

Space Research & Technologies

КОСМИЧЕСКИЕ

№ 3
2014

ИССЛЕДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ

Международный журнал о космонавтике International Journal of Aerospace



Международный экипаж
полетел на МКС

Атмосферные спутники
в казахстанском небе

Протоны снова
в строю

Южный центр
РЦКС

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Талгат Мусабаев —

председатель, Казахстан

Меирбек Молдабеков —

заместитель председателя, Казахстан

Еркин Шаймагамбетов —

заместитель председателя АКК (МИР), Казахстан

Ерғазы Нұрғалиев —

заместитель председателя АКК (МИР), Казахстан

Мәліс Абсағметов —

директор Института гидрогеологии
и геоэкологии им. У.М. Ахмедсафина, Казахстан

Александр Дегтярев —

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

Жумабек Жантаев —

заместитель председателя, главный редактор, Казахстан

Жайлаубай Жубатов —

директор РГП «Научно-исследовательский центр

«Гарыш-Экология», Казахстан

Леопольд Лобковский —

заместитель директора Института океанологии им. П.Ширшова
РАН, член-корреспондент Российской Академии Наук, Россия

Даулет Нурумбетов —

генеральный директор РГП «Инфракос», Казахстан

Рене Пишель —

глава постоянного представительства Европейского
космического агентства в Российской Федерации

Владислав Румянцев —

директор Института озераведения РАН,
академик Российской Академии Наук, Россия

Мартин Свитинг —

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

Куат Мустафинов —

Генеральный директор АО «Совместное Казахстанско-
Российское предприятие «Байтерек», Казахстан

Сомчет Тинапонг —

председатель Агентства по геоинформатике и развитию
космических технологий Королевства Таиланд (GISTDA),

Виктор Хартов —

генеральный конструктор — генеральный директор ФГУП
«Научно-производственное объединение
им. С.А. Лавочкина», Россия

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, SPACE, 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, SPACE, ORBITAL SCIENCES CORPORATION,
GISTDA (Thailand), S.P. Korolev Rocket and Space Corporation Energia, M.V.
Khruichev 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, TsNIIMASH, 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», № 3(12) 2014

Периодичность: четыре номера в год

Главный редактор Жумабек Жантаев

Шеф-редактор Нурлан Аселкан

Заместитель главного редактора Александр Губерт

Заместитель главного редактора Николай Бреусов

Заместитель главного редактора Леонид Чечин

Официальный представитель в Москве

и Российской Федерации Эльвира Ханко

Дизайн и верстка Татьяна Рожковская

Техническая подготовка Альберт Аджимуратов

Адрес редакции: 050010, г. Алматы,

ул. Шевченко, 15, тел. (727) 385-49-36, факс (727) 293-88-20

e-mail: nurlan1410@mail.ru, info-nckit@yandex.ru

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

ИП «ADJ print» г. Алматы, ул. Саина, 22-64

Тираж 1000 экземпляров

Учредитель и издатель ТОО COSMOS.KZ

Перевод и корректура — Фонд поддержки науки
и технологий «SCIENCE»

Magazine «Space Research and Technologies», № 3(12) (2014)

Periodicity: four issues per year

Editor-in-Chief Zhumabek Zhantayev

Chief Editor Nurlan Aselkan

Deputy Editor-in Chief Alexander Gubert

Deputy Editor-in-Chief Nikolay Breussov

Deputy Editor-in-Chief Leonid Chechin

Official Representative in Moscow and Russian Federation

Elvira Hanko

Design and make-up Tatyana Rozhkovskaya

Technical preparation Albert Ajimuratov

Address of Editorial Office: Shevchenko str., 15, 050010, Almaty.

Phone (727) 385-49-36, Fax (727) 293-88-20

e-mail: nurlan1410@mail.ru, info-nckit@yandex.ru

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

«ADJ print» 2-64, Saina str., Almaty

Circulation 1000 copies

Founder and publisher LLP COSMOS.KZ

Translation and proofreading —

Fund for Supporting of Science

and Technologies «SCIENCE»



ТЕХНОЛОГИИ

2

Атмосферные спутники —
перспективная ниша
для космической отрасли Казахстана
Ж. Жантаев
А. Поздняков

TECHNOLOGIES

9

Atmospheric satellites —
promising niche for the space
industry in Kazakhstan
Zh. Zhantaev
A. Pozdnyakov

АСТРОФИЗИКА

14

Космический вакуум
и вращение Вселенной
Л.М. Чечин

ПРИКЛАДНАЯ КОСМОНАВТИКА

18

Резервный центр управления KazSat:
все на контроле

26

Таинственный «Луч»

ПИЛОТИРУЕМАЯ КОСМОНАВТИКА

32

Ночной полет на орбиту
Н. Аселкан

НОСИТЕЛИ

42

«Байтерек»
выбирает формат
Д. Воронцов

48

Средства выведения:
состояние и перспективы
Д. Воронцов

LAUNCHERS

54

Means of a launcher:
Status and Prospects
D. Vorontsov

КОСМОДРОМЫ

58

Гвианский космический центр:
главный старт Европы
Н. Аселкан

Атмосферные спутники — перспективная ниша для космической отрасли Казахстана



Ж. ЖАНТАЕВ

Доктор физико-математических наук,
член-корреспондент НАН РК



А. ПОЗДНЯКОВ

Кандидат физико-математических наук

Мировой опыт

В последние годы одними из приоритетных направлений развития мировых аэрокосмических технологий становятся технологии создания беспилотных летательных аппаратов, способных длительное время находиться в атмосфере над поверхностью Земли, так называемых атмосферных спутников с высотой полета от 20 до 30 км и сроком эксплуатации до 5 лет [1,2,3].

К числу таких относятся атмосферные аэрокосмические аппараты двух типов:

- на базе планеров, использующих энергию солнечных и накопительных батарей, способных подниматься на высоты до 30 км и двигаться со скоростью до 200 км/час.

- на базе дирижаблей, высота полета которых варьирует от нескольких сот метров до 22-23 км и имеет двигатели, работающие на основе солнечных и накопительных батарей, которые способны развивать скорость движения до 60-70 км/час.

Эти два типа летательных аппаратов относятся к атмосферным спутникам (АС), поскольку способны в автономном режиме осуществлять полет в атмосфере в течении длительного времени.

Попытка создания атмосферных спутников на базе планеров была предпринята NASA в 70 годы прошлого столетия, однако она не увенчалась успехом.

Возможность создания таких аппаратов возникла лишь

в последние годы благодаря достижениям науки и бурному развитию инновационных технологий в области создания новых материалов на основе углеродных материалов, повышения эффективности и КПД солнечных, ионно-литиевых и др. аккумуляторных батарей большой емкости при и небольшом весе, создание электрических двигателей с достаточно большой мощностью при незначительном весе и КПД более 90%, создания компактных радио-телекоммуникационных и навигационных приборов, средств дистанционного зондирования земли.

В июле 2010 года беспилотный летательный аппарат Zephyr компании QinetiQ (BBC, Великобритания) уста-



новил абсолютный рекорд продолжительности полета, составивший 14 суток и 21 минуту [1,2].

Этот аппарат из углеродного волокна смог подняться на 18 000 метров. Источником энергии являлись литий-ионные аккумуляторные батареи производства компании Sion Power и аморфные кремниевые солнечные батареи, производства компании United Solar. Аппарат нес на себе систему управления и автопилота, а также некоторую полезную нагрузку, представляющую коммуникационное оборудование британского Министерства обороны.

Взлетный вес аппарата составил 32 кг, в том числе полезная нагрузка – 4 кг, средняя скорость – 90 км/час, расчетная высота – 21 000 м, размах крыльев – 23 метра. Аппарат был приспособлен для работы при температурах от +40°С до -75°С.

В 2010 году разработаный компанией Solar Impulse

пилотируемый самолет HB-SIA совершил первый 26-часовой полет с пилотом. Он имел размах крыльев – 63 метра, массу – 1600 кг, крейсерскую скорость – 70 км/ч на высоте 8700 метров [3].

12 тысяч солнечных батарей заряжали аккумуляторные батареи в течение дня, и этой энергии хватило на полет ночью. Кроме энергии, запасенной в аккумуляторах, самолет для выполнения полета в ночное время использовал набранную в течение дня высоту. Самолет имел взлетную массу – 2000 кг, площадь крыла – 200 м², силовую установку из четырех двигателей – 7,35 кВт; четыре винта диаметром – 3,5 метра; Li-Po аккумуляторы массой – 400 кг; массовую энергоотдачу – 200 Wh/kg=720 kJ/kg; солнечные батареи с КПД монокристаллов 22,5 %

Предполагается, что следующая модификация этого са-

молета Si2 осуществит кругосветное путешествие в 2015 году.

В 2012 году Американская компания Titan Aerospace разработала две версии беспилотных аппаратов на солнечных батареях, которые получили название Solara. Solara 50 имеет размах крыльев 50 метров при длине в 15,5 метра. Весит такой беспилотник 159 кг, а его дополнительная грузоподъемность составляет 32 кг. Большая версия, получившая название Solara 60, имеет размах крыльев 60 метров и способна перевозить грузы весом до 100 кг [4,5]. Крейсерская скорость беспилотников Solara составляет около 114 км/ч с дальностью полета в 4,5 миллиона километров. Испытательные полеты аппаратов начнутся в 2014 году. Эту компанию в 2014 году купила GOOGLE за 60 миллионов долларов [6].

Facebook создал лабораторию Connectivity Lab, которая будет разрабатывать атмосферные спутники и лазеры,



чтобы обеспечить глобальный доступ к интернету.

К работе в Connectivity Lab привлечены специалисты из двух лабораторий NASA, Национальной астрономической обсерватории США и компании Ascenta [6].

На перспективность и необходимость развития данного направления также обратили внимание украинские специалисты КБ «Южное» академика М.К. Янгеля [7,8].

ААА второй группы имеют давнюю историю, однако лишь в 21 веке они получили второе рождение.

Группой компаний «Росаэросистемы» спроектирован геостационарный стратосферный дирижабль «Беркут» с высотой полета 20–22 км. Его размеры: длина – 200 м, высота – 50 м, вес – от 13 до 23 тонн, полезная нагрузка – 1 тонна, продолжительность полета – 6 месяцев.

Энергию для двигателей и ретранслирующей аппаратуры дирижабль берет от солнечных батарей, размещенных на верхней части оболочки. В ночное время питание производится за счет аккумуляторов, накопивших электричество в течение дня [9].

Подобный дирижабль сконструирован Корпорацией Worldwide Aeros [10].

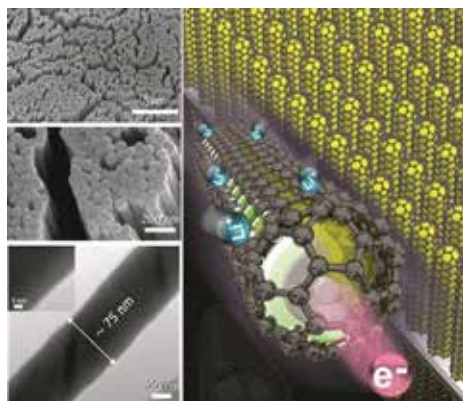
Соотношения стоимости и функциональных возможностей АС определяют их появление на мировом рынке в ближайшее время

Приведенный обзор показывает, что в мире идет интенсивная научно-исследовательская и технологическая работа по созданию атмосферных спутников, способных осуществлять на протяжении длительного времени непрерывное наблюдение за поверхностью Земли. Стоимость таких спутников в десятки раз

ниже, чем космических даже без учета затрат, необходимых для выведения спутника на орбиту.

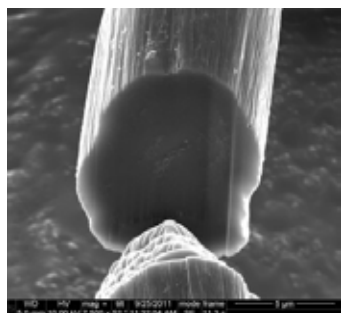
В качестве примера можно привести планы Facebook разработать и создать в ближайшие 5 лет 11 000 атмосферных спутников для обеспечения доступа в интернет странам Африки. GOOGLE также планирует наладить выпуск таких аппаратов для обеспечения интернета в труднодоступных регионах [6]. Масштабные работы ведут военные ведомства США, Китая, Евросоюза, Японии, России.

Атмосферные спутники позволяют, наряду с космическими, создать многоуровневую систему наблюдений и телекоммуникаций, осуществлять мониторинг нефте- и газопроводов, линий ЛЭП, движения транспортных средств, перемещений грузов, оценку экологических и чрезвычайных ситуаций, наблюдений за сельскохозяйдями и



Вертикальное расположение нанопроволоки из серы [10]

The vertical arrangement of sulfur nanowires (right) [10]



В наномасштабах волокно, близкое по диаметру к человеческому волосу, выглядит как единое целое [14]
Fiber, similar in diameter to a human hair, looks like a single unit (nanoscale) [14]

составлений кадастров, наблюдений за разработкой различных месторождений полезных ископаемых, а также обеспечат работу региональных телекоммуникационных систем. Учитывая высокую мобильность данных спутников, представляется возможность их переброски для создания спутниковых группировок в отдельных частях государства.

Задачи научно-исследовательских, технологических и опытно-конструкторских работ определяются из назначения и условий эксплуатации АС

Атмосферные спутники должны быть многообразными, автономно функционировать на высотах 20-30 км в течение длительного времени, иметь конструкцию, позволяющую с наибольшей эффективностью вести наблюдение и обеспечивать решение поставленных задач.

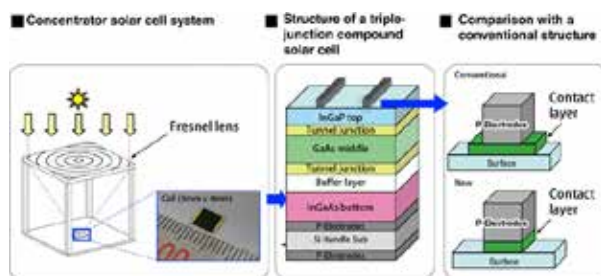
Нести на борту телекоммуникационную, радионавигационную аппаратуру, а также необходимую полезную нагрузку. Для АС не требуются большие скорости и высокая маневренность.

Внешние условия эксплуатации, прежде всего, зависят от географических координат, на которых эксплуатируется спутник. Термодинамические условия в атмосфере до высот 35 км характеризуются колебаниями температуры от +50 до -75° С. Плотность воздуха изменяется с высотой более чем в 5 раз. Турбулентные и струйные течения достигают скоростей 100 км/час. Продолжительность солнечного излучения меняется с широтой и временем года, ночью в средних широтах оно в летний период составляет 15 часов, в зимний период – 6 часов.

Как можно видеть, внешние условия сразу вносят огра-

Принцип работы солнечного элемента [12]

The principle of operation of a solar cell [12]



ничения на сроки непрерывной эксплуатации АС в разных широтах. Так, в Арктике и Антарктике спутники могут непрерывно работать только в летний период, а на зимний период они должны перебрасываться в средние широты или приземляться и вставать на консервацию.

Поскольку источником энергии для функционирования АС являются солнечные и накопительные батареи, то важнейшей задачей является задача повышения их эффективности. Однако емкость аккумуляторов прямо пропорциональна его весу. Увеличение емкости автоматически ведет к увеличению веса АС, а следовательно к необходимости либо уменьшения веса конструкции, либо созданию большей подъемной силы крыла. И то и другое решение невозможно без сверхлегких и прочных материалов, оптимальной кон-



фигурации планера и уменьшения весовых и габаритных параметров бортового оборудования и полезной нагрузки. Таким образом, задача состоит в решении комплекса взаимозависимых задач аэродинамики, прочности и надежности, энергообеспеченности, состава и свойств материала конструкций и т.д. с последующим решением задачи оптимизации для определения наиболее эффективной конфигурации атмосферного спутника.

Последние мировые достижения

Одним из существенных препятствий к длительной работе атмосферных спутников является их недостаточная энергоемкость и ограничение количества циклов перезарядок литиево-ионных (Li-ion) аккумуляторов. В действующих сегодня экспериментальных образцах АС использовались аккумуляторные батареи с плотностью до 300 Ватт/кг и количеством перезарядок — 200

[13]. В конце 2013 года Корейский институт науки и технологий (KAIST) опубликовал сообщение о том, что в лаборатории новых материалов разработали литиево-серные перезаряжаемые аккумуляторы, при этом электроды при высокой скорости зарядки после трехсот операций сохраняют массу в 99,2%, а после тысячи операций по зарядке/разрядке более — 70 %, а максимальная плотность энергии достигает 2100 Ватт/кг, что в 5,4 раз больше, чем у используемого сейчас литий-ионного аккумулятора и в 10 раз превышает параметры аккумулятора, использованного в Solar Impulse [10].

КПД солнечных батарей первого Solar Impulse S11 составляла 22,5%.

В 2011 году калифорнийская компания Solar Junction добилась КПД 43,5 %, [11]. В 2013 году компания Sharp создала трехслойный фотоэлемент с КПД 44,4 % [12]. В 2014 году компаниями Soitec, CEA-Leti и Берлинского центра имени

Гельмгольца был создан фотоэлемент, использующий линзы Френеля с КПД 44,7 %, который работает при широком спектре солнечного излучения от ультрафиолета до инфракрасного [13].

Планер и элементы конструкций изготавливаются из углепластика и углеродных нитей, которые имеют высокую прочность при небольшом удельном весе. В самолете Solar Impulse сверхлегкий каркас фюзеляжа, кабина и крылья созданы компанией «Décision SA» в сотрудничестве с «EPFL». Лист из углеродного волокна толщиной 15-20 микрон необходимой прочности имел удельный вес 93 г/м², низкий коэффициент температурного расширения и химической энергии.

Американским ученым в 2013 году удалось разработать новую технологию производства крупных объектов из углеродных нанотрубок, пригодных для плетения сверхлегких, сверхпрочных и электропроводных нитей [14].

Одним из существенных препятствий в широком использовании атмосферных спутников является проблема их доставки на высоту 20-30 км, поскольку возникает проблема их сохранности при прохождении через высокотурбулентные слои и струйные течения атмосферы. Тем не менее, как показывает имеющийся опыт, запуск таких аппаратов осуществляется довольно успешно при условии выбора подходящих для запуска атмосферных условий. Большую роль в решении этой проблемы играет также выбор оптимальной конфигурации АС и расположения двигательных установок, прочностные свойства материала и конструкции, уменьшение габаритов АС за счет повышения КПД солнечных батарей. Решение этих проблем понизит степень риска при запусках.



Казахстан должен занять достойное место на рынке атмосферных спутников

Из всего выше сказанного можно сделать вывод, что в мире в последние годы решаются все базовые вопросы, препятствовавшие созданию АС.

Естественно, что для разработки в Казахстане таких аппаратов необходим соответствующий научно-технический и интеллектуальный потенциал, наличие современных опытно-экспериментальных баз. В настоящее время мы располагаем научно-техническим потенциалом научных центров, лабораторий высших учебных заведений. Это молодые специалисты, получившие образование в ведущих зарубежных учебных заведениях, Назарбаев университете и других ведущих вузах РК. Кроме того, к этой работе должны быть привлечены зарубежные специалисты, имеющие опыт работы в данном направлении.

Для выполнения таких работ необходима специальная

государственная программа, которая должна включать в себя два этапа.

На первом этапе необходимо создать научный фундамент для проектирования и разработки атмосферных аэрокосмических аппаратов. Это включает в себя решение комплекса взаимосвязанных задач аэродинамики, прочности и надежности, энергообеспеченности, состава и свойств материала конструкций, и т.д. с последующей оптимизацией для определения наиболее эффективной конфигурации атмосферного спутника.

Должны быть решены задачи аэродинамики поведения атмосферного спутника при различных конфигурациях планера, задачи механического поведения материала и конструкций из углепластика при различных условиях статического и динамического нагружения при различных температурах и давлениях, взаимодействие элементов конструкций из различных

материалов. Должны быть изучены различные варианты конфигурации и расположения двигательных установок.

Должны быть построены математические модели аппарата, его элементов конструкции, двигателей, бортовых систем, работы приборов и оборудования. Проведено численное и компьютерное моделирование их работы при различных условиях полета, определены количественные характеристики его прочности, устойчивости, маневренности, адаптивности к внешним условиям, а также определена конфигурация АС и силовых установок.

По результатам исследований должна быть построена функциональная модель аппарата и проведены экспериментальные исследования, по результатам которых должен быть разработан рабочий проект атмосферного спутника.

На втором этапе предусматривается реализация проекта, создание полномасштабного



летательного аппарата, его испытания и доработка, после чего отработана технологическая схема его производства.

Финансовое обеспечение проекта

Стоимость построенного по заказу Европейского космического агентства в Швейцарском федеральном технологическом институте (Цюрих) пилотируемого самолета на солнечных батареях Solar Impulse составила около 80 млн. евро [15]. Поскольку в ходе его создания были отработаны многие научные и научно-производственные проблемы стоимость разработки Казахстанского АС будет значительно меньше. При этом может предусматриваться двухэтапное выполнение и финансирование проекта.

Реализация этого проекта позволит Казахстану занять достойное место на мировом рынке АС, востребованность в которых будет расти из года в год.

Президент нашего государства Н.А. Назарбаев ставит перед учеными и инженерами задачу разработки и создания инновационных направлений на передовых рубежах мирового технологического прогресса. Именно к таким инновационным направлениям относятся и работы по созданию атмосферных спутников.

Библиография:

1. After 14 nights in the air, QinetiQ prepares to land its Zephyr solar powered unmanned aircraft.
<http://www.qinetiq.com/media/news/releases/Pages/zephyr-14-days.aspx>
2. 'E Almost orbital, solar-powered drone offered as «atmospheric satellite» Titan's Solara, first commercial solar drone, can fly five years without landing.
ternal plane' heads for landing — BBC News, 23.07.2010
3. Clare O'Dea, «Solar Impulse gaining altitude», swissinfo.ch 06.05.2013
4. Sean Gallagher : Almost orbital, solar-powered drone offered as «atmospheric satellite» Titan's Solara, first commercial solar drone, can fly five years without landing. technology lab / information technology aug 19 2013
<http://arstechnica.com/information-technology/2013/08/>
5. Walter E. Международная выставка беспилотных летательных аппаратов. 12-15 August 2013: Washington Convention Center.
<http://www.unmannedsystemstechnology.com/events/auvsys-unmanned-systems-2013/#sthash.wSHQJmCW.dpuf>
<http://titanaerospace.com>.
6. Официальный сайт, <http://titanaerospace.com/>
7. А.П. Трофименко (Государственное предприятие «КБ «Южное» им. М.К. Янгеля, Днепропетровск). «Самолеты на солнечных батареях – новые возможности космической отрасли Украины». Наука та інновації. 2012. Т. 8. № 4. С. 5—9.
<http://scinn.nas.gov.ua/arhiv/0412/Trofimenko.pdf>
8. А.П. Трофименко «Самолеты на солнечных батареях – новый инструмент для проведения исследований в антарктике: особенности, преимущества, перспективы» украинский антарктический журнал уаж, № 10-11, 390-398 (2011/2012).
9. Официальный сайт: <http://rosaerosystems.ru/projects/obj687>:
10. 리튬이온보다 오래가는 리튬황 이차전지 개발 KAIST 김도경·최창욱 교수...에너지 밀도가 5배 이상 높아 수백번 충방전 가능...1000회 충방전 후에도 용량 90% 유지 박은희 기자
2013.12.03 <http://korustec.com/?p=2256>
kugu99@hellodd.com
11. Официальный сайт :Solar Junction Breaks Concentrated Solar World Record with 43.5% Efficiency
<http://www.sj-solar.com/>
12. Sharp разработала концентрирующий фотоэлемент с КПД 44,4%. 20 июня 2013 г.
<http://sun-shines.ru/news/561-sharp-koncentrat-element>
13. Новый рекорд КПД фотоэлемента: 44,7%.
<http://sun-shines.ru/news/608-record-44>
14. Jade Boyd-New nanotech fiber: Robust handling, shocking performance – january 10, 2013 posted in: current news, featured stories
<http://news.rice.edu/2013/01/10/new-nanotech-fiber-robust-handling-shocking-performance-2/#sthash.BYJF7lQb.dpuf>
15. Интернет-издание журнала «Финансы» за 07.07.2010 / Статья «На разработку самолета на солнечных батареях ушло 80 млн. евро»

Atmospheric satellites — promising niche for the space industry in Kazakhstan

Doctor of physical and mathematical sciences,
corresponding member of NAS RK

ZH. ZHANTAEV

Candidate of physical and mathematical sciences

A. POZDNYAKOV



World experience

In recent years, technology of creation of unmanned aerial vehicle (UAV), which are able to be in the atmosphere above the surface of the Earth for a long time, the so-called atmospheric satellites with altitude from 20 to 30 km and the service life up to 5 years, become one of the priorities of the global aerospace technology [1,2,3].

Two types of atmospheric aerospace vehicles are among them:

- based on the airframes, using solar energy and storage batteries, capable of lifting up to a height of 30 km and move at a speed of 200 km/h;

- based on airships, flying height of which varies from a few hundred meters to 22-23 km, with engines running on the basis of solar and storage batteries which are capable reach speeds up to 60-70 km/h.

These two types of aircraft are weather satellites (AS), as they are capable of flying in the atmosphere for a long time in of-line mode.

Attempting to create the atmospheric satellites based on the airframes was made by NASA in the 70s of last century, but it was not successful.

The possibility of creating of such devices emerged only in recent years thanks to advances in

science and rapid development of innovative technologies in the field of new materials based on carbon materials, improve the efficiency of solar, lithium-ion and other storage batteries with high capacity and low weight, the creation of electric motors with enough high power with low weight and efficiency more than 90%, creating a compact radio-telecommunication and navigation instruments, remote sensing facilities of the Earth.

In July 2010, the Zephyr unmanned aerial vehicle, QinetiQ (Air Force of the Great Britain) set an absolute record for the duration of the flight — 14 days and 21 minutes [1,2].



This apparatus, which was made of carbon fiber, climbed to an altitude of 18,000 m. Lithium-ion batteries (Sion Power) and amorphous silicon solar panels (United Solar) are the energy source. The control system and autopilot as well as some payload representing communication equipment of the British Ministry of Defense, there was on the unit.

Takeoff weight of the device – 32 kg including payload – 4 kg, the average speed – 90 km/h, the calculated height – 21,000 m, wingspan – 23 m. The device was adapted for use at temperatures from + 40 to – 75°C.

Piloted aircraft HB-SIA, developed by Solar Impulse in 2010, made the first 26-hour flight with a pilot. It had a wingspan – 63 m, weight – 1600 kg, cruising speed – 70 km/h at an altitude of 8700 m [3].

12,000 solar panels charged the battery during the day and this energy was enough to fly at night. Besides the energy stored

in the batteries, the aircraft used the height gained during the day for flying at night. The aircraft had a takeoff weight – 2,000 kg, wing area – 200 m², power unit of four engines – 7.35 kW, four screws with a diameter of 3.5 m, Li-Po batteries with a mass of 400 kg; mass energy-conversion efficiency of 200 Wh/kg = 720 kJ/kg, solar cells with an efficiency of single crystals – 22.5%.

It is assumed that the following modification of the aircraft Si2 will implement a world tour in 2015.

In 2012, the American company Titan Aerospace has developed two versions of the unmanned vehicles on solar batteries, which are called Solara. Solara 50 has a wingspan of 50 m at lengths of 15.5 m. This UAV weighs 159 kg, and its additional load capacity is 32 kg. Large version, dubbed Solara 60 has a wingspan of 60 m and is able to carry loads up to 100 kg [4,5]. Cruising speed of UAV Solara is about 114 km/h with

a flight range – 4.5 million km. Test flights of machines start in 2014. Google bought this company for \$ 60 million in 2014 [6].

Facebook has created the laboratory Connectivity Lab, which will develop atmospheric satellites and lasers to provide global access to the Internet.

Experts from the two laboratories of the NASA: National Astronomical Observatory of the USA and the Ascenta, were recruited to work in the Connectivity Lab [6].

Ukrainian specialists from Yuzhnoye Design Office named after academician M.K. Yangel also drew attention to the prospects and the need for development of this direction [7,8].

Atmospheric aerostatic machines of the second group have a long history, but only in the 21st century they got a second birth.

Geostationary stratospheric airship “Berkut” with flight altitude 20-22 km was designed by the Group of Companies «Ros-AeroSystems». Its dimensions are: length – 200 m, height – 50 m, weight – from 13 to 23 tons, payload – 1 ton, flight duration – 6 months. The airship takes energy to engines and rebroadcasting equipment from solar panels placed on top of the shell. At night, the powered is made due to batteries that have accumulated electricity during the day [9].

Similar airship was constructed by Worldwide Aeros Corporation [10].

The ratio of cost and functionality of the atmospheric satellites determine their appearance on the world market in the near future

The above review shows that in the world there is an intensive research and technological work on the creation the atmospheric satellites capable of carrying out continuous monitoring of the

Earth's surface for a long time. The cost of these satellites is ten times lower than the space ones, even excluding the costs necessary for the elimination of the satellite into orbit.

As an example, Facebook plans to develop and create 11,000 atmospheric satellites to provide Internet access to African countries in the next 5 years. Google also plans to start production of such devices to provide Internet in remote regions [6]. Extensive works are carried out by the US, China, EU, Japan, and Russia Military Departments.

Atmospheric satellites along with space satellites will allow to create a tiered system of observation and telecommunications, to monitor the oil and gas pipelines, power transmission lines, vehicle traffic, movement of goods, environmental and emergency situation assessment, observations of the farmland and compiling an inventory, monitoring the development of various mineral deposits, as well as ensure the work of regional telecommunication systems. It is possible to transfer these satellites to create satellite constellations in some parts of the state taking into account their high mobility.

Objectives of research, technology and development activities are determined by the purpose and conditions of atmospheric satellites

Atmospheric satellites must be reusable, functioning autonomously at altitudes of 20-30 km for a long time, be designed to most effectively to monitor and ensure the solution of tasks. They have to carry telecommunications, navigational equipment, as well as the necessary payload on board. High speed and high maneuverability is not required for atmospheric satellites (AS).

The external operating conditions primarily depend upon



the geographical coordinates in which the satellite operates. Thermodynamic conditions in the atmosphere up to an altitude of 35 km are characterized by variations in temperature from +50 to -75°C. Air density changes by more than 5 times with height. Turbulent and jet streams reaches speed of 100 km/h. Duration of sunlight varies with latitude and season. At night, in the middle latitudes it is 15 h in the summer, in the winter — 6 h.

As you can see, the external conditions immediately make time limits on continuous operation of atmospheric satellites in different latitudes. Thus, in the Arctic and Antarctic satellites can continuously operate only in the summer, but in winter they should be shifted to the middle latitudes or land and get up to conservation.

Since solar and storage batteries are the source of energy for the operation of atmospheric satellites, the task of improving their efficiency is the major

problem. However, the battery capacity is directly proportional to its weight. The increase of capacity automatically leads to the weight increase of atmospheric satellites, and consequently to the necessity either reducing the weight of the structure, or creating a greater lifting force of the wing. Both solutions are impossible without an ultra light and durable materials, the optimal configuration of the airframe and reducing of weight and dimensions of onboard equipment and payload. Thus, the task is to solve the complex interdependent problems of aerodynamics, durability, reliability, energy, composition and properties of the material of construction, etc. followed by a solution of the optimization problem to determine the most effective configuration of atmospheric satellite.

Latest world achievements

Insufficient energy consumption and limiting the number of cycles of recharges



the lithium-ion (Li-ion) batteries are significant obstacles to the long-term operation of atmospheric satellites. In acting to date experimental samples of atmospheric satellites were used rechargeable batteries with a density up to 300 W/kg with the number of recharges — 200 [13]. Korea Institute of Science and Technology (KAIST) published a report in the end of 2013 that the lithium-sulfur rechargeable batteries have been developed in a laboratory of new materials. In this case, the electrodes preserve 99.2% of the mass at high charge rate after 300 operations. More than 70% of the mass is saved after 1000 operations by charging/discharging. Maximum power density reaches 2100 W/kg, which is 5.4 times greater than the currently used lithium-ion battery, and 10 times higher than the battery parameters used in the Solar Impulse [10].

The efficiency of solar cells of the first Solar Impulse SI1 was 22.5%.

In 2011, the Solar Junction (California) has achieved the efficiency of 43.5% [11]. In 2013, the

Sharp has created a three-layer solar cell with an efficiency of 44.4% [12]. In 2014, Soitec, CEA-Leti and Berlin Helmholtz Centre created a photocell that uses a Fresnel lens with an efficiency of 44.7%, which works with a wide spectrum of solar radiation from the ultraviolet to the infrared [13].

Airframe and structural elements are made from carbon plastic and carbon fibers that have high strength at a small specific weight. The Solar Impulse aircraft has ultra light airframe structure. The cabin and wings created by «Décision SA» in cooperation with «EPFL». A sheet of carbon fiber of the necessary strength with a thickness of 15-20 microns had a specific weight 93 g/m², low coefficient of thermal expansion and chemical inertness.

American scientists in 2013 have developed a new technology for the production of large objects from carbon nanotubes, which are suitable for weaving of ultra light, super strong and electrically conductive filaments [14].

The problem of delivery of atmospheric satellites to a height

of 20-30 km is one of the major obstacles to their wide use as there is a problem of their safety during the passage through the highly turbulent layers and jet streams of the atmosphere. However, as past experience shows, the launch of such devices is done quite successfully on condition the selection of suitable weather conditions for launch. Selection of the optimal configuration of atmospheric satellites, propulsion systems arrangement, the strength properties of the material and construction, size reduction of the AS by increasing the efficiency of solar batteries also play the major role in solution of this problem. Solution of these problems will reduce the degree of risk at startup.

Kazakhstan should take its rightful place in the market of atmospheric satellites

From the above it can be concluded that in the world in recent years, all the basic questions that have hindered the creation of atmospheric satellites are resolved.

Naturally, the relevant scientific, technical and intellectual potential, the availability of modern pilot-experimental bases is essential for the development of such devices in Kazakhstan. Currently we have scientific and technical potential of research centers, laboratories of higher education institutions, young professionals, educated in the leading foreign educational institutions, Nazarbayev University and other leading universities of Kazakhstan. In addition, foreign experts who have experience in this area should be involved in this work.

Special state program, which should include two stages, is necessary for the execution of such works.

The first stage involves the creation of a scientific foundation for the design and development of atmospheric aerospace vehicles. This includes the solution of the complex interdependent problems of aerodynamics, durability and reliability, energy-security, structure and properties of the material of construction, etc. with further optimization to determine the most effective configuration of atmospheric satellite.

Tasks of aerodynamics of the behavior of atmospheric satellites for various configurations of airframe, the problem of the mechanical behavior of materials and structures from carbon plastic under different conditions of static and dynamic loads at different temperatures and pressures, the interaction of structural elements which made from different materials must be resolved. The various configuration options and location of propulsion systems should be examined.

Mathematical models of the device, the design of its components, engines, onboard systems, operation of instruments and equipment to be built. Numeri-

cal and computational modeling of their work at various flight conditions must be performed. Quantitative characteristics of its strength, stability, maneuverability, adaptability to external conditions, as well as the configuration of atmospheric satellites and power systems should be defined.

Functional model of the apparatus according to the results of research should be built and experimental studies should be conducted. Working Draft of atmospheric satellite should be developed as a result of work.

The second phase involves the implementation of project, creation of the full-scale aircraft, its testing and rework, after which the process flowsheet of its production should be worked out.

Financial support of the project

The cost of a manned solar-powered aircraft Solar Impulse, which was built according to the order of the European Space Agency at the Swiss Federal Institute of Technology (Zurich), amounted to about 80 million Euros [15]. The cost of developing the Kazakhstan's AS will be considerably less, as many scientific and industrial problems have been worked out in the course of its creation. Two-stage implementation and financing of the project may be provided in this case.

Implementation of this project will allow Kazakhstan to take its rightful place in the global market of atmospheric satellites, demand of which will increase from year to year.

N.A. Nazarbayev, President of our country, puts the task of developing and creation of innovative trends at the forefront of global technological progress before the scientists and engineers. Works on the creation of atmospheric satellites are such innovative directions. ■

Bibliography

1. After 14 nights in the air, QinetiQ prepares to land its Zephyr solar powered unmanned aircraft. <http://www.qinetiq.com/media/news/releases/Pages/zephyr-14-days.aspx>.
2. 'E Almost orbital, solar-powered drone offered as "atmospheric satellite" Titan's Solara, first commercial solar drone, can fly five years without landing. ternal plane' heads for landing — BBC News, 23.07.2010.
3. Clare O'Dea, «Solar Impulse gaining altitude», swissinfo.ch 06.05.2013.
4. Sean Gallagher: Almost orbital, solar-powered drone offered as "atmospheric satellite" Titan's Solara, first commercial solar drone, can fly five years without landing, technology lab / information technology, August 19, 2013. <http://arstechnica.com/information-technology/2013/08/>
5. Walter E. International Exhibition of Unmanned Aerial Vehicles. 12-15 August 2013: Washington Convention Center. <http://www.unmannedsystemstechnology.com/events/auvsys-unmanned-systems-2013/#sthash.wSHQJmCW.dpuf> <http://titanaerospace.com>.
6. <http://titanaerospace.com/>
7. A.P. Trofimenko (the Yuzhnoye State Design Office named after M.K. Yangel, Dnepropetrovsk). Solar-powered aircrafts — new possibilities of space industry of Ukraine // Nauka ta innovatsii. 2012. Vol. 8, No 4. P. 5-9. <http://scinn.nas.gov.ua/arhiv/0412/Trofimenko.pdf>
8. A.P. Trofimenko Aircrafts on solar batteries — a new tool for research in Antarctica: the features, advantages, prospects // Ukrains'ki antarktychnii zhurnal. 2011/2012. No 10-11, P. 390-398.
9. <http://rosaaerosystems.ru/projects/obj687>: 10. <http://korustec.com/?p=2256> kugu99@helloodd.com
11. Official Website: Solar Junction Breaks Concentrated Solar World Record with 43.5% Efficiency <http://www.sj-solar.com/>
12. Sharp has developed a concentrating solar cell with an efficiency of 44.4%. June 20, 2013. <http://sun-shines.ru/news/561-sharp-koncentrat-element>
13. A new record the efficiency solar cell: 44.7%. <http://sun-shines.ru/news/608-record-44>
14. Jade Boyd-New nanotech fiber: Robust handling, shocking performance — january 10, 2013 posted in: current news, featured stories <http://news.rice.edu/2013/01/10/new-nanotech-fiber-robust-handling-shocking-performance-2/#sthash.BYJF7lQb.dpuf>
15. Online edition of the magazine «Finance», 07.07.2010 / 80 mln. Euro spent on the development of solar batteries aircraft.

Космический вакуум и вращение Вселенной

Л.М. ЧЕЧИН

Астрофизический институт им. В.Г. Фесенкова
Национальный центр космических исследований и технологий,
Аэрокосмический комитет министерства инвестиций и развития РК



Известный
российский
космолог
А.Д. Чернин (ГАИШ МГУ)
с автором статьи

Введение

Глобальные свойства Вселенной всегда рассматриваются в качестве важнейших для космологии. При этом их понимание во многом детерминировано параметрами тех объектов, которые определяют ее состав, и, прежде всего, – динамическими характеристиками галактик и их кластеров. В большинстве работ динамика галактик рассматривается на основе уравнений поступательного движения. Последнее условие равносильно представлению галактик в виде точечных тел. Именно такая модель галактического кластера (и галактики как системы точечных звезд) составляет основу метода N-body simulation, широко используемого в современной космологии.

Между тем, для ряда важных астрономических объектов, расположенных на меньших

взаимных расстояниях, — двойные галактики, тесные группы галактик, взаимодействующие и сливающиеся галактики — такое приближение заведомо является неприемлемым. При исследовании эволюции указанных систем требуется учет собственных размеров галактик и привлечение уравнений поступательно-вращательного движения.

Вместе с тем, для астрономических объектов одно лишь гравитационное взаимодействие не может дать полного описания их динамики, поскольку на космологических масштабах необходим учет силы антигравитационного отталкивания.

Действительно, сегодня надежно установлено, что динамикой Вселенной управляет именно антигравитация, ассоциируемая в основном с вакуумом. При этом Вселенная расширяется с ускорением, но само пространство-время при этом остается статическим. Более того, несмотря на расширение, плотность космического вакуума является величиной постоянной. В единицах критической плотности ($\rho_c \sim 0.7 \cdot 10^{-29} \text{ г/см}^3$) она оценивается как $\Omega_v = \rho_v / \rho_c = 0.6 \pm 0.1$. Поэтому динамику кратных объектов следует изучать на основе уравнений поступа-

тельно-вращательного движения, дополненных вакуумной силой отталкивания.

Движение ряда кратных галактик можно изучать и в рамках ограниченной постановки задачи. Поскольку граница между одиночными и двойными галактиками зачастую достаточно условна, то в разумном приближении задачу двух астрономических тел конечной массы можно свести к задаче одного тела с известным движением его центра инерции. Тогда система уравнений поступательно-вращательного движения этого объекта распадется на две независимые части — поступательную и вращательную.

В настоящей работе анализируется вращательное движение галактик, обусловленное вакуумной силой антигравитации. На его основе изучается ряд новых глобальных характеристик всей Вселенной, которые также детерминированы космическим вакуумом, — ее вращение, существование и ориентация оси вращения, пространственная анизотропия параметра ускоренного расширения Вселенной. Что касается канонических проблем космического вакуума — расширение Вселенной и ее ускоренное расширение, то они во всей полноте изложены в статье [1].



Вакуумная сила и вращательное движение галактик

В дальнейшем в качестве исследуемого типа галактик выберем эллиптические галактики. Это не только упрощает аналитическое решение поставленной задачи, но и дает возможность сопоставить его с реальными наблюдательными данными. Такие E-галактики, как правило, содержат компактную звездную составляющую, т.е. представляют собой звездный «газ», и обладают правильной формой — эллипсоиды с различной степенью сжатия.

Рассмотрим далее эллиптическую галактику с формой эллипсоида вращения, у которой две главные оси равны друг другу, т.е. ее удельные моменты инерции таковы: $A = B \neq C$. Тогда потенциал не будет зависеть от угла φ ,

который, следовательно, может быть произвольным. Положим $\varphi = 0$. Тогда, вычисляя для этого случая направляющие косинусы, находим вакуумный потенциал

$$U_V = -4Ga_{ik} \cdot I_j S_j \cdot \int \frac{e_i e_j}{R_0^3} dR_0, \quad (1)$$

где основными величинами являются удельные вакуумные моменты инерции галактики

$$I_\xi = \rho_V \int \xi d\xi, \quad I_\eta = \rho_V \int \eta d\eta, \\ I_\zeta = \rho_V \int \zeta d\zeta \quad (2)$$

и вектора S_ξ, S_η, S_ζ , дуальные трем площадям поперечного сечения галактики, —

$$S_{\eta\zeta} = \iint d\eta d\zeta, \quad S_{\xi\zeta} = \iint d\xi d\zeta, \\ S_{\xi\eta} = \iint d\xi d\eta, \quad (3)$$

Для выбранной формы галактики ее уравнения вращательного движения таковы

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{1}{C\omega \sin\theta} \cdot \frac{\partial U}{\partial \psi}, \\ \frac{\partial \psi}{\partial t} = -\frac{1}{C\omega \sin\theta} \cdot \frac{\partial U}{\partial \theta} \quad (4)$$

По поводу этой системы уравнений сделаем два пояснения. Во-первых, величина представляет собой первый интеграл вращательного движения, т.е. $\omega = \text{const}$. Он описывает компоненту угловой скорости галактики относительно удельного момента инерции C . Во-вторых, было учтено, что угловые скорости вращения галактик малы. Это позволило пренебречь квадратами угловых скоростей и угловыми ускорениями. И, наконец, положим здесь $U=U_V$.

Из той системы уравнений можно показать, что угол

$$\psi(t) \approx 8 \frac{GI_j S_j}{C\omega R_0^2} \cdot t$$



а угловая скорость вращения эллиптической галактики вдоль оси OZ такова

$$\psi(t) \approx 8 \frac{GI_j S_j}{C\omega R_0^2} \cdot t \quad (5)$$

Это выражение описывает угловую скорость вращения, которую эллиптическая галактика приобретает благодаря влиянию вакуума [2].

Оценка индуцированной скорости вращения галактик

Рассмотрим гигантскую эллиптическую галактику NGC 4486 (M 87), расстояние до которой R_0 от нас равняется 15 Мпк, а собственные размеры l равняются 60 Кпк. С учетом вышеприведенного значения плотности вакуума оценим величину выражения (5).

Принимая, что $I_j S_j \sim 3IS \sim \rho_V l^4$ и полагая, что удельный момент инерции $C \sim l^2$, находим

$$\omega_V \sim \sqrt{8G\rho_V} \cdot \frac{l}{R_0} \sim \omega_0 \cdot \frac{l}{R_0}.$$

Подставляя сюда необходимые величины, получаем следующую оценку $\omega_V \sim 10^{-21} \text{сек}^{-1}$.

Если же выбрать систему отсчета, связанную с центром масс всей галактики и учесть ее структуру, то результат бу-

дет другой. Действительно, самые крупные из эллиптических галактик, как известно, выделяются в отдельную группу cD-галактик. В них имеется компактная звездная система и гигантская разреженная оболочка из звезд. Размеры оболочки достигают десятков и даже сотен килопарсек. Так, для той же системы M 87 радиус ее центральной компоненты составляет около 8 Кпк, а оболочка прослеживается на расстоянии до 60 Кпк от центра. Поэтому, полагая $l=8\text{Кпк}$, а $R_0=60\text{Кпк}$, получаем следующую оценку $\omega_V \sim 10^{-19} \div 10^{-20} \text{сек}^{-1}$.

Отсюда следует важный вывод — чем дальше от нас стоят галактики, тем меньшей угловой скоростью они обладают, поскольку $\frac{l}{R_0} \rightarrow 0$.

Во всяком случае, той частью угловой скорости, которая обусловлена антигравитационным влиянием вакуума. С физической точки зрения это условие означает переход к точечному телу, для которого индуцированное вращение в ньютоновской механике отсутствует.

Итак, оценка угловой скорости для реальных эл-

липтических галактик, обусловленная вакуумной силой антигравитации, составляет величину порядка 10^{-19}сек^{-1} . Вместе с тем, наблюдательные данные дают существенно большую величину.

Так, для эллиптической галактики NGC 1600 угловая скорость вращения составляет порядка 10^{-14}сек^{-1} . Такие же по порядку значения угловых скоростей имеют и другие E-галактики [3]. Выражение (18), следовательно, можно рассматривать как начальную или затравочную угловую скорость галактики, обусловленную вакуумом.

Об эффекте вращения Вселенной

Анализ (5) показывает, что наибольшее значение он будет иметь при условии $l \sim R_0$. Тогда выражение для вакуумной угловой скорости существенно упрощается и принимает вид

$$\omega_V = \omega_0 \sim \sqrt{G\rho_V} \quad (6)$$

Численное значение ω_V порядка 10^{-19}сек^{-1} .

Поскольку условие $l \sim R_0$ означает переход к рассмотрению всей Вселенной, то в этом случае речь может идти об ее вращении как целой. Выражение (6), как видно, является инвариантом и не зависит ни от выбора системы отсчета, ни от геометрических масштабов Вселенной в заданную космологическую эпоху. Стало быть, на ранних этапах развития Вселенной, например, в эпоху барионной асимметрии, когда плотность вакуума составляла величину порядка 10^{-15}г/см^3 , угловая скорость была больше и равнялась $\omega_V \sim 10^{-11} \text{сек}^{-1}$. Для самой ранней Вселенной, когда начальная плотность вакуума была порядка 10^{90}г/см^3 , ее угловая скорость вращения оценивается существенно большей величиной, а именно $\omega_V \sim 10^{42} \text{сек}^{-1}$.

Важно заметить, что при такой угловой скорости край Вселенной движется со скоростью, не превышающей скорость света. Действительно, поскольку размеры Вселенной в момент ее рождения были планковскими, т.е. $\ell_{Pl} \approx 1.6 \cdot 10^{-35} \text{ м}$, то линейная скорость края Вселенной оценивается величиной $v = \ell_{Pl} \cdot \omega_{\nu} \approx 10^7 \text{ м} \cdot \text{сек}^{-1}$. Эта скорость, следовательно, меньше скорости света, что и должно иметь место.

Что можно сказать о наблюдаемой величине угловой скорости Вселенной в современную эпоху? В статьях [4, 5], например, приведены такие данные о предельном минимальном значении угловой скорости вращения Вселенной — $\omega_0 \sim 10^{-21} \text{ сек}^{-1}$. А в работе [6], выполненной на основании новых наблюдательных данных по отклонению распределения реликтового излучения от гауссовского, указывается, что угловая скорость вращения Вселенной должна быть меньше, чем $\omega_0 \sim 10^{-17} \text{ сек}^{-1}$.

Из анализа этих работ и приведенных в них численных оценок можно думать, что Вселенная действительно имеет угловую скорость вращения в следующих пределах $10^{-21} \text{ сек}^{-1} \leq \omega_0 \leq 10^{-17} \text{ сек}^{-1}$. Данная нами выше оценка угловой скорости вращения Вселенной, равная $10^{-19} \text{ сек}^{-1}$, как видно, хорошо укладывается в приведенный интервал значений.

Вместе с тем, особенно с цитированных и других работ является то обстоятельство, что вращение Вселенной в них исследовалось в рамках релятивистской космологии и обуславливалось наличием барионной материи. В нашем же случае вращение Вселенной является следствием ньютоновской небесной механики и детерминирована присутствием небарионной материи, а



именно — наличием вакуума. Поэтому отношение угловой скорости вращения к постоянной Хаббла становится порядка единицы, т.е. $\left(\frac{\omega}{H}\right)_0 \sim 1$.

Отсюда следует справедливость замечания Г.А. Гамова, отмечавшего, что у расширения и у вращения Вселенной должна быть одна и та же физическая причина [7]. Если же учесть, что вакуум порождает и барионную материю, то он действительно является движущей силой эволюции Вселенной.

И последнее, совершенно понятно, что если Вселенная вращается, то вращение должно совершаться вокруг некоторой выделенной оси. В литературе она обычно называется осью «Зла» и в галактической системе имеет вполне определенную ориентацию. При этом она напрямую связана с направлением силовых линий крупномасштабных магнитных полей, что, по-видимому, может рассматриваться как одно из наблюдательных следствий вращения Вселенной.

Более подробное изложение теоретических исследований автора дано в коллектив-

ной монографии [8]. Автор выражает глубокую благодарность А.Д. Чернину за поддержку исследований по проблеме вращения Вселенной. ■

Литература

1. А.Д.Чернин. Успехи физических наук, 2008, 178, 267.
2. Л.М.Чечин. Астрономический журнал, 2010, 87, № 8, 784.
3. Structure and Dynamics of Elliptical galaxies / Ed. P.T.De Zeeuw / IAU Symposium 127, Dordrecht, D.Riedel. 1987.
4. Li Li-Xin. GRG, 1998, 30, 497.
5. M.Szydlowski, W.Goldowski. GRG, 2003, 35, 2171.
6. Shi Chun Su, M.C.Chu. // arXiv: astro-ph 09024575 v.2.
7. G.Gamov. Nature. 1946, 158, 549.
8. The Universe Evolution / Eds. I.Strakovsky and L.Blokhintsev / New York, Nova Science Publishers, 2013, 429 – 470.

Резервный центр управления KazSat: все на контроле

В октябре текущего года редакция журнала была приглашена руководством Республиканского центра космической связи посетить недавно открывшийся резервный центр управления «Коктереке», входящий в единый наземный комплекс управления космическими аппаратами и мониторинга связи.

Роман ЕРМАШОВ, директор «Коктерека» рассказал нам о его возможностях.

Функции Центра

— «30 июня прошлого года Центр был сдан в эксплуатацию. В конце октября того же года здесь прошло мероприятие с операторами связи,

обширная своего рода презентация.

Основное назначение центра — резервирование Акколя. У нас резервируется прежде всего программно-аппаратная

часть. Резервируются антенные системы, хранилища баз данных, прочее оборудование, поддерживающее эту инфраструктуру, прежде всего это энергетика. Две линии электро-





передач отходят на подстанцию — основная и резервная. У нас везде всего по два — насосная станция со скважинами, дизеля, источники бесперебойного питания, котлы, емкости для хранения дизельного топлива. В Акколе тоже всего по два, и казалось бы, зачем нужен ре-

зервный центр? Погодные условия — вот то, от чего не спасают дублирующие компоненты Акколя. Сильный грозовой фронт, какие-то местные локальные помехи, ураганы и пр., и с одного центра невозможно работать, производить прием телеметрии или закладку полетных заданий

на борт. Тогда автоматически все происходит отсюда. Хотя и называются они основной и резервный, но по структуре они абсолютно одинаковы. Кроме того, второй центр необходим при измерении координат спутников двухпунктным методом».





Все необходимые технические и прочие условия созданы. Территория активной зоны закрыта планшетным забором, установлены шесть купольных видеокамер по периметру, ночной режим наблюдения, 32-х кратный оптический зум, имеется также система радиозаграждения типа «Барьер». При приближении к объекту на пульт охраны поступает сигнал.

О персонале

— «Штат составляет 30 человек, поскольку для резервного центра нет необходимости держать службу баллистико-

навигационного обеспечения, службу частотного планирования и анализа, как в Акколе.

Центр имеет службы: первая — эксплуатации и инфраструктуры, которая включает уборщиков, сантехников, сварщиков и др. это самая обширная служба, потому как хозяйство большое; второй, по количеству сотрудников является служба энергетического обеспечения. И, наконец, служба производственно-технологического обеспечения. Она в данный момент включает шесть человек в том числе начальника службы. Это те, кто контролируют непосред-

ственно антенные системы. Наша задача — поддерживать программно-аппаратный комплекс в рабочем состоянии в режиме 24/7/365, и онлайн-связь с Акколем как посредством наземных, так и спутниковых каналов».

Антенные системы

— «Согласно контрактам производство больших антенн было поручено General Dynamics, те, что поменьше, тоже американским, Prodelin и SkyWare Global. Все оборудование было поставлено в рамках единого контракта «под ключ» вместе со спутником.



Если говорить, что KazSat-2 создавало ОАО «РКС», то по KazSat-3 работало ОАО «ИСС имени академика Решетнева». Как «РКС» так и «ИСС» не может обойтись без услуг субподрядчиков из-за очень обширного комплекса задач: со спутником — свои, с наземным комплексом — свои, которые в свою очередь дробятся на программные, аппаратные, какие-то свои вещи касательно систем наведения антенн тоже идут отдельно. Как известно, спутник связи делится на две части: платформа и полезная нагрузка. Соответственно, наше здание делится на ад-



Космическая система связи (КСС) серии «KazSat»

предназначена для удовлетворения потребностей Республики Казахстан в каналах фиксированной спутниковой связи, а также обеспечения информационной безопасности страны.

Создает и развивает КСС «KazSat» АО «Республиканский центр космической связи» — национальный оператор космической системы связи Республики Казахстан (АО «РЦКС»).

АО «РЦКС» оказывает следующие услуги:

1. Предоставление в аренду транспондерной емкости космических аппаратов (далее — КА) «KazSat-2» и «KazSat-3».
2. Мониторинг каналов фиксированной спутниковой связи в Ku-диапазоне частот на геостационарной дуге от 7 до 145° в.д.

Сотрудники АО «РЦКС», прошедшие международное обучение и стажировку в России, а также странах дальнего зарубежья, ведут работы по созданию и управлению первой казахстанской орбитальной спутниковой группировкой, предназначенной для осуществления вещания и передачи данных на территории Республики Казахстан и сопредельных государств.

На базе КСС «KazSat» операторами связи организуется телерадиовещание, спутниковая связь и передача данных на всей территории Республики Казахстан.

Услугами по аренде транспондерной емкости КА серии «KazSat» пользуются крупнейшие телекоммуникационные операторы Республики Казахстан, Национальные компании, силовые структуры, государственные органы и частные компании.

В настоящее время АО «РЦКС» успешно эксплуатирует национальный спутник связи и вещания «KazSat-2», наземный комплекс управления космическими аппаратами и систему мониторинга связи ЦКС «Акколь», резервный наземный комплекс управления ЦКС «Коктерек» вблизи г. Алматы.

В декабре 2014 года планируется создание спутниковой группировки КСС «KazSat» путем приемки в эксплуатацию КА «KazSat-3».



министративную часть и два блока. Первый отвечает за полезную нагрузку, вторая сторона отвечает за спутник как за небесное тело, т. е. за борт. Полезная нагрузка всех спутников KazSat унифицирована, была создана одним производителем, что дает большой выигрыш в работе».

Энергоснабжение

— «Мы подключены к двум ЛЭП протяженностью 3,6 км. Имеем максимальную разрешенную мощность 1,28 МВт. Включены обе ЛЭП по 10 кВ с двух городов — Алматы и Капшагай — это самый настоящий резерв по электричеству, в нашем регионе и в Алматы такое мало кто имеет.

Имеется два резервных дизеля «MobilStrom», работа-



ющих в автоматическом режиме, каждый мощностью по 350 кВт. Помещение для них предусматривает дальнейшее расширение мощностей, есть два фундамента для установки дополнительных агрегатов. Мы готовы к варианту дальнейшего развития нашего объекта с точки зрения энергообеспечения. Фактически в летний период мы можем без электричества более месяца «сидеть» на дизелях при сегодняшней загрузке. А зимой, дней двадцать тоже сможем на автономке выстоять.

Для отопления объекта имеется отдельно стоящая котельная. В котельной два котла – один в работе и один в резерве, германские, связаны между собой. Имеется станция подготовки воды — фильтрация,

Космический сегмент

«KazSat-2» Спутник связи и вещания «KazSat-2», запущен с космодрома «Байконур» 16 июля 2011 года и эксплуатируется по целевому назначению в орбитальной позиции 86,5° в.д.

Полезная нагрузка спутника выполнена итальянским подразделением компании Thales Alenia Space (TAS)*. Транспондерная емкость спутника (в Ку-диапазоне частот) составляет 864 МГц.

Зона покрытия спутника «KazSat-2» включает в себя Республику Казахстан, территорию Средней Азии (Кыргызстан, Узбекистан, Таджикистан, Туркменистан), а также центральную часть России.

Все системы КА «KazSat-2» функционируют в штатном режиме. «KazSat-3». В целях развития национальной космической системы связи реализуется Проект «KazSat-3».

Ввод в эксплуатацию КА «KazSat-3» позволит:

- обеспечить взаимное резервирование КА «KazSat-2» и «KazSat-3»;
- закрепить орбитальную позицию 58,5° в.д. за Республикой Казахстан в Международном Союзе Электросвязи;
- полностью удовлетворить потребности Республики Казахстан в каналах фиксированной спутниковой связи в Ку-диапазоне в среднесрочной перспективе за счет емкости КА «KazSat-3» (1 296 МГц)**. Полезная нагрузка спутника также произведена компанией TAS.

Проект находится на завершающем этапе. Космический аппарат «KazSat-3» запущен 28 апреля 2014 года и выведен в точку стояния на геостационарной орбите 58,5° в.д. Пройдены летно-конструкторские и зачетные испытания. В настоящее время проводятся мероприятия по передаче производителем (ОАО «ИСС им. Решетнева») космического аппарата заказчику — АО «РЦКС».

Передача спутника казахстанской стороне пройдет до конца 2014 года.

Зона покрытия КА «KazSat-3» аналогична спутнику «KazSat-2» — вся территория Республики Казахстан, Республики Средней Азии (Кыргызстан, Узбекистан, Таджикистан, Туркменистан), центральная часть России.

Наземная инфраструктура.

Наземный комплекс управления космическими аппаратами и система мониторинга связи. Центр космической связи (ЦКС) «Акколь».

Для управления КА серии «KazSat» в декабре 2005 года в г. Акколь в 100 км от г. Астаны, АО «РЦКС» был создан первый казахстанский наземный комплекс управления космическими аппаратами и система мониторинга связи ЦКС «Акколь», оснащенный новейшим технологическим оборудованием, для управления космическими аппаратами, не имеющий аналогов в странах СНГ.

В 2008 – 2009 годы ЦКС «Акколь» был модернизирован по программе «KazSat-2».

В 2013 году АО «РЦКС» проведены мероприятия по техническому дооснащению ЦКС «Акколь» в рамках проекта КА «KazSat-3». Мероприятия по модернизации и дооснащению позволили инже-



очистка, умягчение. Решается вопрос газификации объекта. Оборудование котельной позволяет осуществить замену типа топлива с дизельного на газ. Техника полностью автоматизирована, управляется централизованно. Есть датчики температуры наружного воздуха и в соответствии с ней поддерживается необходимый режим в помещениях».

О технике

— «Аппаратная выполнена в классическом стиле всех аппаратных — стойки с оборудованием, противопожарные системы, прецизионное кондиционирование.

Первый ряд стоек — стойки управления антенной KazSat-2 — контроллер целеу-

казания и контроллер системы обогрева антенны. Далее — машины управления спутником: производится измерение расстояния до спутника, отправка команд на борт, прием телеметрической информации.

Имеются два рубидиевых генератора эталонной частоты — т.н. часы, точность которых не хуже 10-11, т.е. уход часов на 1 секунду произойдет за три-четыре года работы, плюс постоянная коррекция по системам GPS и ГЛОНАСС.

Есть своя метеостанция, дающая все показания — температура воздуха, давление, влажность, скорость и направление ветра. Они нужны баллистикам для корректировки измерений расстояния до спутника. В зависимости от

состояния атмосферы сигнал проходит с различной скоростью, поэтому метеоданные позволяют уточнить результат. Это все, что касается KazSat-2.

Другой ряд стоек — стойки командно-измерительной системы спутника KazSat-3. Недавно прошли летно-космические испытания и начал работать KazSat-3. Он включает кластер баз данных и серверов, систему приема и передачи команд на KazSat-3, контроллеры целеуказаний и обогрева антенны, анализатор спектра.

Мировая практика показывает — кончается срок жизни борта, готовится и запускается идентичный спутник на ту же точку стояния, и, как правило, он проектируется таким образом, чтобы назем-



ный комплекс принципиально не менялся, хотя у нас предусмотрены возможности для модернизации и расширения — место есть.

При организации дежурства на РНКУ учтен человеческий фактор. По регламенту предусмотрено: каждые 3 часа обход, проверка основных параметров функционирования технологических систем РНКУ. Так организовано круглосуточное дежурство специалистов РНКУ. Специалисты на РНКУ у нас молодые, все граждане Казахстана, имеют высшее техническое образование, прошли переподготовку по тематике Республиканского центра космической связи и практическую стажировку на основном НКУ. ■

нерно-технический персоналу ЦКС «Акколь» успешно управлять двумя спутниками одновременно.

Резервный наземный комплекс управления ЦКС «Коктерек» вблизи г.Алматы.

В продолжение развития наземной инфраструктуры КСС «KazSat» в период с апреля 2011 года по июнь 2013 года АО «РЦКС» были проведены мероприятия по созданию резервного наземного комплекса управления в Илийском районе Алматинской области ЦКС «Коктерек».

ЦКС «Коктерек» введен в эксплуатацию 28 июня 2013года и является полным аналогом ЦКС «Акколь». Также в июне 2013 года на объекте были проведены работы по его техническому оснащению в рамках проекта «KazSat-3».

В настоящее время ЦКС «Коктерек» готов в полном объеме принять на себя все работы по управлению и мониторингу КА «KazSat-2» и «KazSat-3» в случае такой необходимости.

В ближайшем будущем на базе ЦКС «Коктерек» планируется создание Телепорта в целях организации мультисервисных услуг как для отечественных, так и зарубежных операторов спутниковой связи путем организации каналов связи через телекоммуникационные спутники.

**-Компания TAS на сегодняшний день является одним из мировых лидеров по разработке и созданию Бортовых радиотехнических комплексов (БРТК) для спутников связи и вещания*

***-Общая транспондерная емкость казахстанской группировки (КСС) серии «KazSat» составит 2 160 МГц.*



Таинственный «Луч»

Сотрудники редакции журнала «Космические исследования и технологии» — частые гости на космодроме Байконур. Иногда удается посетить

и пуски. Но желание понаблюдать за сентябрьским запуском аппарата двойного назначения «Луч» с самого начала столкнулось с режимными ограничениями. Пресс-служба Роскосмоса,

столь любезно организовавшая участие в старте экипажа «Союз ТМА-14М», расписалась в бессилии — на старт «Протона» пресса не аккредитуется. До последнего момента было неяс-



но, станем ли мы участниками первого после майского фальстарта «Протона» пуска.

Нас выручила одна из самых уважаемых организаций Байконура — Международная космическая школа имени Челомея, точнее ее директор — Шаталов Дмитрий Александрович. По его распоряжению мы стали пассажирами школьного автобуса, доставившего вместе с нами детей — уче-

ников и стажеров школы на наблюдательный пункт площадки 81, на левом фланге. Авторитета Дмитрия Александровича, настоящего патриота Байконура, было вполне достаточно для решения всех формальностей.

Ночной старт тяжелого «Протона» — зрелище феерическое. Учитывая расстояние до стартового стола, всегда замечаешь сначала свет от работы дви-



гателей и у уже позже нарастающий рокот улетающей ракеты. Отработала первая ступень, еще несколько минут было видно яркую звезду. «Луч» вышел на целевую орбиту.

До конца 2014 года запланировано еще несколько пусков «Протона». Мы надеемся, что период неудач этой выдающейся ракеты позади, и все будет проходить в штатном режиме.

Подготовка пуска

В соответствии с графиком в монтажно-испытательном корпусе площадки 92-50 специалисты ФГУП «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева» и других предприятий ракетно-космической промышленности провели операции по автономной проверке ракеты-носителя, разгонного блока, космического аппарата, головного обтекателя для последующей сборки в составе РКН. До этого специалисты ГКНПЦ им. М.В. Хруничева провели технологические операции по проверке и сборке блоков ракеты-носителя и завершили комплексные испытания «пакета» из трех ступеней РН «Протон-М». Были также завершены функциональные и электрические проверки разгонного блока «Бриз-М», выполнена заправка баков высокого давления компонентами топлива.





В воскресенье 21 сентября на космодроме Байконур начались заключительные операции по подготовке ракеты космического назначения (РКН) «Протон» с разгонным блоком «Бриз-М» и российским космическим аппаратом «Луч» к вывозу с технического комплекса на стартовую площадку. Затем РКН доставили из монтажно-испытательного корпуса 92-А50 на технологическую заправочную площадку (ТЗП), где в тот же день началась заправка баков низкого давления разгонного блока.

На ТЗП «Протон» по циклу подготовки находится два дня на время заправки «Бриза-М» компонентами топлива. Операции на ТЗП завершают работы с РКН «Протон», запланированные на техническом комплексе.

Затем после решения Государственной комиссии был осуществлен вывоз ракеты на стартовый комплекс.

Ночной старт

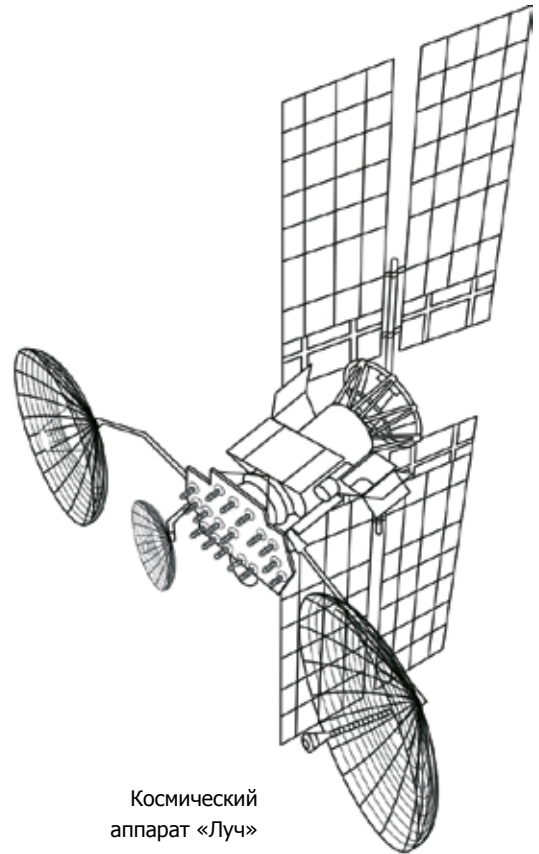
Пуск ракеты космического назначения (РКН) «Протон-М» с разгонным блоком «Бриз-М» и спутником-ретранслятором «Луч» состоялся 28 сентября. Это пятый космический запуск 2014 года с использованием РН «Протон». В 9 часов 26 минут по московскому времени спутник отделился от разгонного блока и вышел на расчетную орбиту. С этого момента специалисты «ИСС имени М.Ф. Решетнева» приступили к управлению спутником. В ходе сеансов связи, установленных с космическим аппаратом, были проконтролированы процессы

ориентации на Солнце и раскрытия панелей солнечной батареи. Затем — раскрытие антенн и ориентация на Землю. В настоящее время решетневцы осуществляют проведение летных испытаний спутника «Луч», после чего он будет введен в эксплуатацию.

О спутнике «Луч»

Космический аппарат «Луч» разработан и изготовлен ОАО «Информационные спутниковые системы им. академика М.Ф. Решетнева». Данные спутники являются составными элементами многофункциональной космической системы ретрансляции, создаваемой в рамках Федеральной космической программы России на 2006-2015 годы.

Система предназначена для обеспечения связью рос-



Космический аппарат «Луч» первого поколения

сийского сегмента Международной космической станции, низкоорбитальных космических аппаратов, ракет-носителей, разгонных блоков с наземными станциями.

Разработка «Многофункциональной Космической Системы Ретрансляции (МКСР) «Луч» была включена в Федеральную космическую программу России на 2006—2015 годы. Система строится с использованием геостационарных спутников-ретрансляторов Луч-5А, Луч-5Б и Луч-5В.

КА «Луч» будут принимать от них информацию (как телеметрическую, так и целевую) на участках полета, находящихся вне зон видимости с территории России и ретранслировать ее в режиме реального времени на российские земные станции. В то же

время будет обеспечена возможность передачи команд управления на эти космические аппараты.

Оператором МКСР «Луч» является ОАО «Спутниковая система Гонец».

В первую очередь, система МКСР будет обслуживать российский сегмент Международной космической станции. В настоящее время российский сегмент международной космической станции может напрямую взаимодействовать с ЦУПами в течение около 2,5 часов в сутки. Для связи в остальное время Россия покупает услуги американской системы TDRSS (Tracking and Data Relay Satellite System), аналогичной МКСР[1].

МКСР «Луч» унаследовала точки стояния на геостационарной орбите от системы

«Альтаир»: 16° з. д. над Атлантикой, 95° в. д. над Индийским океаном и 167° в. д. над Тихим океаном. В зоне их видимости будет находиться вся поверхность планеты за исключением полярных и приполярных областей. Таким образом, КА будут иметь возможность взаимодействовать с ЦУПами, расположенными на территории России, почти 100 % времени.

- Обмен информацией различного вида, в том числе телевизионной;

- Ретрансляция телеметрической информации от ракеты-носителя, разгонных блоков и других объектов ракетно-космической техники;

- Ретрансляция сигналов «Вызов НКУ» от НКА;

- Ретрансляция информации целевого назначения от НКА;



«Луч-5А»



- Ретрансляция информации от автоматических станций гидрометеорологической системы Росгидромета;
- Ретрансляция сигналов автоматических радиобуев международной системы спасения «КОСПАС-САРСАТ»;
- Ретрансляция корректирующих сигналов для глобальной навигационной системы ГЛОНАСС.

МКСР «Луч» предусматривает установку специальных ретрансляторов для российской системы дифференциальной системы коррекции и мониторинга (СДКМ). Через эти ретрансляторы со специальных земных опорных



станций будут передаваться дифференциальные поправки к измерениям, которые осуществляются по спутникам системы ГЛОНАСС. Это позволит увеличить точность измерения сигнала ГЛОНАСС до сантиметров на расстоянии до 200—400 км от станций коррекции (двухчастотные приемники) и до 1,5 — 3 метров на территории России. В то же время передается информация о целостности и качестве работы самих навигационных космических аппаратов. Это имеет большое значение для высокоскоростных потребителей (например, гражданская авиация).



«Луч-2» (Гелиос)

Ночной полет на орбиту

Нурлан АСЕЛКАН

шеф-редактор журнала

«Космические исследования и технологии»



Поднятие флагов у гостиницы «Космонавт»

Основной целью поездки сотрудников редакции «Космических исследований и технологий» на Байконур было участие в финальной фазе подготовки к старту сорок первой международной экспедиции на МКС. Экспедиция как бы очередная и вместе с тем нерядовая — впервые после полетов Елены Кондаковой в середине 90-х, в космос летит россиянка — Елена Серова.

Космодром видел много экипажей с представительницами прекрасного пола, но все последние годы они были иностранками. Существует много разных точек зрения на «космическую» активность женщин. Некоторые считают это неоправданным риском и составным элементом шоу. Но большинство все-таки исходят из того, что освоение космоса —



дело всего человечества и оно должно быть представлено без изъятий по половому или иному принципу.

Пресс-секретарь руководителя Роскосмоса Ирина Зубарева и представитель пресс-службы Игорь Затула оперативно организовали нам участие в трех основных мероприятиях стартового дня: выход экипажа из гостиницы «Космонавт»; одевание скафандров и доклад председателю Государственной комиссии, наблюдение за стартом с площадки № 2 космодрома.

25 сентября в 19.30 по местному вся журналистская братия собралась у входа в легендарную гостиницу «Космонавт». Здесь проживают основной и дублирующий экипажи, медики, специалисты Центра подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагари-



Проводы экипажа



на. С момента их прибытия в гостинице устанавливается наблюдательный режим, все посторонние контакты воспрещены, космонавты проходят последние тренировки. Одной из важнейших составляющих этого процесса является «примерка» корабля, сначала в тренировочных костюмах, затем в скафандрах. По результатам примерки экипажи высказывают последние пожелания по размещению оборудования и элементов интерьера корабля. Одновременно космонавты проходят медицинские процедуры и занятия на тренажерах. К стартовому дню прибывают

члены семей, родственники экипажей.

Когда ступил вечер, под звуки легендарной песни «Трава у дома твоего» экипаж Союз ТМА-14М в составе Александра Самокутяева, Барри Уилмора и Елены Серовой вышли из ворот гостиницы и направились к автобусу с надписью «Звездный». Старина «ЛАЗ» до сих пор в строю, надежно доставляет экипажи на старт. Короткая процедура фотографирования и вся кавалькада двинулась на площадку №254, где хозяин — ракетно-космическая корпорация «Энергия». Здесь пройдет одевание скафандров и осуществят последние проверки. Не менее

двух часов заняли эти процедуры и вот экипаж докладывает председателю Государственной комиссии главе Роскосмоса Олегу Остапенко о готовности к полету. Затем снова автобус, он везет теперь непосредственно к ракете на площадку № 1 — «Гагаринский старт».

Провожаящих пригласили посетить музей космодрома и домики Королева и Гагарина, расположенных неподалеку, на 2-й площадке. При каждом новом посещении музея замечаешь новые экспонаты, обновляется также открытая экспозиция, где размещены наиболее крупные образцы ракетно-космической техни-



ки — корабль «Союз», один из летных экземпляров челнока «Буран», водородные двигатели «Энергии» РД-0120, разгонный блок ДМ и др. Внутри Бурана, грузовом отсеке можно увидеть уникальный образец спутника «Гелиос» со сложенными солнечными батареями и антенной. Размах отсека впечатляет, в нем хватает места для спутника, сопутствующего оборудования и целого взвода экскурсантов. Внутри музея большое внимание привлекает рельефная карта космодрома с нанесенными объектами на левом и правом фланге. Обращает внимание размещенная на 110 площадке модель

сверхтяжелого носителя «Вулкан», мечты советских ракетчиков, с полезной нагрузкой в 170 тонн. Во время экскурсии удалось коротко побеседовать с главой Роскосмоса Олегом Остапенко, вручить ему несколько экземпляров журнала.

И вот уже подошло время старта. На наблюдательной площадке тесно, все ждут команды «Пуск». Как всем показалось, была длинная пауза после прекращения дренажа и отхода кабель-мачты. Но вот заблестел огонь, заработали двигатели, осветилось небо. Новый международный экипаж в ясную осеннюю ночь полетел на станцию.

Р.С. Редакция журнала выражает искреннюю благодарность всем, кто содействовал нашему визиту на Байконур, и прежде всего руководству совместного предприятия «Байтерек» Куату Мустафинову и Олегу Балицкому. Их усилиями наши встречи и переговоры на космодроме прошли успешно и плодотворно.

Хроника полета

«С космодрома «Байконур» в 02.25 по времени Астаны стартовал пилотируемый корабль «Союз ТМА-14М» с экипажем на Международную космическую станцию», — сообщили международные теле-



графные агентства с места события в пятницу.

Корабль доставит на МКС международный экипаж в составе россиян Александра Самокутяева, Елены Серовой и американца Барри Уилмора.

Сотрудники редакции
в музее космодрома

Нынешний пилотируемый запуск примечателен тем, что в космический полет отправляется российский космонавт Елена Серова. Она всего четвертая женщина-космонавт в отечественной космонавтике, которой предстоит побывать в космосе.

Экипаж «Тарханы» (позывной корабля «Союз ТМА-14М») проведет в космосе 169 суток. За это время будет выполнена обширная программа из 52 экспериментов. Одним из наиболее интересных будет эксперимент по отслежива-



Ночной «Буран»



нию космических объектов, которые могут двигаться в сторону Земли, а также эксперимент «Визир», который позволяет очень точно по координатам привязать отснятый объект к программам по экологии.

Кроме того, «Тарханы» доставили на МКС символ 16 чемпионата мира по водным видам спорта, которой пройдет в Казани в 2015 году. Специальный цилиндр с капсулой, наполненной водой из реки Казанка, вернется на Землю и

будет передан спортсменам.

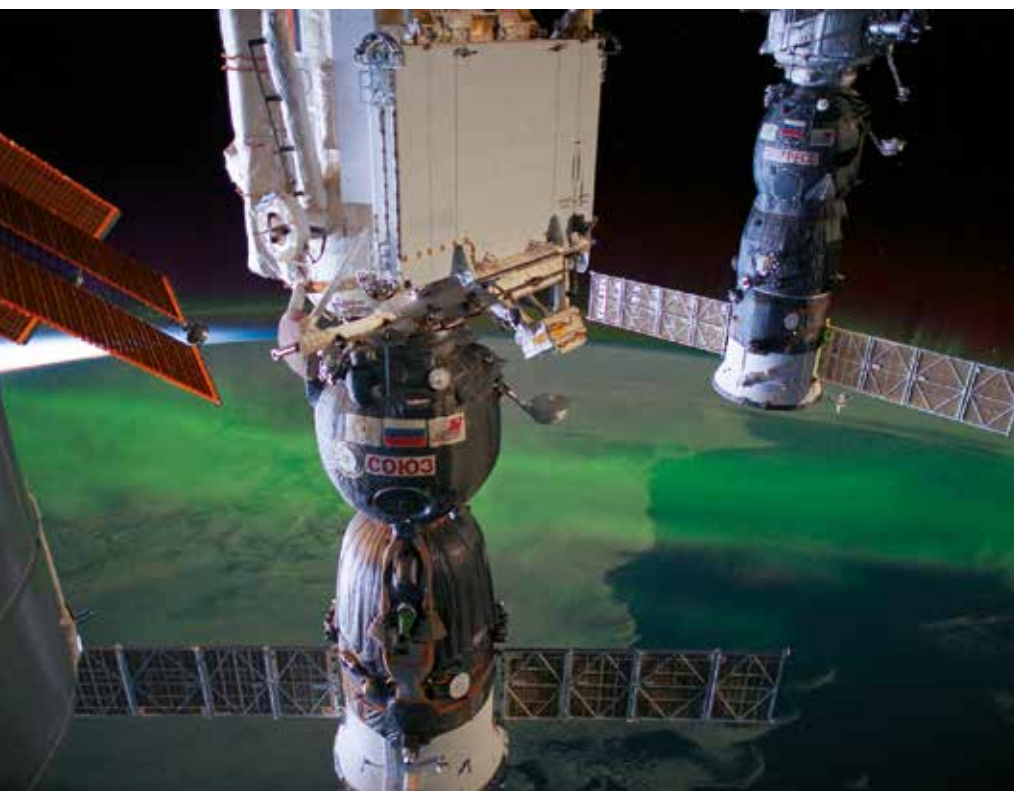
Возвращение на Землю экипажа «Союз ТМА-14М» намечено в марте 2015 года.

Стыковка

Космический корабль «Союз ТМА-14М» в 08.12 при-

Олег Остапенко с молодыми энтузиастами космонавтики





стыковался к малому исследовательскому модулю МИМ-2 («Поиск») в автоматическом режиме. Стыковка корабля с МКС проводилась по так называемой «короткой», четыреххватковой схеме — время подлета составило около шести часов.

Траектория и скорость подлета корабля к международной станции происходили в штатном режиме. Подлетная скорость корабля за 100 м до причаливания составляла 0,6 м/с. В момент стыковки скорость корабля на торможении составляла 0,1 м/с. Касание объектов и захват произошел в 08.12.

Между тем по данным российских СМИ, при полете к МКС одна из двух панелей солнечных батарей на корабле «Союз ТМА-14М» не раскрылась. Причина неполадки пока неизвестна. Чуть позже, после



Женщины в космосе

С начала работы МКС на орбите в 1998 г. на ней побывала 31 женщина-астронавт: 27 из США, по одной из Республики Корея, Канады, Франции и Японии. Женщины участвовали в строительстве станции, работали в составе длительных (основных) экспедиций. Три представительницы США посетили станцию трижды и восемь — дважды, также два раза на МКС летала астронавт из Канады. Астронавты NASA (США) Пегги Уитсон (Peggy Whitson) и Сунита Уильямс (Sunita Williams) были командирами экспедиций МКС-1 и МКС-33 соответственно.

Общее время, проведенное женщинами-астронавтами на МКС, составляет 2007,8 суток. Больше всего времени на станции провела Пегги Уитсон — более 376 суток за два полета. Самый продолжительный полет — 194 суток 18 часов — совершила Сунита Уильямс.

Женщины, посетившие МКС, 25 раз выходили в открытый космос (общая продолжительность выходов — 174 часа 33 минуты). Наибольшее количество выходов совершила Сунита Уильямс — семь (продолжительность — 50 часов 40 минут).

Елена Серова (в отряде космонавтов с 2006 г.) стала четвертой женщиной-космонавтом СССР/России. Первой в мире женщиной, полетевшей в космос 16-19 июня 1963 г., стала Валентина Терешкова на корабле «Восток-6». Светлана Савицкая совершила два полета в 1982 и 1984 гг. и стала первой женщиной, вышедшей в открытый космос 25 июля 1984 г. Елена Кондакова в 1994-1995 гг. провела пять месяцев на орбитальной станции «Мир», в 1997 г. входила в экипаж американского корабля «Atlantis», до 1996 г. ей принадлежал мировой рекорд по продолжительности полета среди женщин.

В настоящее время в российский отряд космонавтов входят две женщины — Елена Серова и Анна Кикина.

Всего в космосе побывали 58 женщин, в том числе 45 — гражданки США, четыре — СССР/России, две — Канады, две — Японии, две — Китая и по одной — от Великобритании, Франции и Республики Корея. Выход в открытый космос совершили 11 женщин: Светлана Савицкая (СССР) и 10 представительниц США.

Мировые рекорды среди женщин принадлежат астронавтам NASA: Пегги Уитсон — по общему времени полета в космос (376 суток 17 часов 22 минуты 41 секунда за два полета), Суните Уильямс — по продолжительности одного полета (194 суток 18 часов 3 минуты 13 секунд) и по суммарному времени выходов в открытый космос (50 часов 40 минут за 7 выходов), а также Сьюзен Хелмс (Susan Helms) — за один выход (8 часов 56 минут). Все рекорды установлены на МКС.

Страны	Число женщин-космонавтов	1 полет	2 полета	3 полета	4 полета	5 полетов
США	45	14	11	8	6	6[1]
Россия/СССР	4	2	2			
Канада	2	1	1			
Япония	2	1	1			
КНР	2	2				
Великобритания	1	1				
Франция	1		1			
Республика Корея	1	1				
8	58	22	16	8	6	6





Сорок первая
экспедиция на МКС:
те, кто летает
и те, кто летит к ним

стыковки панель самопроиз-
вольно открылась.

«Союз ТМА-14М» при-
чал к малому исследова-
тельному модулю (МИМ2)
«Поиск» российского сегмента
(РС) МКС. Процесс сближения
проводился в автоматическом
режиме под контролем специ-
алистов Центра управления по-
летами ФГУП ЦНИИмаш, эки-
пажа ТПК в составе командира
корабля космонавта Роскос-
моса Александра Самокутьева,
бортинженеров — Елены Серо-
вой (Роскосмос) и астронавта
НАСА Барри Уилмора, а также
командира МКС космонавта
Роскосмоса Максима Сураева.

После открытия переход-
ных люков между кораблем и

станцией на МКС начал рабо-
ту экипаж 41/42-й длительной
экспедиции в составе команди-
ра Максима Сураева (Роскос-
мос), бортинженеров Алексан-
дра Самокутьева (Роскосмос),
Елены Серовой (Роскосмос),
Рида Вайзмана (НАСА), Алек-
сандра Герста (ЕКА) и Барри
Уилмора (НАСА).

В соответствии с про-
граммой полетов Междуна-
родной космической стан-
ции во время работы 41/42-й
длительной экспедиции за-
планирована работа с транс-
портными грузовыми ко-
раблями (ТГК) «Прогресс
М-24М», «Прогресс М-25М»,
«Прогресс М-26М», евро-
пейским грузовым кораблем

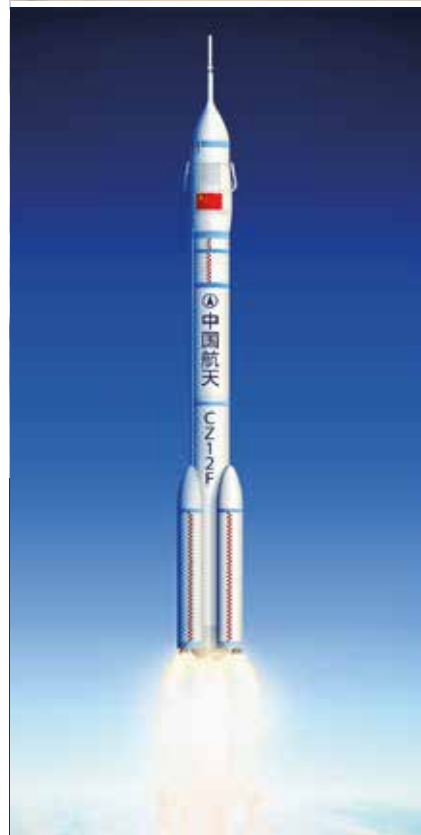
ATV-5 «Georges Lemaître»,
подготовка к возвращению
на Землю трех членов экипа-
жа экспедиции МКС-40/41
на ТПК «Союз ТМА-13М»,
выполнение одного выхода
в открытый космос по рос-
сийской программе, участие
в операциях по управлению
стыковкой корабля «Союз
ТМА-15М» с МКС к малому
исследовательскому модулю
«Рассвет» (МИМ1).

Кроме того, в план работ
входит проведение 52 иссле-
дований и научных экспери-
ментов, а также поддержание
работоспособности станции
и дооснащение МКС оборудо-
ванием, доставленным гру-
зовыми кораблями. ■

Launchers

Приложение к журналу «Космические исследования и технологии»

**КОСМОДРОМЫ
И НОСИТЕЛИ**



**Трудный выбор носителя
Революции не предвидится
Космический экватор**

«Байтерек» выбирает формат



Дмитрий ВОРОНЦОВ,
независимый эксперт в области ракетно-космической техники,
Россия



Итак, свершилось! 9 июля в 15:00 московского времени с космодрома Плесецк стартовала самая первая «Ангара-1.2ПП» — изделие «первого пуска» 14A125-01. Впервые стартовала ракета, полностью созданная в «постсоветской» России. Надо полагать, сведущий и заинтересованный читатель уже знаком с подробностями этого, вне всякого сомнения, исторического со-

бытия, поэтому отметим лишь некоторые особенности пуска.

Целью испытательного полета была проверка работоспособности систем ракеты, стартового комплекса и отработка эксплуатационной документации. Для достижения этих целей выведение какой-либо полезной нагрузки на орбиту не требовалось. Поэтому полет был суборбитальным — он завершился на Камчатке, на полигоне Кура, а место спутника

под головным обтекателем ракеты занял габаритно-весовой макет (ГВМ). Зато сама ракета была скомпонована из двух универсальных ракетных модулей — УРМ-1 и УРМ-2 и головного обтекателя «штатной» РН легкого класса «Ангара-1.2». По сути, ракета первого пуска являлась центральным блоком ракет «Ангара-А3» и «Ангара-А5». Вероятно, впервые в истории ракетостроения в одном полете были отработаны элементы РН легкого, среднего и тяжелого классов.

При всем уважении к техническим подробностям полета и конструкции «Ангары-1.2ПП», все же главный вопрос, который мы хотим обсудить — какое влияние полет «Ангары» окажет на судьбу проекта «Байтерек»?

Еще пару лет назад казалось, что «Байтерек» на основе «Ангары» вряд ли будет реализован. Собственно, именно поэтому была предложена концепция «переформатирования» проекта путем его перевода на другую ракету — российско-украинский «Зенит».

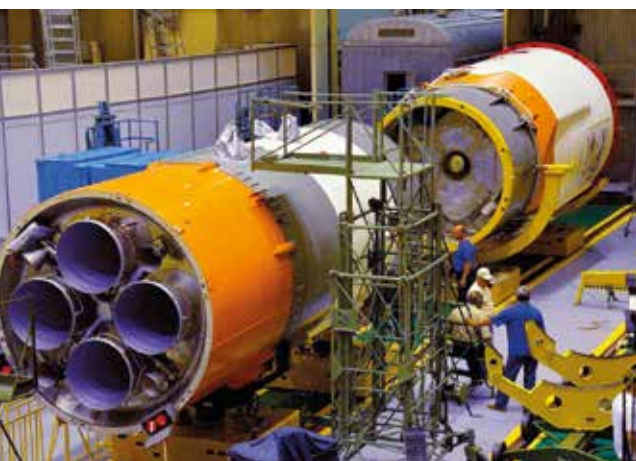
Напомним основные предпосылки такого поворота:

- Затянувшиеся сроки создания ракеты-носителя «Ангара-А5» (она должна стартовать в первый раз лишь в конце текущего года);
- Чрезмерное – в разы – удорожание программы;
- Наличие в эксплуатации освоенного носителя – РН «Зенит-3SLБ» — и действующего стартового комплекса для него;
- Возможность существенного наращивания энергетики «Зенита».

Например, даже в чисто «керсиновом» исполнении (с блоком типа «ДМ») в 2013 г. ракета вывела на геопереходную орбиту спутник Amos-4 массой 4250 кг. Использование криогенного разгонного блока позволило бы носителю сравняться по энергетике с «Протоном-М». При этом затраты на модернизацию ракеты не шли бы ни в какое сравнение с деньгами, необходимыми для реализации «Байтерека» на основе «Ангара-А5».

Но прошло менее двух лет, и ситуация кардинально изменилась. Увы, политические катаклизмы на Украине поставили под большой вопрос о перспективах «Зенита». Как известно, президент Украины П. Порошенко подписал указ о запрете поставок в Россию продукции военного и двойного назначения. Правда, для космической техники гражданского назначения, используемой в том числе в международных проектах, сделано исключение. И, вроде бы, «Зенит» под это исключение подходит. Тем не менее, экономические неурядицы, вызванные кризисом, дают основание сомневаться в способности «Южмаша» производить достаточное количество изделий требуемого качества. Поэтому шансов у «Зенита» стать «Байтереком» — практически, ноль. Жаль, с техниче-





ской точки зрения — это был весьма достойный вариант.

Попробуем оценить, в свете всего вышесказанного, возможные альтернативные конфигурации «Байтерека». При этом мы не ставим целью сделать окончательный выбор варианта — то задача государственных профильных органов.

Вариант первый — «возвращение к истокам». Успешный полет «Ангара-1.2ПП» дает основание рассчитывать и на успех тяжелого носителя, который изначально и был базовым для «Байтерека». Поскольку доказана техническая реализуемость проекта, созданы основы для серийного производства ракет, то разумно рассмотреть возврат к «Ангаре-А5». Увы, решение технических вопросов не сни-

мает экономических проблем: чрезмерная для Казахстана стоимость строительства стартового комплекса явно не уменьшилась за прошедшие годы.

Второй вариант — или, скорее, вариант «1А» — использование в проекте ракеты-носителя «Ангара-А3». Из-за отсутствия в ней двух УРМ-1 стоимость производства этой ракеты будет заметно ниже, чем у «Пятерки». А как же более низкая грузоподъемность? Эта проблема решается точно так же, как и с «Зенитом» — применением криогенного разгонного блока. Благо, что таковой предусмотрен для «Ангара-А3» — это разгонный блок КВСК («Кислородно-водородный среднего класса»). Согласно официальным данным Центра Хруничева, при старте из Плесецка, «Ангара-А3» с КВСК способна вывести на ГПО около 3.6 т. При старте из Байконура грузоподъемность на геопереходной орбите будет существенно выше, что позволит рассчитывать на коммерческую привлекательность проекта. Вкладом Казахстана могло бы стать, в том числе, долевое финансирование разработки КВСК.

Увы, у данного варианта те же недостатки, что и у первого — высокая стоимость создания СК. В принципе, учитывая схожесть массовых характеристик и меньший уровень тяги, чем у «Зенита», можно рассмотреть вариант переделки «зенитовского» старта. Но отличия в компоновке этих двух ракет, вероятно, потребуют больших переделок СК, и стоимость такой реконструкции вряд ли окажется ниже той, что была озвучена по «Байтереку» (свыше 1 млрд \$). К тому же трудно предположить, что Россия сможет одновременно строить стартовые комплексы «Ангара» на Байконуре и Восточном (здесь планируется иметь две пусковые установки).

Сам собой напрашивается вывод, что реальность «Байтерека» напрямую связана с использованием какого-либо стартового комплекса из числа уже имеющихся. Таковых на Байконуре, по большому счету, три: СК «Союза», «Протона» и «Зенита», а также УКСС. Но и этого недостаточно, необходимо, чтобы доработки комплекса сводились к минимальным переделкам. Также желательно иметь уже готовую ракету или проект, легко приспособляемый к имеющимся СК. В противном случае получим очередной долгострой, который, подобно черной дыре, будет поглощать финансовые и материальные ресурсы. Значит, УКСС и стартовый комплекс «Протона», скорее всего, отпадают. Их надо серьезно переоборудовать под имеющиеся ракеты. Или, напротив, придется делать новые ракеты под имеющиеся стартовые комплексы.

С учетом данных ограничений проступают контуры еще нескольких возможных вариантов. Продолжим, в порядке начатой нумерации.

Вариант три. Предположим, что в силу сложившихся обстоятельств, Россия решила создать носитель среднего класса, аналогичный «Зениту». Все технические предпосылки для этого имеются: двигатель РД-171М производится в Химках, имеются производственные мощности нескольких ракетных заводов, систему управления также есть где разработать и изготовить. Вопрос с двигателем второй ступени (взамен производимого на Украине РД-120) также решаемый. Например, один двигатель РД-120 можно заменить двумя разрабатываемыми в КБХА однокамерными движками РД0125. В принципе, о возможности воспроизведения «Зенита» в России заявлялось уже неоднократно.



Ангара-1 РН легкого класса



Ангара-3 РН среднего класса



Ангара-5 РН тяжелого класса

Достаточно вспомнить проект «Энергия К» от РКК «Энергия». У этого варианта несколько достоинств. Во-первых, проект заведомо реализуем технически. Во-вторых, в нем имеется ниша для Казахстана: можно поучаствовать как в финансировании, так и в проектных работах. Минус один, но очень большой: деньги. Даже простое воспроизведение «Зенита» потребует значительных средств. Но если проект «потянет» на сумму более 1 млрд \$, возникает закономерный вопрос: а не лучше ли вернуться к варианту №1 — исходному «Байтереку» с «Ангарой-А5»?

Четвертый вариант — попытаться приспособить к СК «Зенита» моноблочную «Ангару-1.2». При желании переделки комплекса можно свести

к созданию переходных интерфейсов «земля-борт», что, возможно, будет не слишком дорого. Проблема в другом — использование ракеты легкого класса ограничивает всю коммерцию запусками нескольких спутников ДЗЗ в год. Это не тот масштаб бизнеса, из-за которого стоит затевать новый проект. Можно, конечно, рассмотреть вариант использования навесных твердотопливных ускорителей, но это даст нам примерный аналог РН «Союз» по грузоподъемности. При этом снова встанет вопрос: сколько будет стоить разработка ускорителей и их эксплуатация? В общем, скорее всего, «овчинка выделки не стоит». Зато стоит рассмотреть вариант с «Союзом», если уж мы его вспомнили.

Итак, вариант номер пять — использование в проекте «Байтерек» «Союза-2». На первый взгляд — нелепейшее предложение: с чем может Казахстан участвовать в старом, стабильном проекте, где все, кажется, отработано до мелочей? Тем не менее, на наш взгляд, здесь есть, над чем подумать. Давайте рассуждать.

Сейчас в комплексе «Союз» используется разгонный блок «Фрегат», работающий на токсичных компонентах. А если его заменить на верхнюю ступень на экологически более чистую, да еще и энергетически более эффективную? Известно, что несколько лет назад самарский Центр «ЦСКБ-Прогресс» (ныне — ОАО «РКЦ «Прогресс») работал над проектом криогенного разгонного блока



«Дельфин», использующего жидкий кислород и жидкий водород. Работы, насколько известно, заморожены, но почему бы не подумать об их возрождении? Если с «Фрегатом» «Союз-2» доставляет на ГПО в лучшем случае однотонный

спутник, то использование криогенного разгонника примерно удвоит полезную нагрузку. А это уже шанс занять определенную нишу в сегменте запусков легких («полностью электрических», т.е. использующих только электроракетные двигатели) спутников.

Возможна и разработка более традиционного кислородно-керосинового разгонного блока, что-то вроде продвинутой версии блока «Л». Кстати, в 1990-2000-х гг. в РКК «Энергия» уже рассматривались такие идеи, воплощенные в проектах РБ «ЛМ», «Таймыр», «Прорыв», «Импульс» и «Корвет». Правда, они так и не вышли из «бумажной» стадии проектирования, но определенный задел остался. Создание такого разгонного блока может обеспечить выведение на геостационар спутника массой до 1,35 т.

Наконец, почему бы не разработать для «Союза-2» кислородно-метановый разгонный блок. По оценкам специалистов такое решение по энергетике сопоставимо с применением кислородно-водородных верхних ступеней: удельный импульс у метанового ЖРД, конечно, ниже, зато плотность топлива выше, а значит, меньше масса конструкции. Метановый разгонный блок позволит решить еще ряд задач, кроме повышения грузоподъемности «Союза». В частности, «Казахстан» может приобщиться к высоким технологиям. Кроме того, метановый разгонный блок может стать «мостиком» между «Союзом-2» и «Союзом-5». Если последний будет принят к полномасштабной разработке, то появится шанс эксплуатировать новую ракету не только с Восточного, но и с Байконура. Ведь на последнем уже будет существовать соответствующая инфраструктура, а также будет накоплен опыт работы

с жидким метаном (или сжиженным природным газом).

Роль Казахстана в этом проекте может быть весьма внушительной: финансирование разработки разгонного блока; участие в проектировании как разгонного блока, так и наземной инфраструктуры; поставка природного газа. Вариант с «Союзом» хорош еще и тем, что есть возможность вовлечь в проект и легкую ракету «Союз-2.1в». Расширение охвата полезных нагрузок может благотворно сказаться на эффективности всего проекта.

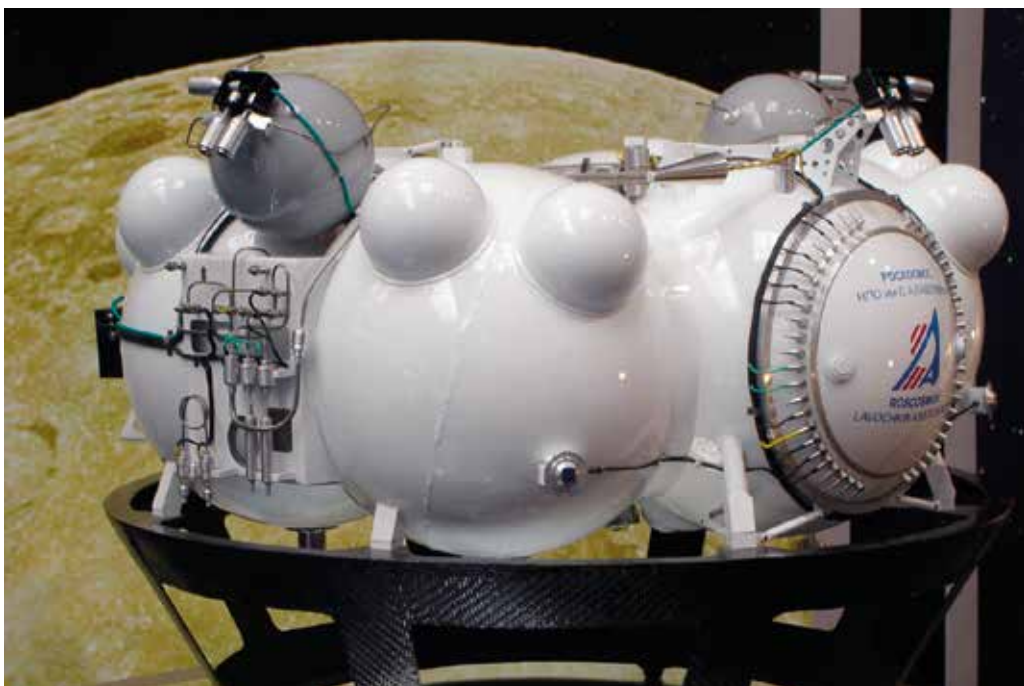
В общем, для «Байтерека» есть будущее: есть из чего выбирать. Но проблема упирается ведь не только в технику и деньги. Давайте взглянем на нее шире. Когда десять лет назад затевался проект «Байтерек» ситуация была кардинально иной. Россия контролировала значительную часть рынка коммерческих запусков геостационарных спутников. Тогда не было украинского кризиса, западных санкций, не было и такого конкурента, как РН Falcon 9. Не было никаких намеков на космодром Восточный. Тогда, наверняка казалось, что стоит заменить «Протон-М» «Ангарой», как денежки рекой потекут учредителям проекта.

Сейчас мир изменился. Не исключено, из-за политических проблем и санкций, будет сокращаться контролируемая Россией доля пускового рынка. Начнет работать Восточный, и с Байконура будет меньше осуществляться стартов. В этих условиях рассчитывать на большие доходы не стоит. Поэтому Казахстан должен четко определиться со своими целями в области ракетно-космической техники. Если он ждет коммерческой выгоды, то вряд ли здесь можно получить большие дивиденды. Иное дело — создание основ

отечественной ракетно-космической промышленности, подготовка национальных кадров, решение задач в интересах национальной обороны, науки и технологий. Это совсем другая постановка задачи, на решение которой гораздо меньшее влияние оказывают такие факторы, как энергетика носителя, наличие или отсутствие коммерческих заказов. В этом случае возможность заработать на космическом извозе — не более чем приятный бонус.

В данном случае в качестве основы для проекта лучше выбрать носитель, не сулящий больших технических рисков и обеспеченный наземной инфраструктурой. Здесь, как раз, наилучшими выглядят позиции РН «Союз». Кроме упоминавшихся выше задач, Казахстан может здесь принять участие и в производстве некоторых компонентов космического комплекса. В частности, речь может идти об изготовлении адаптеров полезной нагрузки (ПН), отдельных элементов конструкции разгонных блоков, а также изделий для наземной инфраструктуры. Например, производство адаптеров ПН позволит освоить передовые технологии изготовления композитных конструкций. Кстати, в перспективе, можно вести речь об изготовлении на Байконуре крупногабаритных головных обтекателей из композитов. Сейчас обтекатели диаметром свыше 4.1 м пришлось бы транспортировать из России на транспортных самолетах, либо дополнительно делить их на транспортабельные части при перевозке по железной дороге. Производство на месте снимает все транспортные ограничения.

По большому счету, по второму пути идут все космические державы, для которых ракетно-космическая техника — в первую очередь инструмент наци-



онального суверенитета, и лишь во вторую — источник заработка. Здесь уместно в качестве примера рассмотреть Аргентину, которая недавно осуществила первый пуск экспериментального образца первой ступени прототипа национального легкого но-

сителя Tronador. Эта небольшая ракета предназначена, в первую очередь, для запуска научных космических аппаратов и спутников ДЗЗ в национальных интересах. Аналогичные проекты развивают Южная Корея, Бразилия, Израиль. ■

Средства выведения: состояние и перспективы

Дмитрий ВОРОНЦОВ,

независимый эксперт в области ракетно-космической техники,
Россия



Два года назад в статье «Космические носители: на пути к совершенству» были рассмотрены основные направления повышения эффективности средств выведения, в основном, традиционной схемы. При этом «за кадром» остался вопрос: «А что, кроме обычных ракет-носителей, может предложить наука и техника. Если не сегодня, то в ближайшей перспективе?»

Отбросив фантастические средства передвижения, вроде фотонных звездолетов и телепортаторов, а также экзотику,

наподобие ракет с термоядерным или лазерным двигателем, электромагнитных пушек, «петли Лофстрома» или космического лифта, рассмотрим более привычные нам средства выведения, основанные на использовании реактивного принципа движения. Оговоримся сразу: наверное, многое из этих фантастических или полуфантастических идей технически реализуемо. Но не сейчас, а в достаточно туманном будущем. Вспомним, что наука обещает «обуздать» термоядерный синтез уже шесть десятилетий. А «воз и ныне там». И до практического при-

менения термояда, хотя бы на земле, дойдет еще не скоро.

Итак, что может заменить или дополнить классические одноразовые носители? Вариантов не так уж и много: частично или полностью многоразовые ракетные и воздушно-космические системы. Вот их и рассмотрим в первую очередь.

Идея многократного использования ракетной матчасти не является чем-то новым. Более того, на заре практической космонавтики средства выведения мыслились чем-то вроде продвинутого самолета, у которого увеличены высота



и скорость полета. В общем-то, все транспортные средства тех времен были многоразовыми. Вряд ли кому-то приходила в голову идея, что можно «сжечь» многотонный аппарат лишь для того, чтобы единственный раз доставить на орбиту спутник. Тем не менее, современное ракетостроение во многом выросло из артиллерии, где снаряд был изделием однократного применения. В условиях начавшейся ракетной, а затем и космической гонки, концепция одноразовой ракеты оказалась привлекательнее, как с точки зрения

сроков реализации, так и затрат на создание.

Между тем, рост космической активности в 1960-е годы привел к возрождению идеи многоразовых систем. Именно тогда были сформулированы технические концепции, по сути, неизменные и сегодня: многоразовые ракетно-космические (МРКС) и авиационно-космические (АКС) системы. В упрощенном виде, первые представляют собой вертикально или горизонтально стартующие аппараты, оснащенные ракетными двигателями. В случае АКС речь идет о летательных

аппаратах самолетного типа, использующих на некоторых этапах полета воздушно-реактивные двигатели. При этом, МРКС считались неким переходным типом систем на пути к АКС. Идеальным средством выведения до сих пор многими экспертами считается одноступенчатый воздушно-космический самолет. С этой концепции и начнем.

... Стремительная крылатая машина исполинских размеров с небольшим треугольным крылом быстро разбегаются по взлетно-посадочной полосе. Мощные дви-



гатели с оглушительным ревом уносят ее ввысь. Аппарат пронзает атмосферу, на границе которой в дело вступают ракетные двигатели, выводящие его на орбиту. Выполнив свою миссию, машина сходит с орбиты и, выполнив планирующий полет, возвращается на аэродром старта. Примерно так виделся типовой полет одноступенчатого воздушно-космического самолета. Концепция — простейшая, идеальная с точки зрения эксплуатации: никаких зон отчуждения (нет отделяемых частей), никаких циклопических сооружений космодрома.

Однако за простотой замысла ВКС скрываются сложнейшие проблемы. Самые главные из них: создание многорежимной двигательной установки, работающей от взлета и до выведения на орбиту, а также планера, чья конструкция, выдерживая механические и

тепловые нагрузки гиперзвукового полета, должна быть весьма легкой. Эти две проблемы и являются препятствием к технической реализации ВКС. До сих пор они не разрешены. Например, США дважды — в проекте *Aerospaceplane* (конец 1950 — середина 1960-х гг.) и *NASP* (середина 1980 — середина 1990-х гг.) — пытались реализовать проекты ВКС. Однако американские инженеры и ученые уперлись в технические, технологические и финансовые трудности, и проекты были закрыты. Аналогичные идеи рассматривались и в СССР. Вспомним хотя бы проект МГ-19 «Гурколет», который проектировался в КБ В.М. Мясищева в 1974-80 гг.

Более легкой для технической реализации представляется идея двухступенчатой АКС. Ее идея тоже проста: для взлета и первоначального разгона используется ступень са-

молетного типа, оснащенная воздушно-реактивными двигателями. Вторая ступень — многоразовая крылатая ракета, обеспечивающая выведение полезной нагрузки на орбиту. В качестве первой ступени могут использоваться до-, сверх- или гиперзвуковые самолеты-разгонщики. Чем выше скорость разделения ступеней, тем меньше топлива нужно нести на борту, ведь все большую часть рабочего тела будет составлять атмосферный воздух. Однако, одновременно нарастают все те же проблемы: нагрев конструкции и усложнение двигательной установки. В целом двухступенчатые АКС могут быть эффективнее одноступенчатых ВКС, однако по сложности во все им не уступают.

Одним из основных технических противоречий АКС является использование атмосферного воздуха для создания подъемной силы и питания



двигателей. С одной стороны — то благо: уменьшается потребная масса топлива и взлетная тяга. Поэтому выгодно совершать длительный полет в атмосфере. С другой стороны, полет в атмосфере влечет рост аэродинамических потерь, нагрев конструкции и рост механических нагрузок. Значит, надо как можно быстрее преодолеть атмосферу. Оптимальное разрешение этого противоречия в рамках концепции АКС невозможно в рамках современных технологий. А это значит, что на проектирование, создание и производство АКС надо тратить колоссальные средства — примерно на порядок (а то и более) больше, чем на одноразовые РН равной грузоподъемности.

Указанное противоречие можно отчасти решить в МРКС. Эти системы, особенно вертикального старта, в силу особенностей работы ЖРД (большие

секундные расходы и отсутствие необходимости использования забортного кислорода), быстро преодолевают атмосферу, а крылья, в основном, используют при спуске. Теоретически, из-за более низкого удельного импульса ЖРД по сравнению с воздушно-реактивными двигателями, МРКС должны существенно уступать АКС. На самом деле, разница в эффективности (например, в относительной массе полезного груза) между этими системами невелика. Пониженная эффективность двигательной установки МРКС компенсируется более легкой конструкцией. Приведем пример. Для горизонтально стартовой АКС взлетной массой 300 т требуется крыло площадью примерно 600 кв. м., и его масса составит около 24...30 тонн. В вертикально стартовой системе крыло нужно только для возвращения пустой ступени к месту старта. Например, для



первой ступени стартовой массой 300 т, масса после сжигания топлива составит 60 т, потребная площадь крыла 120 кв.м., а масса около 4.8...6 тонн. Почувствуйте разницу!

Однако и МРКС — не панацея. Одноступенчатую ракетную систему многократного использования создать не легче, чем ВКС — недостаточна эффективность ЖРД, а требования к массовым характеристикам не менее жесткие, чем для авиационно-космических систем. Для двухступенчатой МРКС все упрощается, но стоимость разработки остается очень высокой. К примеру, известный немецкий специалист в области ракетной техники доктор Д.Е. Келе оценил стоимость разработки многоразовой крылатой пилотируемой ступени вдвое выше одноразовой ступени той же сухой массы.

Тем не менее, технические трудности создания АКС



и МРКС вполне преодолимы. Весь вопрос — в цене этих усилий. Будет ли многоразовая система экономически эффективней одноразовой? Попробуем прикинуть, как говорится, «на пальцах». Согласно доктору Келе, стоимость разработки многоразовой системы вдвое выше, а стоимость производства в 5...10, раз чем одноразовой равной сухой массы. Предположим, для РН с массой полезного груза 10 т стоимость разработки составляет 1 млрд \$, а стоимость производства 50 млн \$. Причем, по мере серийного производства эта стоимость снижается. Многоразовая ракета той же сухой массы выведет на орбиту примерно вдвое меньший груз, стоимость ее разработки составит 2 млрд \$, а стоимость изготовления 500 млн \$. При этом для многоразовой системы требуется проводить ремонтно-восстановительные работы. Их стоимость может составить примерно 10% от стоимости изготовления — то примерно 50 млн \$. При этом, из-за кратности использования серийность МРКС будет на порядок-два ниже, чем у РН и ощутимого

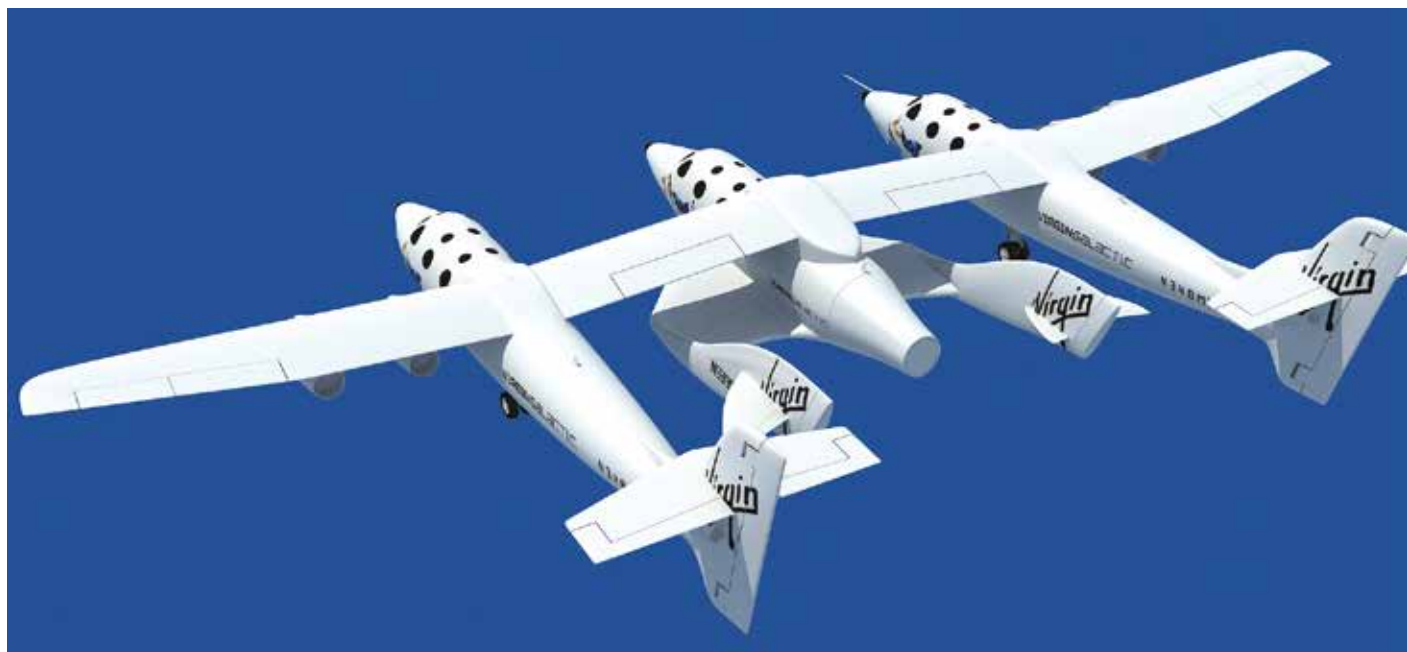
снижения стоимости производства при столь малой серии не просматривается.

Предположим, каждая система должна выполнить 100 полетов, причем у МРКС ресурс как раз составляет 100 взлетов и посадок. Тогда стоимость одного полета для РН составит $50 + 1000/100 = 60$ млн \$. Удельная стоимость выведения, соответственно, $60000000/10000 = 6000$ \$/кг. Для МРКС стоимость одного полета составит $2000/100 + 500/100 + 50 = 75$ млн \$. Удельная стоимость выведения $75000000/5000 = 15000$ \$. Даже если стоимость ремонтно-восстановительных работ получится снизить в 10 раз, то это лишь уравнивает удельные стоимости выведения. И если требуется выполнить по 10 полетов в год, то МРКС и через 10 лет не станет экономически эффективнее одноразовой ракеты. Вспомнив, что АКС еще дороже в производстве и разработке, чем МРКС, мы поймем, почему же авиационно-космические системы не бороздят просторы Вселенной!

Разумеется, при увеличении частоты запусков картина может поменяться в пользу МРКС.

Именно этим обстоятельством объясняется неудержимый энтузиазм сторонников многоразовых систем в середине 1960-х. Ведь тогда среднегодовое количество пусков прогнозировалось на уровне 200-300 полетов только в США! Увы, прогнозы не сбылись, и для классических задач (связь, ДЗЗ, разведка, наука) нет никаких оснований ожидать существенного увеличения этого показателя. Неужели для многоразовых систем все так печально? Не будем скептиками и пессимистами, не все так безнадежно.

Во-первых, в качестве компромисса можно рассмотреть частично многоразовые системы, пример которых демонстрирует МРКС-1 – проект от Центра Хруничева. В чем замысел? Как известно, первая ступень ракетной системы обеспечивает примерно треть приращения скорости. Но на нее же приходится примерно 70...90% массы и примерно столько же стоимости ракеты. Если сделать первую ступень возвращаемой к месту старта, то можно получить важный бонус: отсутствие зон отчуждения (а они сейчас дороги) и,



как следствие, всеизмута-льность пусков. При этом затраты на обеспечение много-разовости будут не слишком велики. Хотя бы потому, что ступень не разгоняется до больших гиперзвуковых скоростей, и для нее не требуется мощная теплозащита. Вторая одноразовая ступень, обладая высоким массовым совершенством, обеспечивает существенную компенсацию потери грузоподъемности. В этом случае, частично многоразовая система может по экономической эффективности быстро догнать одноразовые РН даже при умеренной частоте пусков.

Во-вторых, наметилась тенденция, проводником которой стала американская компания SpaceX, ухода от сложных крылатых схем к баллистическим. Идеи многоразовых ракетных систем вертикального взлета и посадки родились давно. Еще в 1960-х г. американский инженер Боно внес вполне внятные технические концепции на эту тему. Эксперименты ракеты DC-X Delta Clipper в середине 1990-х гг. показали реализуемость данных идей. Замена тяжелого и доро-

гого крыла дешевым топливом для обеспечения маневров возврата и посадки сулит снижение стоимости многоразовых систем при приемлемом уровне снижения массовой отдачи. Это шанс для МРКС.

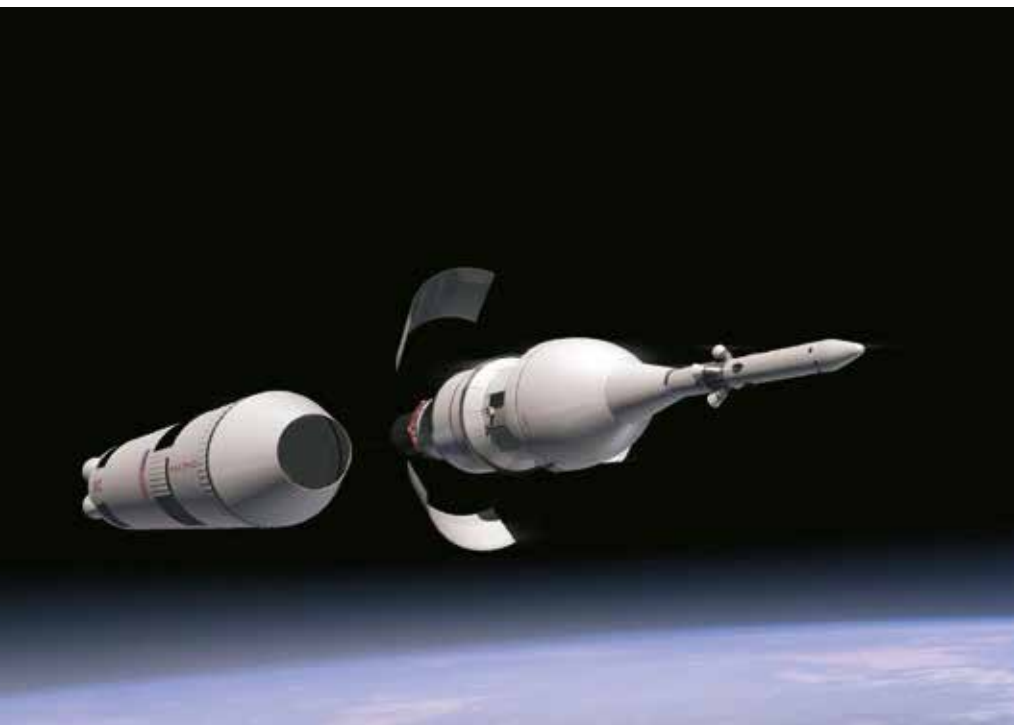
Во-третьих, как мы уже писали в прошлый раз, можно попытаться найти задачи, требующие высокого темпа запусков. Пока таковой можно считать космический туризм. В этой сфере деятельности спрос очень эластичен. Например, за 50 млн \$ готовы слетать в космос всего несколько человек в год, а вот за 15 тыс. \$ таких наберется уже несколько десятков тысяч! То есть необходимость снижения стоимости «билета» и возможность такого снижения за счет многократного применения при большой частоте стартов соответствуют друг другу и открывают перспективы для многоразовых систем. При этом, учитывая, что типовой «космический турист» далек от кондиций профессионального космонавта, можно предсказать, что наиболее комфортным способом выведения в этом случае будет система

горизонтального старта. Возможно, что это будет двух-ступенчатая АКС с до – или сверхзвуковым самолетом-разгонщиком. Как знать, не исключено, что в основу АКС лягут ныне разрабатываемые системы для суборбитального туризма.

Итак, выводы. Основываясь на нашем нехитром анализе, можно предположить следующее. Никаких революционных изменений в технологии средств выведения в ближайшие десятилетия не предвидится. Доминировать по-прежнему будут ракетные системы традиционного внешнего вида. Они могут быть одноразовыми или частично (а иногда и полностью) многоразовыми. Не исключено появление МРКС с крылатыми ступенями. АКС могут войти в коммерческую эксплуатацию лишь в сфере космического туризма. Хотя не исключено их военное использование. Но в последнем случае главным фактором их появления станет не экономика, а возможность оперативного применения и неуязвимость для средств поражения. ■

Means of a launcher: Status and Prospects

Dmitry VORONTSOV



Two years ago, in the article «Space carriers: Towards Excellence» were considered the main directions of improving the efficiency of launch vehicles, mainly the traditional scheme. The «behind the scenes» was the question: «What can science and technology have to offer besides the usual rockets. If not today, then in the near future?»

Discarding fantastic vehicles, like photonic starships and teleporters, and exotic, like missiles with thermonuclear or laser engine, electromagnetic guns, «Lofstroma loop» or a space elevator, consider the more usual

to us launch vehicle based on the use of the principle of jet motion. Say at once: probably many of these fantastic or half fantastic ideas are technically feasible. But not now, but in a rather uncertain future. Let us remember that science promises to «curb» thermonuclear synthesis for six decades. But «things are there». And to the practical application of thermonuclear fusion, at least on the ground, come not soon.

Thus, what can replace or supplement the classic disposable carriers? Options are not so much: partially or fully reusable rocket and aerospace systems. Consider them in the first place.

The idea of repeated use of missile materiel is not something new. Moreover, at the beginning of practical space the launch vehicles were conceived something like advanced aircraft, which increased the height and speed. In general, all the vehicles of those times were reusable. It is unlikely that the idea came to mind someone that can «burn» a multi-ton machine to deliver a satellite into orbit only once. Nevertheless, modern rocketry largely grew out of artillery, where the piercer was expendable item. In the conditions of the early rocket and then the space race, the concept of disposable rockets proved attractive, both in terms of execution time and cost to create.

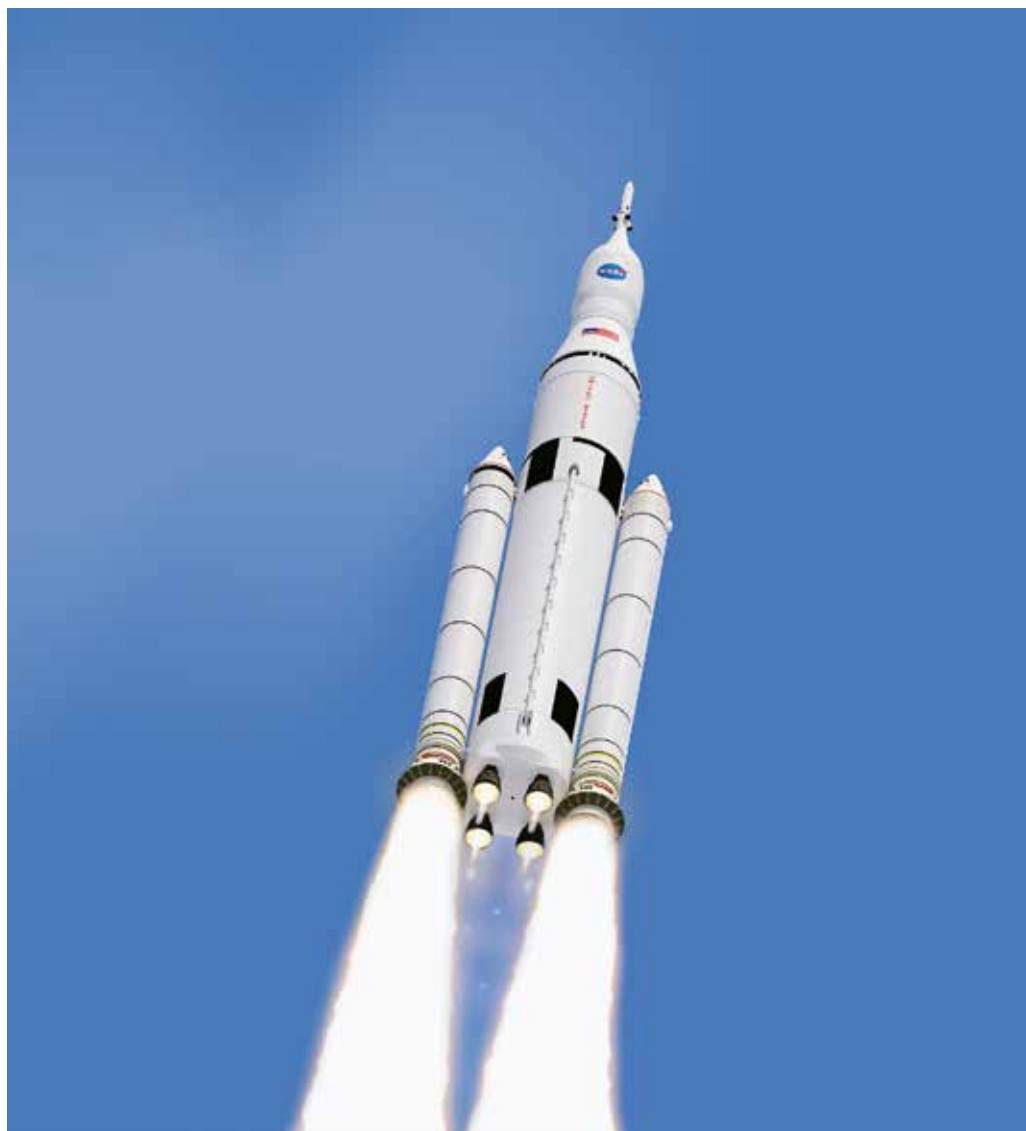
Meanwhile, the growth of space activities in the 1960s led to a revival of the idea of reusable systems. Just then the technical concepts were formulated. They are unchanged today: reusable space rocket (RSR) and aerospace (AS) system. In simplified form, the first are vertically or horizontally start apparatuses which equipped with rocket engines. In the case of AS we are talking about aircraft of aircraft type used on some phases of flight jet engines. Thus, the RSR considered transitional type of systems on the way to the AS. Single-stage aerospace plane is considered the ideal tool for removing by many experts still. Let's start with that concept.

Rapid winged machine of giant size with a small delta wing

quickly runs up on the runway. Powerful engines with a deafening roar blow it up. The device pierces the atmosphere, on the border of which the rocket engines, leading out it into orbit, will come into operation. After completing its mission the machine descends from orbit and by performing gliding flight, returned to the start airfield. A typical flight of a single-stage aerospace plane seemed that way. The concept is simple and perfect in terms of operation: no exclusion zones (no detachable parts), no cyclopean structures of cosmodrome.

However, complex problems are hidden behind the simplicity the idea of aerospace plane. The most important of them are: the creation of a multi-mode propulsion system running on takeoff and before launching into orbit, and the glider whose design should be very light and must withstand the mechanical and thermal stresses of hypersonic flight. These two problems are an obstacle to the technical implementation of aerospace plane. They are not resolved yet. For example, the US twice — in the Aerospaceplane project (end 1950 — mid — 1960s) and NASP (mid 1980 — mid 1990) — tried to implement projects of aerospace plane. However, American engineers and scientists came up against the technical, technological and financial difficulties, and the projects were closed. Similar ideas were also considered in the USSR. Let us recall the MG-19 «Gurkolet» project, which was designed in the V. Myasishev design office in 1974-80 years.

The idea of a two-step AS seems easier for the technical implementation. Its idea is also simple: the level of aircraft type, equipped with jet engines, used for take-off and initial acceleration. The second stage — a reusable winged rocket provides injection of payload into orbit.



Sub-, super- or hypersonic aircraft-boosters can be used as the first stage. The higher the speed of separation stages, the less fuel you need to carry on board, as an increasing part of the working body will be air. However, at the same time all the same problems grow: heating the design and complexity of the propulsion system. In general, two-stage AS can be more effective than single stage of aerospace plane. However, they are not inferior to them in complexity.

The use of air to create of lift and engine power is one of the main technical contradictions of AS. On the one hand it is good

because the needs of the masses of fuel and takeoff thrust decreases. Therefore, it is advantageous to make a long flight in the atmosphere. On the other hand, the flight in the atmosphere involves the growth of aerodynamic losses, heating of construction and increased mechanical stress. That means we need as soon as possible to overcome the atmosphere. The optimal resolution of this contradiction in the concept of AS is impossible under current technologies. This means that huge funds have to be spent on the design, development and production of AS — about ten times more (or even more) than



on expendable launchers of equal capacity.

This contradiction can be partly solved in the RSR. These systems, especially the vertical launch, due to the peculiarities of the liquid jet (LF) (large consumption per second and the lack of the need to use outboard oxygen), rapidly overcome the atmosphere, and the wings are mainly used when descending. Theoretically, the RSR should be significantly inferior to AS because of lower specific impulse of LF compared to jet engines. In fact, the difference in efficiency (for example, in the relative weight of the payload) between these systems is low. Reduced efficiency of the propulsion system of RSR is compensated by lighter design. Here is an example. Wing with an area of approximately 600 square meters is required for the horizontal start of AS with takeoff weight of 300 tons, and its weight will be about 24 — 30 tons. The wing is only needed for the return of an empty stage to the starting point in the vertical

launch system. For example, the mass after combustion will be 60 tons, required wing area — 120 square meters, and weighs about 4.8 — 6 tons for the first stage of a launch weight of 300 tons. Feel the difference!

However, the RSR is not a panacea. Create a single-stage reusable rocket system is not lighter than air and space craft, as is the lack of effectiveness of LF, and the requirements for mass characteristics are not less stringent than those for aerospace systems. Everything is easier for the two-stage RSR, but the cost of development is very high. For example, the famous German specialist in the field of rocketry Dr. D.E. Kële estimated the cost of the development of reusable manned cruise stage, which is twice as high as the single-stage of the same dry mass.

However, the technical difficulties for creating of AS and RSR are quite surmountable. The whole issue — the price of these efforts. Will the reusable system be economically more efficient than dis-

posable? Let's try to figure out how to say, «on the fingers». According to Dr. Kële, the cost of development of reusable system is twice as high, and the production cost is 5 — 10 times higher than a single system of equal dry weight. Assume that the cost of development is \$ 1 billion, and the cost of production of \$ 50 million for the launch vehicle with a payload weight of 10 tons. Moreover, this value decreases as the mass production. Reusable rocket of the same dry mass will put into orbit approximately half the cargo, the cost of its development will be \$ 2 billion, and the manufacturing cost of \$ 500 million. In this case repair work is required to carry out for reusable system. Their value can be approximately 10% of the manufacturing cost — about \$ 50 million. In this case, the seriality of RSR will be one or two orders of magnitude lower than that of launch vehicle due to the multiplicity of use and significant reductions in the cost of production at such a small series is not visible.

Assume that the each system must perform 100 flights, and resources in RSR are just 100 takeoffs and landings. Then the cost per flight for launch vehicles will be $50 + 1000/100 = \$ 60$ million. Specific cost for launching, respectively, $60000000/10000 = \$ 6000 / \text{kg}$. The cost of a single flight for RSR will be $2000/100 + 500/100 + 50 = \$ 75$ million. Specific cost for launching — $75000000/5000 = \$ 15,000$. Even if the cost of the repair work will reduce to 10 times, it is only equalize the specific cost of launching. And if you want to run 10 flights a year, the RSR will not be cost-effective than disposable rockets, even after 10 years. Remembering that AS is even more expensive in production and development than the RSR, we understand why aerospace systems do not travel through the Universe!

Of course, the picture may change in favor of the RSR by increasing the frequency of starts. Irrepressible enthusiasm the supporters of reusable systems in the mid 1960s explained by this fact. Because then the average annual number of starts was projected at 200-300 flights in the US alone! Alas, predictions have not come true, and for the classical problems (communications, remote sensing, exploration, science) there is no reason to expect a substantial increase in this index. Is really everything so sad for multiple systems? We will not skeptics and pessimists, not all hopeless.

Firstly, as a compromise can be considered partially reusable system, an example of which demonstrates the RSR-1 — project from the Khrunichev Center. What's the plan? As we know the first step of rocket system provides about a third of the increment of speed. But about 70 — 90% of the weight and about the same cost of a rocket falls on it. If you make the first step returned to the starting place, you can get an important bonus: the lack of exclusion zones (and they are expensive now) and, as a consequence, any azimuth of launches. In this case the cost of providing the reusability will not be too large. This is because that the stage is not accelerated to high hypersonic speeds; and powerful thermal protection is not required for it. The second disposable stage, which has a high mass perfection, provides substantial compensation for loss of cargo. In this case, partially reusable system can quickly catch up disposable launchers on economic efficiency even at a moderate frequency of starts.

Secondly, there has been a tendency to avoid from the complex winged schemes to ballistic, the conductor of which became the US Company SpaceX. Ideas of reusable rocket systems of vertical takeoff and landing born long ago. Back in 1960, the Amer-



ican engineer Bono presented quite distinct technical concepts on this topic. Experiments with rocket DC-X Delta Clipper in the middle of 1990s have shown the feasibility of these ideas. Replacing the heavy and expensive wing by cheap fuel to ensure the maneuver of return and landing promises cost reduction of reusable systems at a reasonable level of mass recoil reduction. This is a chance for the RSR.

In the third, as we wrote last time, you can try to find tasks that require a high tempo of launches. Space tourism can be considered as such. The demand is very elastic in this field. For example, only a few people a year are ready to fly in space for \$ 50 million, and tens of thousands will be ready to fly for \$ 15,000! That is, the need to reduce the cost of «the ticket» and the possibility of such reduction due to repeated use at high frequencies of starts correspond to each other and open up prospects for reusable systems. In this case, given that the typical «space tourist» is far from the conditions

of professional cosmonaut, it is possible to predict that the most comfortable way to launch in this case will be the system of horizontal launch. Perhaps it would be a two-step AS with pre- or supersonic aircraft-booster. Who knows, it is possible that the now developed systems for suborbital tourism will form the basis of AS.

Thus, conclusions. Based on this analysis, the following can be assumed. No revolutionary changes in the technology of launch vehicles in the next few decades are expected. Missile systems of traditional appearance will continue to dominate. They can be disposable or partially (and sometimes completely) reusable. It is not excluded the appearance of RSR with winged stages. AS can enter into commercial operation only in space tourism. Although it is possible their military use. But not the economy and the possibility of operational applications and invulnerability to weapons will be a major factor in their appearance in the latter case. ■

Гвианский космический центр: главный старт Европы



Нурлан АСЕЛКАН

шеф-редактор журнала

«Космические исследования и технологии»



Поездка сотрудников редакции в составе делегации Казкосмоса в далекую латиноамериканскую Французскую

Гвиану была связана с финальной стадией программы создания казахстанской системы дистанционного зондирования Земли — запуском спутни-

ка «KazEOSat-1». Как известно, программа эта включала в себя создание наземной инфраструктуры, производство и запуск двух спутников высокого и среднего разрешения.

Один из них, в рамках контракта со всемирно известной «Airbus Defence & Space», высокого разрешения был запущен с европейского космодрома Куру, самого современного космодрома в мире. Это мнение разделяют многие специалисты, имея ввиду не только оснащение космодрома, но и особенности его работы. Само географическое положение Куру говорит о многом. Кроме известного факта, что он расположен на 5°3' северной широты, в пятистах километрах от экватора, что дает ему неоспоримое преимущество при выводе космических аппаратов на геостационар, у него есть и другие плюсы, понятные тем, кто работает на континен-





тальных полигонах. Его положение на берегу Атлантики позволяет использовать для доставки элементов носителей самый рентабельный морской транспорт. Космодром окружен водной акваторией, тем самым ему не знакомы головные боли по отводу земель под поля падения ступеней ракет-носителей. Фактически космодром Куру, его еще называют Гвианский космический центр (ГКЦ), может осуществлять пуски на низкую околоземную, солнечно-синхронную, геостационарную орбиту без всяких ограничений по абсолютному большинству азимутов. Возвращаясь к факту близости к экватору напомним, что носители выигрывают от эффекта «пращи», когда энергия создается вращением Земли вокруг своей оси. Это вращение Земли придает носителю дополнительную скорость в 460 метров в секунду (1656 км/ч)

при траектории запуска в восточном направлении. В этом отношении с ним может конкурировать только морская платформа Sea Launch, но это локальная пусковая площадка с ограниченными возможностями, ныне бездействующая.

Еще одно «структурное» преимущество ГКЦ, это оптимальная технология организации пусковых кампаний. Всеми операциями по сборке, испытаниям, вывозу и установке носителей на старт, и самим пуском управляет единый центр, контролирующий все этапы работ. Объекты космодрома разделены по функциональному признаку и привязаны к конкретным стартовым комплексам. Сейчас, как известно, космодром обладает всем набором носителей от легкого класса — «Вега», среднего — «Союз СТ», до тяжелого — «Ариан-5». В недалеком будущем к ним добавится носитель «промежу-





точного» класса — «Ариан-6». По замыслу разработчиков его будет отличать низкая стоимость выведения, тем самым он обещает стать серьезным конкурентом американских ракет, созданных частными компаниями и новой линейки китайских носителей.

Все носители космодрома Куру, включая российский

«Союз-СТ» используют «вертикальную» технологию сборки, наиболее зарекомендовавшую себя. Высокое здание финальной сборки, транспортер, доставляющий ракету на старт, башня обслуживания с герметичным помещением для персонала (тропический климат), вот так выглядят стартовые комплексы на космодроме.

Компоненты топлива производятся непосредственно в ГКЦ, есть кислородный и водородный заводы. Широкое применение твердотопливных ускорителей (ТТУ) в европейских ракетах обусловило необходимость строительства в Куру специализированного завода по производству твердого, смешанного топлива. Се-

	Вега	Союз-СТБ	Ариан-5
Класс	Легкий	Средний	Тяжелый
Масса, т	137	313	777
Длина, м	30	51,1	59
Число ступеней	4	3	2
Топливо	РДТТ / НДМГ + АТ	керосин + кислород	водород + кислород
Полезная нагрузка на НОО, кг	1 500 — 2 000	9 000 — 9 200	16 000 — 21 000
Полезная нагрузка на ССО, кг	—	4 900	6 200 — 10 500



годня такой завод «Regulus» осуществляет заливку топливных зарядов в первые ступени «Арианов» и Вега». Это одни из самых крупных твердотопливных двигателей в мире весом до 277 тонн, диаметром 3 метра. Тяга европейских разработчиков к использованию ТТУ основана на большом опыте их применения. На Байконуре, да и на российских космодромах такие технологии не используются, исключение — испытания боевых «Тополей».

Европейский путь

Без космоса нет будущего — этот принцип руководители европейских государств осознали весьма быстро. СССР и США, сверхдержавы, уже пользовались лидерством, добившись первых результатов в





космической гонке. Британия и Франция имели свои национальные программы, занимались разработкой носителей. Франция использовала в начале 60-х полигон в Алжире — Хаммагир, а англичане — Вумера, в Австралии. Обе страны вошли в «космический клуб». Тем не менее, европейцы понимали, что для масштабного освоения космоса нужно объединять усилия. История общеевропейской космонавтики показала, как многотруден этот путь. В 1960 году группа стран предприняла первую попытку интегрироваться — была создана ESRO — европейская организация по исследованию космического пространства. Через год была создана уже специализированная организация по разработке ракет-носителей — ELDO. В ее состав

вошли шесть европейских стран и Австралия. Началось создание носителя Европа-1. Недостаток финансирования, отсутствие опыта, использование непроверенных технологических разработок привели к провалу проекта — четыре пуска закончились неудачей. К тому времени стало очевидно, что главная цель «коммерчески оправданного» космоса — вывод коммуникационных спутников и спутников ДЗЗ на орбиту. США — единственная страна Запада, обладающая такими возможностями, устанавливала для европейцев монополю высокие цены. В июле 1966 года была предпринята попытка инициировать носитель Европа-2. Разработчиками были осознаны ее ограниченные возможности. Но ничего другого не было. В

начале 70-х разразился кризис — неспособность создать работоспособную ракету стала очевидна. США к тому времени, рассчитывая, видимо, окончательно добить европейские попытки достичь независимого доступа в космос, предложили запуск их спутников по льготным расценкам. Однако когда европейцы решили выйти на рынок спутниковой связи со своим спутником «Симфония», случился инцидент — американский носитель «Атлас» «уронил» его в море. До сих пор европейцы убеждены, что таким образом американцы решили указать им место в коммерческом космосе.

Выводы были сделаны. По инициативе Франции была предложена программа создания носителя, использующего проверенные решения и отлич-



чающегося умеренными характеристиками. К тому времени французы уже прошли свой путь, создав легкий носитель «Diamant». Лишившись в результате обретения независимости Алжиром полигона Хаммагир, Франция предложила для общеевропейского использования новый, пока крошечный космодром Куру.

Нужен был результат. И нужно было идти на риск. Чтобы исключить колебания Франция, кроме своей доли в проекте, предложила оплатить за свой счет все расходы, если таковые превысят 120% утвержденного бюджета. В 1973 г. ESRO и ELDO слились и образовали Европейское космическое агентство (ESA). Общеевропейская организация занялась разработкой, предложенной Францией ракеты-но-

сителя «Ариан». Кооперация французских и немецких инженеров позволила в короткие сроки создать ключевые компоненты носителя — ракетные двигатели. В ходе исследований был достигнут прогресс в строительстве двигателей на водородном топливе. Европа вслед за США освоила водородные технологии, далеко опередив СССР, Китай и Японию.

24 декабря 1979 года «Ариан» стартовал. Европа стала одним из главных игроков «космического клуба».

Сегодня и завтра

Все непривычно на этом космодроме. Отсутствие военных испытателей, удивительная компактность, футуристические формы объектов, зелень тропиков. И океан буквально в шаговой доступности.

Специфика европейской космонавтики — «прагматичный космос», реализована здесь в полном объеме. Небольшой персонал, большинство командировочные, нет дублирования и резервирования объектов, стартовых комплексов ровно столько, сколько осуществляется пусковых программ. Европейцы извлекли опыт «космической гонки» сверхдержав и создали уникальный объект, отвечающий самым строгим требованиям современной экономики и элементарной рачительности. И результат не замедлил себя ждать. «Arianespace» — оператор пусковых работ в ГКЦ, ныне самая успешная ракетная компания в мире, занимающая порядка 55% рынка. В условиях конфронтации России и США эта доля может вырасти еще в



ближайшее время. Казахстанский спутник был всего третьим для нового носителя «Вега», а теперь объявлено о заказе десятка таких ракет. «Вега» постепенно становится на крыло.

На космодроме с 2011 года летает российская ракета «Союз СТ». «Arianespace» нуждалась в носителе среднего класса, была дискуссия, создавать ли свою версию или воспользоваться

лучшими мировыми разработками. Европейцы остались верны себе и выбор пал на легендарную королевскую «семерку». После заключения договора в ГКЦ началось строительство «тюльпана» — знаменитого стартового комплекса. Учитывались специфические условия Куру — климат и технология работ. Впервые с ракетой работали в вертикальном

режиме. Для головной части был предусмотрен закрытый мобильный ангар. Обслуживают «Союз СТ» приглашенные российские специалисты. Носитель летает часто, в том числе и для вывода спутников навигационной системы «Галилео». На его активное использование не повлияли последние события, ESA подтвердило заказ на новые ракеты.

Космодром развивается. В настоящее время основные пусковые площадки космодрома являются собственностью ESA. ESA обеспечивает две трети годового бюджета космодрома, который идет на текущее обслуживание полетов и поддержание сервиса космодрома на современном уровне. Другую часть бюджета предоставляет французское агентство CNES. ESA также финансирует новые проекты на космодроме, такие как пусковые комплексы и промышленные предприятия, которые требуются для запуска новых носителей. На сегодняшний день в Европейское космическое агентство входит 20 государств; Канада и Израиль являются ассоциированными партнерами. Отточенный механизм сотрудничества ESA привлекает многих. При доленом финансировании часть выделенных средств возвращается обратно, в стране-участнице проекта создаются рабочие места. Результатами, полученными при использовании космических технологий, пользуются все страны-члены ESA. Европейские ракеты легко узнаваемы среди аналогичных изделий других стран, на них нанесены флаги стран-разработчиков, они — продукт кооперации, объединения усилий, по сути наднациональные достижения.

Сотрудничество продолжается. Есть большая вероятность, что мы еще увидим, как носители Европы выводят в космос спутники нашей страны. ■

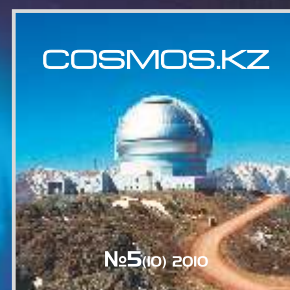
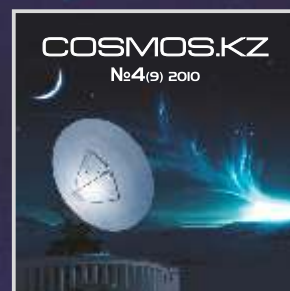


*Журнал «Космические исследования и технологии» — достоверная информация
о международном космическом сотрудничестве*



cosmos.kz

The first TV program
on space technologies
in Kazakhstan



www.cosmos.kz