Космический ракетный комплекс «Зенит-М» комплекс «Байконур», площадка № 45);

2. «Технический комплекс» (Космический ракетный комплекс «Зенит-М», комплекс «Байконур», площадка № 42), которые поставлены на учет в РГУ «Департамент Комитета индустриального развития и промышленной безопасности МИР РК по Кызылординской области».

На этих ОПО эксплуатируется порядка 3000 технических устройств. По договору со специализированной организацией проводятся работы по экспертизе промышленной безопасности опасных техустройств с истекшим нормативным сроком службы.

Специализированной организацией ТОО «Сыр Арал-Сараптама» разработана «Декларация промышленной безопасности космического ракетного комплекса «Зенит-М» на комплексе «Байконур», получено Экспертное заключение о ее соответствии требованиям промышленной безопасности Республики Казахстан. Декларация зарегистрирована в Республиканском государственном учреждении «Комитет индустриального развития и промышленной безопасности г. Астана и ей присвоен шифр 18-18.01006311-ДР.

# ЧТОБЫ ПУТЬ БЫЛ «ШЕЛКОВЫМ»



**Эльвира ХАНКО**

заместитель главного редактора журнала  
«Космические исследования и технологии»



Некоторые европейские авиаторы иногда сравнивают Казахстан с Шелковым путем по воздуху. И в этом нет преувеличения — через страну, площадью более 2,7 млн кв. км, которая по своей территории занимает 9 место в мире, пролегают удобные, а главное надежные воздушные трассы, соединяющие Европу и Юго-Восточную Азию.



## В зоне ответственности

Одним из гарантов надежности на «воздушном Шелковом пути» в Казахстане является Алматинский центр АУВД, входящий в РГП «Каз-аэронавигация». Он был введен в эксплуатацию в феврале 2013 года, и с его пуском в Казахстане

полностью завершилось формирование национальной системы ОрВД, которая состоит из четырех региональных центров АС УВД, расположенных в Астане, Алматы, Актобе и Шымкенте.

Зона ответственности Алматинского центра — 1 млн 50 тыс. кв. км. Это треть воздушного пространства Казахстана. В структуре — районный и аэродромный диспетчерские центры, обслуживающие основной поток воздушного движения.

Управление воздушным движением ведется с пяти секторов РДЦ и четырех секторов АДЦ, обеспечивающих в радиусе 120 км взлет/посадку с четырех аэродромов аэроузла. За полеты малой авиации в пределах Алматинской области отвечает МДП. Помогают в работе диспетчерам шесть удаленных вышек и 18 радиолокационных позиций.

Через зону ответственности районного диспетчерского центра, охватывающего Алматинскую, Семипалатинскую и часть Карагандинской области, проходит 31 воздушная трасса общей продолжительностью 18143 км, из них 28 — международные. Обслуживаемая Алматинским центром АУВД территория граничит с Россией — четыре воздушных коридора, Китаем и Кыргызстаном — по два. Кроме казахстанских авиакомпаний по этим трассам выполняют полеты такие крупные авиаперевозчики, как Turkish

Airlines, KLM, Egypt Air, Аэрофлот, Korean Air, Air France, Asiana Airlines, Cathay Pacific и других крупных авиаперевозчиков. Географическое расположение Центра позволяет обслуживать полеты из юго-восточной Азии в Европу и из Сибири в Среднюю Азию, а также трансполярные маршруты, соединяющие Индию и Северную Америку.

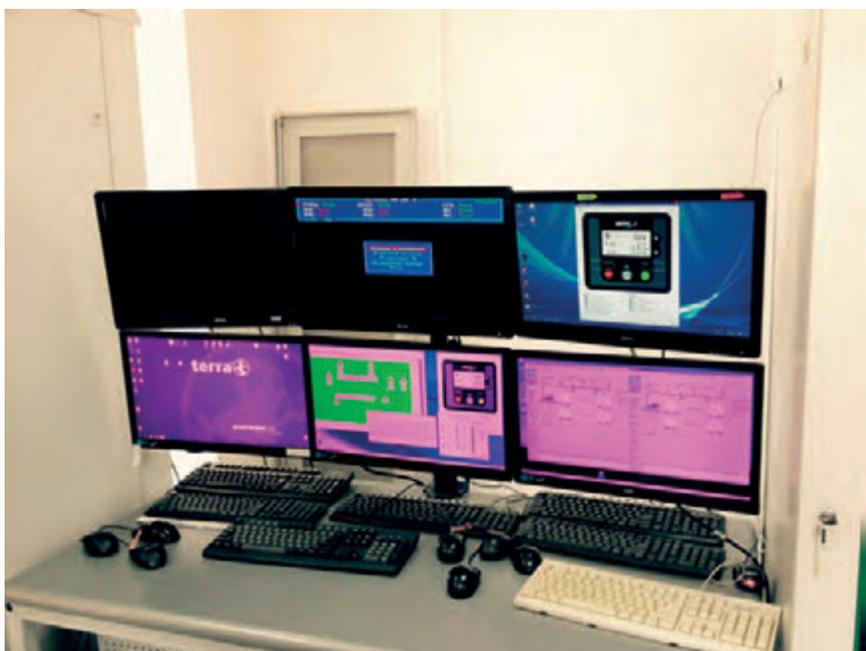
На протяжении последних десяти лет в Казахстане наблюдается рост объемов пассажирских и грузовых перевозок. Основные потоки воздушного движения сейчас идут из России, Турции, Китая, США, Европы (Германия, Нидерланды, Люксембург). Количество обслуженных воздушных судов за 9 месяцев 2018 года в АДЦ — 47842, РДЦ — 83221. Среднесуточная интенсивность (взлет/посадка) на аэродроме Алматы — 175 воздушных судов. При этом следует учесть, что аэродромное диспетчерское обслуживание в 2017-2018 годах осуществлялось в условиях ремонтно-строительных работ на аэродроме Алматы.

### Здесь все новое

Центр АУВД — это современное трехэтажное здание площадью 7326 кв. м, в архитектуру которого гармонично вписалась диспетчерская вышка высотой 45 м, на которой работают диспетчеры АДЦ. На первом этаже, кроме оборудования энергообеспечения расположены методический класс для инструктажей и планерок диспетчерских смен и конференц-зал на 130 мест. На втором — службы ОВД и ЭРТОС, аппаратный зал, тестовый комплекс, комплексный диспетчерский тренажер и зал РДЦ, где установлена видеостена BARCO размером 3 x 4 метра, на которой в on-line режиме отображается вся воздушная ситуация в небе Казахстана. На третьем этаже находятся спортивно-тренажерный комплекс и комнаты отдыха для персонала ОВД.

Центр оснащен новейшим оборудованием и применяет самые передовые технологии мировой аэронавигации. Управление воздушным движением осуществляется с помощью АС УВД Sky Line компании Lockheed Martin, в подспорье — системы голосовой связи Denro от Northrop Grumman и бесперебойного питания UPS Gamatronic, комплекс сети АТН, радиостанций ОВЧ-связи Rohde&Schwarz.

В распоряжении диспетчеров — усовершенствованная система контроля движения по летному полю SMGCS Streams Thales, система документирования речевой информации DVR компании Nice, а также КСА ИВ «АМетИст» фирмы «НИТА» и другое радиотехническое оборудование. На аэродроме Алматы эксплуатиру-



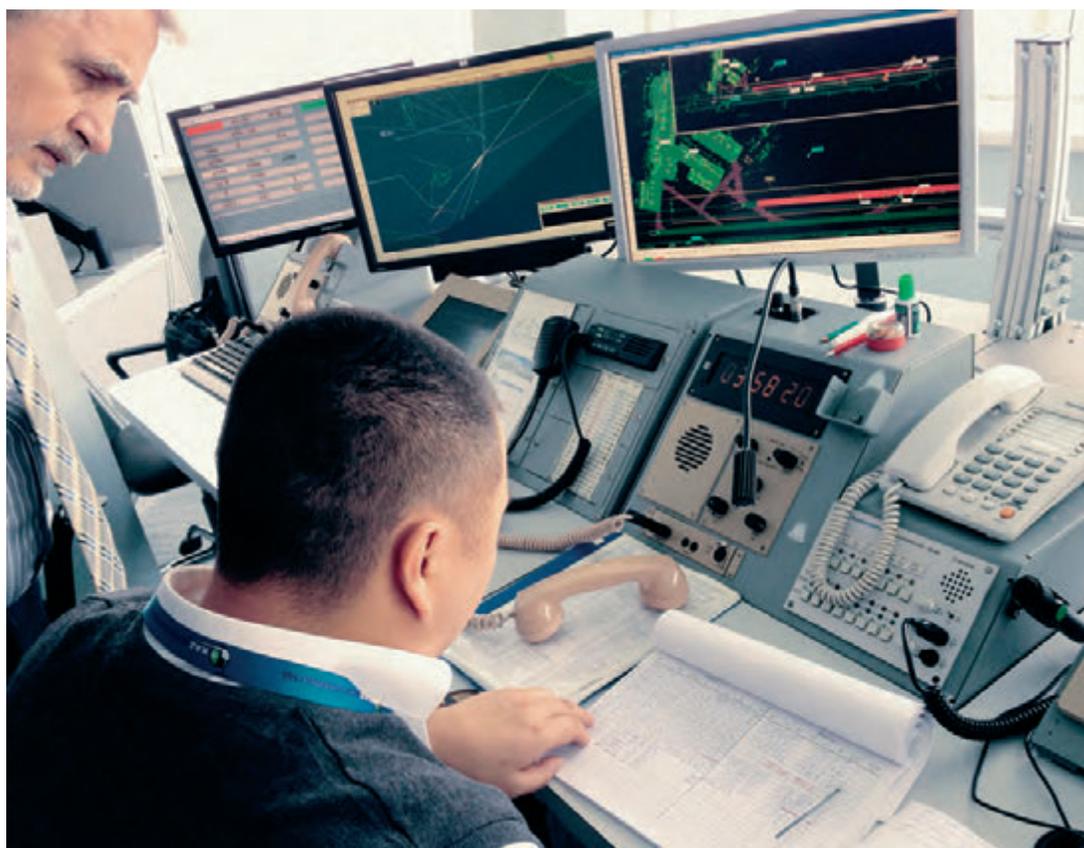


ются инструментальные системы точного захода на посадку, обеспечивающие операции по 3-й категории ИКАО. Внедрена система координат WGS-84, в верхнем воздушном пространстве осуществлен переход на систему вертикального эшелонирования с применением RVSM (300 м), внедряется навигация, основанная на характеристиках (PBN), что повышает безопасность полетов на аэродроме Алматы и в зоне ответственности Центра.

#### Повышая профессионализм

В Алматинском центре работают 498 человек, из них 232 — специалисты ОВД, непосредственно авиадиспетчеров — 163. Инженерно-технический персонал службы ЭРТОС составляет 98 человек.

Подготовку и переподготовку специалистов предприятия, в том числе и Алматинского центра, Казаэроавиация проводит на базе собственного Центра профессиональной подготовки в Алматы, а также в зарубежных авиационных учебных центрах, таких как Global ATS (Великобритания), аэронавигационный институт SANI (Чехия), Рижский институт аэроавиации (Латвия), IANS — Institute of Air Navigation Services (Люксембург), Институт повышения квалификации Росгидромета, Россий-



ский государственный гидрометеорологический университет (РГГМУ) и др.

Учебным центром внедрена новая передовая on-line система отбора кандидатов на первоначальную подготовку диспетчеров ОВД, что позволило повысить качество отбора и улучшить конечный результат по обучению диспетчеров.

Тренажерная подготовка диспетчеров осуществляется на тренажерных комплексах РДЦ и АДЦ. В 2018 году был введен в работу тренажерный комплекс АДЦ с комплексом визуализации производства Leidos и UFA, на котором планируется провести подготовку персонала ОВД Алматинского центра, в частности, Шымкентского, Усть-Каменогорского, Жамбылского, Кызылординского филиалов, удаленных позиций в Семее, Балхаше, Талдыкоргане, Боролдае, Урджаре, Зайсане. Количество работников Центра, проходящих тренажерную подготовку увеличится на 112 человек, а с персоналом филиала «Юго-Восточный региональный центр ОВД» составит 266 человек.

У алматинских авиадиспетчеров есть все возможности для профессионального роста. Тем более что в настоящее время рассматривается вопрос об оптимизации структуры верхнего воздушного пространства путем поэтапной интеграции секторов Шымкентского района ОВД в Алматинский центр АУВД. ■



# Crew Dragon на орбите!




## Хронология событий

Первый запуск нового американского космического корабля Crew Dragon без экипажа к Международной космической станции (МКС) был осуществлен в субботу 2 марта 2019 года с космодрома на мысе Канаверал (штат Флорида). Ракета-носитель Falcon-9 компании SpaceX стартовала в 02:49 утра по местному времени (10:49 мск) с пусковой площадки 39А. Ранее заместитель руководителя программы МКС в NASA Джоэл Монтелбано на брифинге в Космическом центре имени Джона Кеннеди в штате Флорида сообщил, что представители NASA и Роскосмоса обсудили имеющуюся у российской стороны озабоченность относительно предстоящего запуска нового космического корабля и достигли согласия по поводу протокола сближения корабля с МКС. По его словам, в Роскосмосе просили принять дополнительные меры для обеспечения безопасности станции. В Роскосмосе заявили, что стыковка американских коммерческих кораблей с МКС может при некоторых сценариях создать дополнительные риски для экипажа и самой станции.

Как пояснили в компании SpaceX, при отправке к МКС стандартной грузовой капсулы ее захват осуществляется с помощью дистанционного манипулятора, которым управляет кто-то из членов экипажа, после чего капсулу подводят к стыковочному шлюзу. Корабли Crew Dragon будут стыковаться со станцией в автоматическом режиме, используя новый стыковочный узел, установленный на МКС в 2016 году.

В воскресенье, третьего марта, космический корабль Crew Dragon впервые пристыковался к Международной космической станции. Операция была завершена около 06:00 по времени Восточного побережья США (14:00 мск), сообщили представители космического ведомства.

Корабль доставил на станцию груз массой почти 200 кг, в том числе продовольствие и материалы для научных экспериментов. Кроме того, на борту Crew Dragon находился манекен в скафандре, которого специалисты NASA назвали Эллен Рипли — в честь героини серии фильмов «Чужой». На манекене закреплены датчики, на основе полученной с их помощью информации специалисты сделают выводы о том, безопасны ли полеты на корабле для людей. Члены экипажа МКС открыли шлюзовую люк и приступили к разгрузке доставленного продовольствия. В этой работе участвовали россиянин Олег Кононенко, американка Энн Макклейн и канадец Давид Сан-Жак.

В пятницу, восьмого марта, в 08:45 по времени восточного побережья США (16:45 мск) Crew Dragon приводнился в Атлантическом океане в 360 км от побережья Флориды.

На последнем участке траектории перед приводнением корабль сопровождал самолет NASA. В районе посадки Crew Dragon ожидало спасательное судно, оснащенное системой для подъема корабля на борт. Сразу после касания кораблем поверхности воды к нему направились скоростные катера.

После доставки корабля на космодром специалисты SpaceX и NASA проведут подробный анализ работы систем корабля и в случае, если не будет обнаружено никаких сбоев в работе аппаратуры, в июле состоится запуск корабля с пилотами Бобом Бенкеном и Дугом Хэрли на борту. Они должны будут провести на борту МКС не-



сколько недель. Если их полет будет успешным, NASA примет решение о сертификации Crew Dragon для регулярных полетов.

После завершения программы полетов космических кораблей многоразового использования Space Shuttle в 2011 году американских астронавтов доставляют на МКС российские корабли «Союз», однако после успешного завершения полета Crew Dragon у США появился собственный пилотируемый корабль.

### История проекта

После закрытия в 2011 году программы Space Shuttle США остались без пилотируемых кораблей и вынуждены для доставки своих астронавтов на МКС покупать места на российских «Союзах». Действующий контракт на предоставление мест истекает в 2019 году (в среднем одно место обходится американской стороне в \$81,6 млн).

В рамках Программы коммерческих экипажей (Commercial Crew Program) Национальное управление США по аэронавтике и исследованию космического пространства (NASA) провело

отбор среди частных компаний для осуществления пилотируемых полетов на МКС. По условиям NASA, кабина космического корабля должна вмещать экипаж в составе не менее четырех человек и 100 кг грузов. Кроме того, он должен обладать возможностью оставаться пристыкованным к орбитальной станции в течение 210 дней (семь месяцев) и в случае необходимости обеспечить экстренную эвакуацию членов экипажа на Землю. В 2014 году для реализации программы NASA выбрало две компании — SpaceX и Boeing — и заключила с ними контракты.

К 2014 году компания Илона Маска уже имела автоматический многоразовый корабль Dragon, который с 2010 года используется для доставки грузов на МКС и возвращения их с орбиты. Его пилотируемая версия под названием Crew Dragon была впервые представлена SpaceX в мае 2014 года. По заключенному контракту SpaceX получила от NASA \$2,6 млрд на завершение разработки Crew Dragon.

В августе 2018 года NASA назвало имена первых четырех астронавтов, которые должны будут совершить полет на пилотируемом кора-



бле разработки SpaceX. Это Роберт Бенкен (уже совершил два полета в космос), Дуглас Херли (также два), Майкл Хопкинс (один) и Виктор Гловер (не имеет опыта космических полетов).

#### Характеристики корабля

Crew Dragon представляет собой корабль-капсулу. Его длина (высота) - 8,1 м, максимальный диаметр - 3,66 м, масса (без топлива) — 6,4 т.

Конструктивно он состоит из трех элементов. Основным является герметичный модуль-капсула (возвращаемая часть) объемом 11 куб. м. Возвращаемая капсула с четырьмя смотровыми окнами предназначена для экипажа и может вместить до семи человек. Она оснащена системой экстренного спасения, использующей восемь ракетных двигателей SuperDraco разработки SpaceX. Кроме того, корабль имеет 16 двигателей Draco, предназначенных для маневрирования в космосе. Все двигатели работают на смеси монометилгидразина и азотного тетраоксида (окислитель).

В отличие от грузового Dragon, стыковка которого с МКС осуществляется при помощи манипулятора, пилотируемый корабль будет причаливать к станции в автоматическом режиме.

Впоследствии предусмотрено, что Crew Dragon будет служить «спасательной шлюпкой» на МКС в случае возникновения чрезвычайной ситуации (в н. в. эту роль выполняют российские «Союзы МС»).

Согласно плану, после демонстрационного полета в июле 2019 года на МКС на Crew Dragon полетят астронавты Роберт Бенкен и Дуглас Херли. Затем корабль должен будет доставить на станцию Майкла Хопкинса и Виктора Гловера с длительной миссией.

Помимо летных испытаний Crew Dragon на 2019 год намечены также первые полеты пилотируемого корабля Boeing — CST-100 Starliner. В апреле должна состояться его беспилотная миссия, не ранее августа — с экипажем на борту. По контракту с NASA Boeing получил \$4,2 млрд, для запуска CST-100 Starliner планируется использовать ракету-носитель Atlas V американской компании United Launch Alliance (ULA).

В случае успешных тестовых полетов оба корабля к концу 2019 г. получают сертификацию для выполнения регулярных пилотируемых миссий на МКС. ■



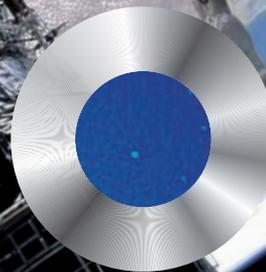
*Журнал «Космические исследования и технологии» — достоверная информация о международном космическом сотрудничестве*



cosmos.kz

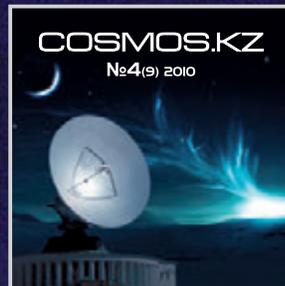
The first TV program  
on space technologies  
in Kazakhstan

COSMOS.KZ



№1(6)

© Space Energy 2010



www.cosmos.kz