

Space Research & Technologies

КОСМИЧЕСКИЕ

№1-2
2015

ИССЛЕДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ

Международный журнал о космонавтике International Journal of Aerospace



**Отечественный
КОСМОС
на подъеме**

**Королевское общество
наградило
основателя SSTL**

**Спутники
на службе
экологии**

**МКС
переживет
многих**

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Талгат Мусабаев —

председатель, Казахстан

Меирбек Молдабеков —

заместитель председателя, Казахстан

Еркин Шаймагамбетов —

заместитель председателя АКК (МИР), Казахстан

Ергазы Нурғалиев —

заместитель председателя АКК (МИР), Казахстан

Марат Нургужин —

и.о. президента АО «Национальная компания

«Казахстан Ғарыш Сапары»

Мәліс Абсаметов —

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

Жайлаубай Жубатов —

директор РГП «Научно-исследовательский центр

«Ғарыш-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 Свинг —

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, SPACEX, ORBITAL SCIENCES CORPORATION, GISTDA (Таиланд), РКК «Энергия» имени С.П. Королева, ГКНПЦ имени М.В. Хруничева, ЦСКБ «Прогресс», ГРЦ имени В.П. Макеева, ИСС имени М.Ф. Решетнева, Российской академии имени К.Э. Циолковского, ЦНИИМАШ, НПО «Техномаш», ЦЭНКИ, ЦПК имени Ю.А. Гагарина, НПО имени С.А. Лавочкина, КБ «Южное» имени М.К. Янгеля, ПО «Южный машиностроительный завод имени А.М. Макарова.

The magazine is presented in the Russian Federal Space Agency, the State Space Agency of Ukraine, NASA (USA), ESA, DLR (Germany), JAXA (Japan), Israel Space Agency, CNES (France), UKSA (United Kingdom), SSTL, AIRBUS DEFENCE & SPACE, THALES ALENIA SPACE, SPACEX, ORBITAL SCIENCES CORPORATION, GISTDA (Thailand), S.P. Korolev Rocket and Space Corporation Energia, M.V. 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»,

№1-2(14-15) 2015

Периодичность: четыре номера в год

Главный редактор Нурлан Аселкан

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 TOO COSMOS.KZ

Перевод и корректура — Фонд поддержки науки

и технологий «SCIENCE»

Magazine «Space Research and Technologies»,

№ 1-2(14-15) 2015

Periodicity: four issues per year

Editor-in-Chief Nurlan Aselkan

Official Representative in Moscow and Russian Federation

Elvira Khanko

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

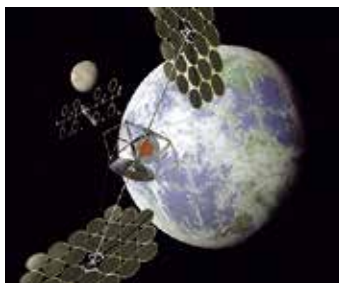
Circulation 1000 copies

Founder and publisher LLP COSMOS.KZ

Translation and proofreading —

Fund for Supporting of Science

and Technologies «SCIENCE»



ПИЛОТИРУЕМАЯ КОСМОНАВТИКА

2 Высокое небо Айдына

КАЗКОСМОС

Талгат Мусабаев:
Казахстан не собирается запрещать
использование «Протонов»

16

РЕПОРТАЖ

24 Парижский смотр
аэрокосмических новинок

КОМПАНИИ

34 Байконур требует ракет
Интервью Александра Дегтярева

ЭКОЛОГИЯ

Эколого-гигиенические проблемы загрязнения
почв гептилом и их решение
*Ж. Жубатов,
В. Козловский*

40

ДИСТАНЦИОННОЕ ЗОНДИРОВАНИЕ ЗЕМЛИ

Использование космической информации
для оценки динамики затопления
береговых зон равнинных водоемов
(на примере озера Ильмень)
*В.А. Румянцев
Е.Ф. Чичкова
Ш.Р. Поздняков
В.И. Уличев*

46

ISS

52 One-on-one with NASA's chief space station builder

COMPANY

60 Professor Sir Martin Sweeting awarded Honorary
Fellowship by the Royal Aeronautical Society

ПРИКЛАДНАЯ КОСМОНАВТИКА

Перспективы и возможности
эксплуатации центробежных
космических солнечных электростанций
с лазерным каналом передачи энергии
*А.Р. Есина
П.С. Аникеев
С.Ю. Маркин*

66

НОСИТЕЛИ

72 Новые ракеты-носители
Д. Воронцов

82

«Ангара-5В»:
триумф минимализма?
Д. Воронцов

Высокое небо Айдына



Нурлан АСЕЛКАН

главный редактор журнала
«Космические исследования и технологии»



Начало

2 сентября 2015 года, в 7 часов, 37 минут космический корабль «Союз ТМА-18М» с экипажем в составе: командира корабля С. Волкова, бор-

тинженеров А. Аимбетова и А. Могенсена стартовал со стартового комплекса площадки № 1 («Гагаринский старт») космодрома Байконур к МКС. Юбилейный, 500-й пуск с этого старта стал для Казахстана

особым — в полет отправился третий казахстанский космонавт, значит пилотируемая космонавтика в нашей стране живет и развивается.

Айдын Аимбетов прошел свою, непростую дорогу на



пути к заветной мечте, сначала Армавирское высшее военное авиационное Краснознаменное училище летчиков, которое окончил в 1993 году по специальности «командная тактическая истребительная авиация» и получил квалификацию летчика-инженера. С мая 1993 года проходил службу в Военно-воздушных силах Республики Казахстан на должностях летчика, старшего летчика, командира авиационного звена на авиабазе «Барсы Жетысу» близ города Талдыкорган. Освоил самолеты Л-39, МиГ-23, МиГ-27, Су-27. Стал инструктором парашютно-десантной подготовки, а также офицером-водолазом. В 1993 году подал первое заявление о зачислении в отряд космонавтов. 5 мая 2001 года повторно подал заявление для отбора в первый отряд космонавтов Казахстана. На тот момент имел более 470 часов налета и совершил свыше 360 прыжков с парашютом. Летом 2002 года в рамках реализации российско-казахстанской договоренности о проведении совместного космического полета прошел медицинскую комиссию в Институте медико-биологических проблем в Москве. 9 ноября 2002 года был рекомендован для включения в отряд космонавтов Республики Казахстан. 17 декабря 2002 года прошел главную медицинскую комиссию и получил допуск к тренировкам. 29 мая 2003 года начал





подготовку в составе группы российских кандидатов в космонавты.

С 16 июня 2003 года проходил общекосмическую подготовку в Центре подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина (ЦПК). 28 июня 2005 года сдал государственные экзамены в ЦПК с оценкой «отлично». 5 июля 2005 года решением Межведомственной квалификационной комиссии ему была присвоена квалификация «космонавт-испытатель». Продолжал подготовку в группе космонавтов по программе полета на Международную космическую станцию. В 2006 году окончил физико-математический факультет Жетысуского государственного университета, г. Талды-Курган, по специальности «физика и информатика».



В ноябре 2008 года вместе с другим казахстанским космонавтом Мухтаром Аймахановым, рассматривался в качестве кандидата в состав основного экипажа космического полета осенью 2009 года. Однако в апреле 2009 года руководство Роскосмоса получило официальное письмо от главы Казкосмоса, что «по финансовым вопросам по решению правительства они снимают с полета казахстанского космонавта» (полет оценивался в 30 млн долларов США).

12 октября 2012 года постановлением Правительства Республики Казахстан ему был присвоен статус космонавта Республики Казахстан. В 2014 году присвоено звание полковника сил воздушной обороны Республики Казахстан.





Певица уступила место профессионалу

В августе 2012 года компания Space Adventures, оператор космического туризма объявила о том, что британская певица и актриса Сара Брайтман, в свое время прославившаяся клипом «I Lost My Heart to a Starship Trooper» («Я влюблена в космического десантника»), была отобрана для подготовки к пилотируемому полету в космос на корабле «Союз» на МКС, в качестве туриста.

10 октября 2012 года на пресс-конференции в Москве по поводу начала своей подготовки к полету она сообщила, что мечта полететь в космос возникла у нее в 1969 году. В 2013 году прошло ее мировое турне в поддержку нового альбома «Преследующая мечту». По окончании тура Брайтман должна была пройти полугодичную подготовку к полету и приступила к ней весной 2015 года в Центре подготовки космонавтов. Предположительно оценивалось, что ее полет в под-

держку образования женщин и борьбы с истощением природных ресурсов обойдется в 51 млн долл., а состояние певицы оценивалось всего в 49 млн долл. 13 мая 2015 года стало известно, что Брайтман отказалась от полета на МКС по причинам семейного характера.

Как только информация дошла до Казкосмоса он развернул энергичную деятельность.

Была проведена серия переговоров с Роскосмосом.

22 июня 2015 года Межведомственная комиссия в Центре подготовки космонавтов утвердила Аимбетова в качестве участника космического полета «Союз ТМА-18М». В июле его статус был заменен на «бортинженер-2» в соответствии с квалификацией. Дублером Аимбетова был назначен российский космонавт Сергей Прокопьев. Старт космического корабля «Союз ТМА-18М» с космодрома Байконур был запланирован на сентябрь 2015 года. Вместе с Аимбетовым готовились к полету на орбиту российский

космонавт Сергей Волков и европейский астронавт (Дания) Андреас Могенсен.

28 июля 2015 года решением Государственной медицинской комиссии был признан годным к космическому полету по состоянию здоровья. 6—7 августа 2015 года участвовал в комплексных тренировках в качестве бортинженера основного экипажа корабля. 7 августа экипаж сдал зачетную тренировку на тренажере «Союз ТМА-М». 10 августа решением Межведомственной комиссии рекомендован вместе с членами основного и дублирующего экипажей МКС-45/46/ЭП-18 к продолжению предполетной подготовки на космодроме Байконур. 18 августа 2015 года основной экипаж пилотируемого космического корабля «Союз ТМА-18М» прибыл на космодром Байконур и приступил к подготовке к полету. 26 августа 2015 года между Роскосмосом и Казкосмосом был подписан контракт на полет казахстанского космонавта Аимбетова



в качестве бортинженера на МКС, 1 сентября решением Государственной комиссии он был утвержден бортинженером-2 экипажа «Союз ТМА-18М».

Научная программа полета

В задачи Аимбетова во время полета входили следующие функции: управление отдельными системами космического корабля, а также реализация на борту МКС пятой научной программы космических исследований и экспериментов, которая была разработана Национальным центром космических исследований и технологий Казкосмоса. Эта программа создана в продолжение четырех научных программ космических исследований и экспериментов, которые были выполнены на борту орбитального комплекса «Мир» и МКС с участием космонавтов Токтара Аубакирова (1991 г.) и Талгата Мусабаева (1994, 1998 и 2001 гг.).

Она включает в себя несколько направлений работ, а





именно: природно-ресурсный и геофизический мониторинг, в рамках которого прошли съемки экологически кризисных территорий Казахстана (Аральское море, мониторинг пыльных бурь в Приаралье, нефтяные разливы в Каспийском море), а также исследо-

вания состояния и процессов в верхней атмосфере над регионами с грозовой активностью.

В результате будет проведена оценка экономического и экологического ущерба загрязнения окружающей среды, оценка изменения климата экологически кризисных тер-

риторий Казахстана, оценена вероятность развития чрезвычайных ситуаций.

В рамках физико-технического направления учеными из КазНУ им. аль-Фараби будут выполнены фундаментальные исследования в области изучения физических свойств



заряженных микрочастиц в условиях микрогравитации. Будет получена новая структура, так называемый «Кулоновский кристалл», который нельзя получить в наземных условиях. Полученные данные могут использоваться в термоядерной энергетике, плазменной ме-

дицине, производстве новых конструкционных нанокompозитных материалов и наноразмерном приборостроении.

Космическая медицина и биотехнология. В рамках этого направления учеными из Института физиологии человека и животных будет исследована

операторская работоспособность космонавта в реальных условиях космического полета, его психофизиологическое состояние в стрессовых условиях и их влияние на функциональную деятельность.

Учеными из Казахской академии питания изготовле-



ны специализированные продукты национальной казахской кухни на основе кобыльего молока и конского жира с высокой пищевой и биологической ценностью и направленными медико-биологическими свойствами. Их дегустация успешно прошла на орбите. Полученные результаты позволят оценить устойчивость организма к экстремальным условиям космического полета и разработать рекомендации по усовершенствованию уровня подготовки космонавтов. Итоги физиологических исследований показателей будут использованы в области здравоохранения, спортивной медицины и антидопингового анализа.

С участием казахстанского космонавта с борта российского сегмента МКС по радилюбительскому каналу



транслировалась открытая передача, посвященная жизни и деятельности первого космонавта Земли — «О Гагарине из космоса», серия записей по популяризации достижений отечественной пилотируемой космонавтики.

В космосе

Полет космического корабля к МКС проходил по двухсуточной схеме. 3 сентября в 8 часов 40 минут корабль совершил маневр отклонения от отработавшей 3-й ступени японской ракеты-носителя, запущенной в 1989 году. Стыковка корабля с орбитальной станцией была проведена в автоматическом режиме 4 сентября. «Союз ТМА-18М» был пристыкован в 10 часов 39 минут к малому исследовательскому модулю (МИМ2)





«Поиск» российского сегмента МКС.

Дальше говорит сам Айдын:
Об адаптации к космосу

«При прибытии на станцию человеческий организм еще полностью не адаптировался к условиям космического полета. Основной фактор — это невесомость и перераспределение крови в организме человека. Если вы заметили, в первых телесеансах практически у всего экипажа — Волкова, Могенсена и у меня головы были, как футбольные мячи. Кровь с нижней части тела прибывала в голову. Происходил отек практически всех мягких тканей, даже изменился голос, потому что отекали голосовые связки, повышалось внутричерепное давление, по-

вышалось глазное давление. В этих условиях надо было выполнять эксперименты».

Об ускользящих Аральском и Каспийском морях

«Самое интересное было вначале выполнять эксперимент по мониторингу районов Аральского моря и Каспия. Нужно было в иллюминатор, в объектив поймать необходимые районы. А Международная космическая станция летела с первойкосмической скоростью — 7,8 километра в секунду, и точка под станцией, район (который нужно было отснять — ред.) очень быстро уходил (...). Аральское море видно, тяжелее было найти трубопровод и наши нефтяные месторождения. «Где?» «Я не вижу!» Ребята говорят: «Да вот же оно!». Все

поздно, пролетели. Следующий пролет в этом же районе через 92 минуты, так как МКС полный оборот вокруг Земли совершает за 92 минуты. Ставил будильник, засекал и опять: «Где?» «Вон!» «Где?» «Вжик!» «Нету!» Ну, так 3-4 раза, и уже сам научился и отснял все необходимые районы».

О специфике работы с инструментами

«На Земле оборудование имеет какой-то вес, его можно куда-то поставить. Поставил на землю, оборудование стоит. Там же, когда я впервые собирал оборудование по «кулоновскому кристаллу», собирал разъемы, камеру, сам магнит, блок питания, если его (инструмент — ред.) не прилепил, то там постоянная вентиляция».



ция и его потихоньку относит. Пока читаешь инструкцию, радиограмму (...) раз и нету. Он уже улетел. Потом уже становится привычкой, что если на короткое время, то не нужно никуда прикреплять — болтик там, инструмент. Просто отпустил, он висит в воздухе. Но если чуточку отвлекся, то все эти вещи, инструменты и запчасти они потихоньку начинают улетать. У меня такое было, проводили видеосъемку на камеру GoPro и тут меня отвлекли. Как обычно, «повесил» ее, пока поговорил, оборачиваюсь, камеры нету. Где же она? Надо найти, потому что все, что на станции, должно быть строго пронумеровано и каждая вещь должна находиться на своем месте. Потом за счет своего личного

времени летал по всей станции и искал ее. Нашел».

О космическом бешбармаке

«Следующий эксперимент «Дастархан – 6». Нужно было этот эксперимент провести только с российскими членами экипажа, но мы посоветовались с командиром станции и решили весь экипаж МКС (привлечь к эксперименту с продуктами питания — ред.). Это и «годовики» Скотт Келли и японец Кимия Юи и американский астронавт Челл Линдгрэн. Как молодежь называет друг друга «челами», мы тоже говорили: «Челл, пойдем к нам». Нашим зарубежным партнерам очень сильно понравилась кухня. СМИ чтобы более красочную статью сделать, писали, мол, казахстан-

ский космонавт повез на борт бешбармак, казы, карта. Ага, конечно! Взял такой тегеш (чаша для кумыса — ред) — пожалуйста! (смеется). А это современные продукты питания, более подробный их состав можно будет найти на сайтах Казкосмоса, Национального центра космических исследований и технологий и Казахской академии питания. Мы составили анкеты на бумажном носителе, и весь экипаж дал свою оценку продуктам питания, изготовленным Казахской академией питания. Дали высокую оценку. Тем более, что я сопровождал своим рассказом и историей. Например, курт. Рассказал, что это древний продукт питания кочевников, который наши предки использовали с древнейших



времен, что это творог, только высушенный и с добавлением соли. Потом сыр-иримшик. Он, конечно, совсем не похож на те сыры, которые иностранцы раньше пробовали».

О сне в невесомости

«В первые сутки, обычно, космонавты и астронавты не могут заснуть, так как отсутствуют тактильные ощущения. Если человеку удобно спать на животе, на боку, на спине, то он понимает и ощущает, что на этом боку или спине он лежит. В то же время, когда он укрывается одеялом, то он тоже чувствует, что на него сверху что-то давит. А в условиях невесомости нет прижатия к какой-то твердой поверхности и нет того ощущения, что тебя укрывает. И второе: в невесомости нет ощущения подушки. Голова как вот между плеч прямо торчит, так она и ... тяжело это вот. Поэтому в первое время, пока космонавт очень сильно не устанет, заснуть практически невозможно. И отмечу высокий уровень шума (...). Человек обычно

привыкает на Земле засыпать, когда стемнело, а встает, когда Солнце его будит. А на станции человек живет чисто по часам. Наступило время — подъем. Наступило время — спать».

О мире между народами

«Когда с орбиты смотришь в иллюминатор на Землю, то не видно никаких границ. Мы работали в международном экипаже: всего 9 человек, представляли пять стран. Это люди с разными менталитетами, разной историей. Естественно, у космонавтов свой характер, свои привычки, но мы жили большой сплоченной семьей. Мы жили как братья. Никаких секретов, вместе работали, вместе принимали пищу за одним дастарханом. И хочу пожелать, чтобы в будущем народы нашей Земли это понимали, относились друг к другу с терпением и только благодаря совместному сотрудничеству многих стран будет большая возможность в освоении ближнего и дальнего космоса».

Возвращение на Землю

В связи с тем, что Аимбетов и Могенсен являлись членами экспедиции посещения их возвращение на Землю состоялось 12 сентября 2015 года на другом космическом корабле «Союз ТМА-16М», командиром которого был космонавт Геннадий Падалка, находившийся на МКС с 27 марта 2015 года. «Союз ТМА-16М» 12 сентября в 00 часов 29 минут по московскому времени отстыковался от Международной космической станции, и в 3 часа 32 минуты 34 секунды его спускаемый аппарат успешно приземлился в казахской степи в 146 километрах юго-восточнее Джезказгана. Продолжительность полета Айдына Аимбетова составила 9 суток 20 часов 13 минут 51 секунда.

В столичном аэропорту Глава государства Нурсултан Назарбаев встретил экипаж МКС. Космонавтов в столице Казахстана встречала также большая делегация: представители Казкосмоса и Роскос-



моса, зарубежные и казахстанские журналисты, а также родные Айдына Аимбетова — его мама, супруга и дети. Перед зданием столичного аэропорта образовался живой коридор, по которому прошел Глава государства навстречу прибывшему космическому экипажу. Первым делом Нурсултан Назарбаев поздравил прибывший экипаж корабля.

«Это большое событие. Мы за всех за вас болели, переживали, ждали. Конечно же, казахстанцы болели за Айдына, который является нашим третьим космонавтом, который побывал в космосе».

«У нас космодром «Байконур» находится в Казахстане, на казахстанской земле. Мы — страна, которая осваивает космос. У нас есть четыре спутника, которые находятся на орбите. Поэтому они выполняют свою миссию. Айдын Аимбетов не просто полетел, он проводил научно-исследовательскую работу. Те средства, которые выделены в эту сферу, имеют обратный эффект. Расходы на космос сразу не оку-

паются, но весь мир стремится освоить космос. Вопрос не в сегодняшних выгодах, а это сулит огромную выгоду для научно-технического прогресса. Любые затраты государства, которые идут на космос, окупаются» сказал президент Казахстана.

Глава Казкосмоса Талгат Мусабаяев заявил, что Айдын Аимбетов довел до конца работу, начатую Аэрокосмическим комитетом Казахстана, в частности проведя ряд научных экспериментов.

«Айдын Аимбетов продолжил ту традицию, которую я 21 год назад начал, повез первым флаг нашей родины, Республики Казахстан, трижды вручал из полетов этот флаг нашей страны Президенту. Я надеюсь, что Айдын Аимбетов сделает то же самое и вручит нашему Президенту четвертый флаг нашей страны, который был совсем недавно в космосе», — сказал Талгат Мусабаяев.

«Сегодня представители трех стран международного космического экипажа выпол-

нили всю программу полета, вернулись на гостеприимную казахстанскую землю. Сегодня это для вас большой праздник и для нас тоже», — сказал российский космонавт Геннадий Падалка.

«Мы вылетели в космос 10 дней назад, и у нас была фантастическая миссия. Это была по-настоящему международная миссия, где было пять представителей разных стран. Это был великолепнейший пример того, чего мы можем достичь, когда мы работаем сообща, без каких-либо границ», — сказал в ходе пресс-конференции астронавт Европейского космического агентства Андреас Могенсен.

А 14 октября 2015 года Президент страны вручил Айдыну Аимбетову высшую государственную награду «Халық қаһарманы», следом орден «Отан» и в довершение — почетное звание «Казахстанский летчик-космонавт».

Граждане Казахстана уже свои в космосе. ■

Талгат Мусабаев: Казахстан не собирается запрещать использование «Протонов»

По мнению главы Национального космического агентства Казахстана, Казкосмос активно работает с Роскосмосом и в своей деятельности республика исходит из принципов взаимовыгодного сотрудничества, поэтому здесь не может быть никаких противоречий.



сохранить статус российского офицера, будучи гражданином Казахстана.

— Не так давно космодром Байконур отметил свое 60-летие. На сегодняшний день это главная площадка, используемая Россией для осуществления своей космической программы. В то же время Российская Федерация заканчивает строительство космодрома Восточный. Впоследствии он призван стать основной российской космической гаванью. Что будет с Байконуром после того, как Россия полностью переключится на собственный космодром?

— Действительно, Российская Федерация строит космодром Восточный на Дальнем Востоке, на который, по-видимому, будут перенесены все федеральные пуски с космодрома Байконур.

Однако необходимо отметить, что еще в 2004 году президентами Казахстана и России было подписано соглашение о развитии сотрудничества по эффективному использованию комплекса «Байконур», согласно которому срок его аренды продлен до 2050 года. Соглашением пред-

Проект создания космического ракетного комплекса «Байтерек» является совместным — российско-казахстанским. Его успешная реализация зависит от согласованных действий обеих сторон, а не только от Казах-

стана. Об этом, комментируя взаимоотношения двух стран в аэрокосмической области, заявил руководитель Казкосмоса Талгат Мусабаев. В интервью корреспонденту ИА REGNUM Мусабаев рассуждает на тему коммерциализации Байконура и рассказывает, как он сумел



усматривается участие Казахстана в реализации совместных космических проектов на космодроме Байконур, модернизация его инфраструктуры, создание новых экологически более безопасных ракетно-космических комплексов для последующего поэтапного сокращения эксплуатации ракет-носителей, использующих высокотоксичные компоненты ракетного топлива.

Сейчас ведется работа по созданию нового космического ракетного комплекса «Байтерек» на базе российской ракеты-носителя «Ангара». К сожалению, сроки начала работ сдвигаются на 2021–2022 годы в связи с загруженностью российских предприятий. Но мы надеемся, что проект будет успешно реализован и это позволит с прекращением экс-

плуатации КРК «Протон» в 2025—2026 годах перейти на эксплуатацию КРК «Байтерек». Он позволит запускать космические аппараты в интересах Республики Казахстан, Российской Федерации, а также в коммерческих целях.

Россия всегда подчеркивает, что не собирается отказываться от аренды комплекса «Байконур». Так, договором между Казахстаном и Россией о добрососедстве и союзничестве в XXI веке предусмотрено развитие стратегического партнерства в деле совместного использования комплекса «Байконур», содействие повышению степени взаимной вовлеченности в модернизацию инфраструктуры космодрома с учетом новых технологий и соображений экологической безопасности, в реализацию

совместных космических проектов, в том числе по оказанию пусковых услуг.

Два года назад была утверждена дорожная карта по совместному использованию комплекса «Байконур» на 2014–2016 годы, которая предусматривает реализацию совместных мероприятий по космодрому, городу Байконур, дальнейшему совершенствованию договорно-правовой базы функционирования комплекса «Байконур» в условиях его аренды Российской Федерацией.

Таким образом, мы считаем, что космодром Байконур может сохранить свое место в ряду космических гаваней мира как объект международного сотрудничества.

— **Работы по созданию казахстанского космического**



ракетного комплекса «Байтерек» идут уже с 2004 года. Изначально планировалось использование российской ракеты-носителя «Ангара». Затем, после существенного удорожания проекта, решено было переключиться на украинскую ракету-носитель «Зенит». Но в связи с непростой ситуацией на Украине принято решение вернуться к «Ангаре», о чем недавно заявил первый вице-премьер Казахстана Бакытжан Сагинтаев. Он же назвал время начала строительства комплекса на Байконуре — 2021 год. Можно ли говорить о том, что это решение окончательное и почему запуск проекта идет с такими «пробуксовками»?

— Проект создания космического ракетного комплекса «Байтерек» является совместным — российско-казахстанским, то есть его успешная реализация зависит от согласованных действий обеих сторон, а не только от Казахстана. Мы готовы продолжить его реализацию и дальнейшее финансирование при сохранении статуса «совместного» проекта и паритетного участия в нем российской стороны.

Перед тем как ввести в эксплуатацию КРК «Байтерек», Россия должна была еще до 2008 года обеспечить летные испытания КРК «Ангара» на космодроме Плесецк. Однако испытания были успешно проведены только в 2014 году. В итоге реализация проекта затянулась, комплекс «Байтерек» не создан, а его стоимость, соответственно, возросла более чем в семь раз.

Таким образом, в 2011 году проект был приостановлен в связи с резким увеличением его стоимости, а также неисполнением российской стороной своих обязательств по созданию и испытанию РН «Ангара».

Спустя год на уровне глав государств было принято решение о переводе проекта «Байтерек» с ракеты-носителя «Ангара» на ракету-носитель «Зенит». В 2013 году был утвержден план совместных действий по реализации проекта «Байтерек» на базе РН «Зенит». Вместе с тем в условиях сложившейся политической ситуации на Украине и резкого ухудшения российско-украинских отношений реализация проекта «Байтерек» на базе РН «Зенит» стала невозможной. Только в конце прошлого года была достигнута договоренность о проработке других возможных вариантов реализации проекта «Байтерек» на базе российских ракет-носителей.

Учитывая, что на сегодняшний день в РФ уже созда-



на и испытана на космодроме Плесецк РН «Ангара» легкого и тяжелого классов, сторонами проработана возможность возврата проекта на РН «Ангара». Подготовлено согласованное предложение о целесообразности строительства универсального стартового комплекса для пусков РН «Ангара» как легкого, так и среднего и тяжелого классов на космодроме Байконур.

В июне, в ходе празднования 60-летия космодрома Байконур, состоялось рабочая встреча первого вице-премьера Казахстана Бакытжана Сагинтаева и заместителя председателя правительства России Дмитрия Rogozина, на которой были обсуждены вопросы дальнейшей реализации проекта «Байтерек». Российская



сторона проинформировала об отсутствии возможности до 2021 года приступить к реальным работам по созданию КРК «Байтерек» на космодроме Байконур, так как все имеющиеся ресурсы задействованы на создание КРК «Ангара» на космодромах Восточный и Плесецк. Кроме того, в связи с сокращением финансирования федеральной космической программы, проект «Байтерек» не может софинансироваться из федерального бюджета.

В итоге договорились, что АО «СП „Байтерек» в 2016—2020 годах проведет подготовку всей необходимой проектной документации. Одновременно казахстанские специалисты пройдут подготовку к пусковым работам на

действующем КРК «Протон». А после прекращения эксплуатации КРК «Протон» в 2025—2026 годах планируется начать эксплуатацию КРК «Байтерек» на космодроме Байконур.

— Казахстан ставит перед собой весьма амбициозные задачи в вопросе освоения космоса. Тем не менее за годы независимости было подготовлено только два человека для отправки в космос. Но добраться до околоземной орбиты им так и не удалось. Почему?

— Действительно, с 2003 по 2008 год два казахстанских космонавта-испытателя Айдын Аимбетов и Мухтар Аймаханов прошли специальную и общекосмическую подготов-

ку в российском Центре подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина за счет казахстанской стороны.

Уже в марте 2009 года Казкосмосом был подписан контракт на осуществление полета казахстанского космонавта на российский сегмент МКС и определена его дата — 30 сентября 2009 года. Однако из-за мирового финансового кризиса финансирование не было поддержано и полет не состоялся.

Тем не менее мы не оставляем эту идею. В настоящее время нами совместно с Роскосмосом прорабатывается возможность осуществления полета казахстанского космонавта на МКС.

— Ракетный комплекс «Байтерек», спутники связи



и вещания KazSat, казахстанский космонавт — все это наиболее известные космические проекты Казахстана. Но наверняка это далеко не все, над чем работает республика в вопросе освоения космоса. Какие еще космические задачи на сегодняшний день ставит перед собой Казахстан, принимая во внимание тот факт, что вышеперечисленные начинания пока нельзя назвать успешными?

— Казахстан прошел в развитии космической деятельности путь, на который у других стран, развивающих свою космонавтику, уходят

десятилетия. И, надо сказать, достигнуты значимые результаты. Создана космическая инфраструктура, предприятия по всем стратегическим направлениям развития космической деятельности. Сформировано квалифицированное кадровое ядро научного и инженерного состава предприятий космической отрасли, укомплектовано специальное конструкторско-технологическое бюро космической техники. Казахские инженеры прошли практическую стажировку на производственных площадях ведущих европейских космических компаний.

Кроме того, созданы, запущены и введены в эксплуатацию две орбитальные группировки космических аппаратов Казахстана. Это спутники «KazSat-2» и «KazSat-3», а также спутники дистанционного зондирования Земли KazEOSat-1 и KazEOSat-2.

Завершено строительство и введены в эксплуатацию объекты наземной космической инфраструктуры. В частности, наземные комплексы космической системы связи «KazSat», наземные комплексы космической системы дистанционного зондирования Земли и наземный комплекс системы высокоточной спутниковой навигации. Завершается изготовление технологического оборудования и строительство зданий специального конструкторско-технологического бюро космической техники с опытным производством и сборочно-испытательного комплекса космических аппаратов.

На сегодняшний день создаются космические системы научно-технологического назначения, а также КРК «Байтерек». Организован и успешно функционирует Национальный центр космических исследований и технологий, объединяющий четыре научных института, в которых работают ученые, профессора и академики с мировым именем. Наряду с дальнейшим развитием традиционных направлений научных исследований в области астрофизики, ионосферы и дистанционного зондирования Земли, центр ведет успешные прикладные научные исследования по новому направлению — разработка отечественных образцов космической техники и технологий.

Мы организовали научно-исследовательский центр «Гарыш-экология». Он проводит экологический мониторинг воздействия пусков

ракет-носителей с космодрома Байконур на окружающую среду и здоровье населения, проживающего в районах влияния его деятельности.

Сейчас установлено международное сотрудничество в области исследования и использования внеземного пространства в мирных целях с ведущими космическими державами, в том числе с Россией, Украиной, Францией, Германией, Китаем, Индией, Великобританией, Италией, Японией, Южной Кореей, Израилем и Таиландом.

Таким образом, за период с момента образования Казкосмоса республика сделала огромный шаг в развитии высокотехнологичного и наукоемкого сектора экономики — космической отрасли. Создана современная космическая инфраструктура, обеспечен прорыв в разработке отечественных образцов космической техники и технологий. Далее перед Казахстаном стоит не менее важная цель — обеспечить эффективное использование созданной современной космической инфраструктуры для решения задач отраслей экономики страны, для удовлетворения ее растущего спроса на продукты и услуги космических систем.

— В последнее время старты российских космических аппаратов преследуют неудачи. В череде аварий для Казахстана особняком стоят неудачные пуски РН «Протон», использующих в качестве топлива гептил. Различные активисты проводят кампанию по запрету использования «Протонов» над территорией Казахстана, мотивируя это борьбой за экологию. Недавний падеж сайги «зеленые» также поспешили связать с «Протоном», хотя уже есть официальные выводы об ис-

ключении влияния гептила на гибель животных. Возможна ли ситуация, при которой Казахстан в одностороннем порядке запретит полеты РН «Протон» над своей территорией? И что в принципе можно сделать, чтобы минимизировать последствия космических пусков для экологии республики?

— Да, действительно, периодически поступают обращения в адрес правительства Казахстана и депутатского корпуса по прекращению пусков «Протона». Еще в 2004 году президентами Казахстана и России было подписано соглашение по повышению уровня экологической безопасности ракетно-космической деятельности. Оно предусматривает модернизацию эксплуатируемых и создание новых экологически более безопасных ракетно-космических комплексов для последующего поэтапного сокращения эксплуатации ракет-носителей, использующих высокотоксичные компоненты ракетного топлива, такие как амил и гептил. Также предусмотрено создание на космодроме Байконур ракетно-космического комплекса «Байтерек» с высоким уровнем экологической безопасности.

Сейчас продолжается работа по поэтапному сокращению пусков с космодрома Байконур некоторых типов ракет, использующих высокотоксичные компоненты ракетного топлива. Так, с 2008 года прекращены пуски ракет-носителей «Циклон-2», работающих на гептиле. С 2011 года прекращены пуски межконтинентальных баллистических ракет РС-20, также работающих на гептиле. А в 2014 году был произведен последний запуск межконтинентальной баллистической ракеты РС-18.

Кроме того, с 2012 года прекращена эксплуатация ра-



кет-носителей «Протон-К». Запуски космических аппаратов переведены на модернизированную, более экологически безопасную РН «Протон-М». Понимая большую значимость для России запусков космических аппаратов с помощью ракеты-носителя «Протон-М», Казахстан не собирается в одностороннем порядке запрещать использование данных ракет на космодроме Байконур.

Вместе с тем проведена работа по выработке предложений по сокращению пусков ракеты-носителя «Протон-М», начиная с 2016 года. Это должно уменьшить экологическую



нагрузку на окружающую среду Казахстана. Все эти меры были одобрены двумя государствами.

Сокращение пусков ракеты-носителя «Протон-М» будет производиться за счет постепенного перевода на РН «Ангара-5» на космодромах Плесецк и Восточный. Таким образом, планируется в 2025 году довести количество пусков РН «Протон-М» до пяти и практически завершить их в 2026 году.

Сейчас проводятся совместные работы в области экологической безопасности космической деятельности на космодроме Байконур. Главным предприятием от казахстанской стороны является научно-исследовательский центр

«Гарыш-Экология». Проводится экологическое сопровождение пусков ракет-носителей, использующих высокотоксичные компоненты ракетного топлива.

Стоит отметить, что значительную опасность для экосистем территорий, входящих в зону влияния космодрома Байконур, представляют аварийные ситуации, которые могут возникнуть при пусках ракет-носителей.

В районах, подвергшихся неблагоприятным факторам аварийных пусков, ежегодно проводятся мониторинговые наблюдения с отбором и анализом проб объектов окружающей среды, зоологического и гидробиологического мате-

риала. Изучается состояние диких и домашних животных, осуществляются медицинские исследования состояния здоровья населения.

Всего с 2001 года реализовано шесть совместных программ. Сейчас мы работаем над ликвидацией последствий, связанных с аварийным пуском ракеты «Протон-М» с космодрома Байконур 2 июля 2013 года.

Кроме того, готовится программа совместных работ по обеспечению экологической безопасности деятельности космодрома Байконур и социально-гигиеническому мониторингу населения, проживающего на прилегающих

к космодрому территориях, на 2015–2017 годы.

— Все свои полеты в космос вы совершили, будучи офицером ВВС России. Тем не менее в Казахстане Вас называют казахстанским космонавтом. Уже после того, как вы перестали летать в космос, вы стали начальником боевой подготовки армейской авиации Вооруженных сил РФ. А спустя несколько лет возглавили Казкосмос. На этом посту Вам не раз приходилось жестко отстаивать интересы Казахстана, порой вступая в конфронтацию с российской стороной. Скажите, каково это — быть меж двух огней и не испытываете ли вы внутреннего противоречия?

— Сразу скажу, нет никакой конфронтации и ощущения внутреннего противоречия. Я горжусь тем, что Россия и Казахстан удостоили меня своих высших званий — Героя России и Народного Героя Казахстана, за реальные заслуги перед государствами. И эти две звезды я ношу всегда вместе не только как знак отличия и признания, но и как ответственность перед своей родиной — Республикой Казахстан и страной, которая вырастила из меня космонавта — Российской Федерацией.

Так сложилось, что в то время, когда я собирался исполнить свою заветную мечту — стать космонавтом, наша общая Родина — СССР распался. Я, волею судьбы, остался в России. Тогда же я стал кадровым военным, потому что в Советском Союзе, а затем и в России, космонавты носили погоны. Но вопрос принадлежности к Казахстану в момент полета в космос был и для меня, и для моей страны принципиальным. Именно поэтому президент России Борис Ельцин и президент Казахстана Нурсултан Назарбаев перед моим полетом

в космос 1 июля 1994 года сделали специальное заявление, согласно которому мой статус был определен следующим образом: гражданин Республики Казахстан, военнослужащий Вооруженных сил Российской Федерации. Это неординарное решение было принято на уровне руководителей государств. Поэтому во всех трех полетах я был по сути казахстанским космонавтом, при этом с честью носил погоны офицера Российской армии.

По возвращении домой я по поручению Главы нашего государства приступил к работе по созданию космической отрасли Казахстана. Вот тогда уже документально оформил гражданство республики. Честно сказать, наше поколение, которое было и остается родом из Советского Союза, не особо понимало это разделение по гражданству, и тем более по национальности. А принципы чести, достоинства, служения во имя мира, заложенные Советской армией, остаются прежними в вооруженных силах и России, и Казахстана.

После переезда в Казахстан я возглавил Национальное космическое агентство, и за семь лет существования самостоятельного ведомства мы сделали рывок в деле освоения космических технологий. Практически создана отечественная космическая отрасль, реализуются крупные космические проекты, о которых я уже рассказывал. Это под силу только крупным космическим державам.

Я не раз говорил и еще раз повторюсь, что Россия была и является главным стратегическим партнером Казахстана по многим направлениям сотрудничества, в том числе и в вопросе освоения космоса.

Да, есть немало сложных вопросов, в частности, по ис-



пользованию космодрома Байконур в особых условиях аренды. Это и вопросы экологии, и создания комплекса «Байтерек», и социального обеспечения жителей космического города. Здесь мы вместе с российскими коллегами отнюдь не вступаем в конфронтацию, а, наоборот, ищем и находим компромиссы. Безусловно, у каждой страны есть свои национальные интересы, которые мы обязаны защищать.

Сегодня Казкосмос активно работает с Роскосмосом, и в своей деятельности мы исходим из принципов взаимовыгодного сотрудничества, поэтому здесь не может быть никаких противоречий. ■

Парижский смотр аэрокосмических новинок

Уже становится традицией — участие журнала в салоне, проходящем в парижском пригороде Де-Бурже. Крупнейший в мире аэрокосмический форум работал с 15 по 21 июня 2015 года. Разработчики и производители высокотехнологичной продукции, операторы ракетных и спутниковых систем собираются раз в два года для того чтобы заключить соглашения, обсудить пути развития, ознакомить всех со своими достижениями. С солидными результатами прибыла во Францию и делегация Казкосмоса — с момента проведения прошлого салона у Казахстана появилось две спутниковые группировки, создана наземная инфраструктура, строится комплекс по производству космической техники различного назначения. В Ле-Бурже состоялось много плодотворных встреч. Всегда, для человека влюбленного в авиацию и космос это будет место где сердце бьется чаще обычного. Предлагаем Вашему вниманию репортаж о работе салона.

Ле-Бурже самый крупный аэрокосмический форум на планете





Делегация Казкосмоса



Российский
Суперджет



На встрече с коллегами из России: ИСС имени Решетнева

Новинка из Канады: среднемагистральный лайнер





Американский штурмовик А-10



Многоцелевой вертолет NH-90 (Eurocopter)



Новинка салона - транспортный АН-178 с люком-рампой



Мэтр ракетостроения Александр Дегтярев —
руководитель ГКБ «Южное»

Современные носители Украины





Французское руководство уделяет большое внимание аэрокосмическому салону



Новейший спутник ДЗЗ



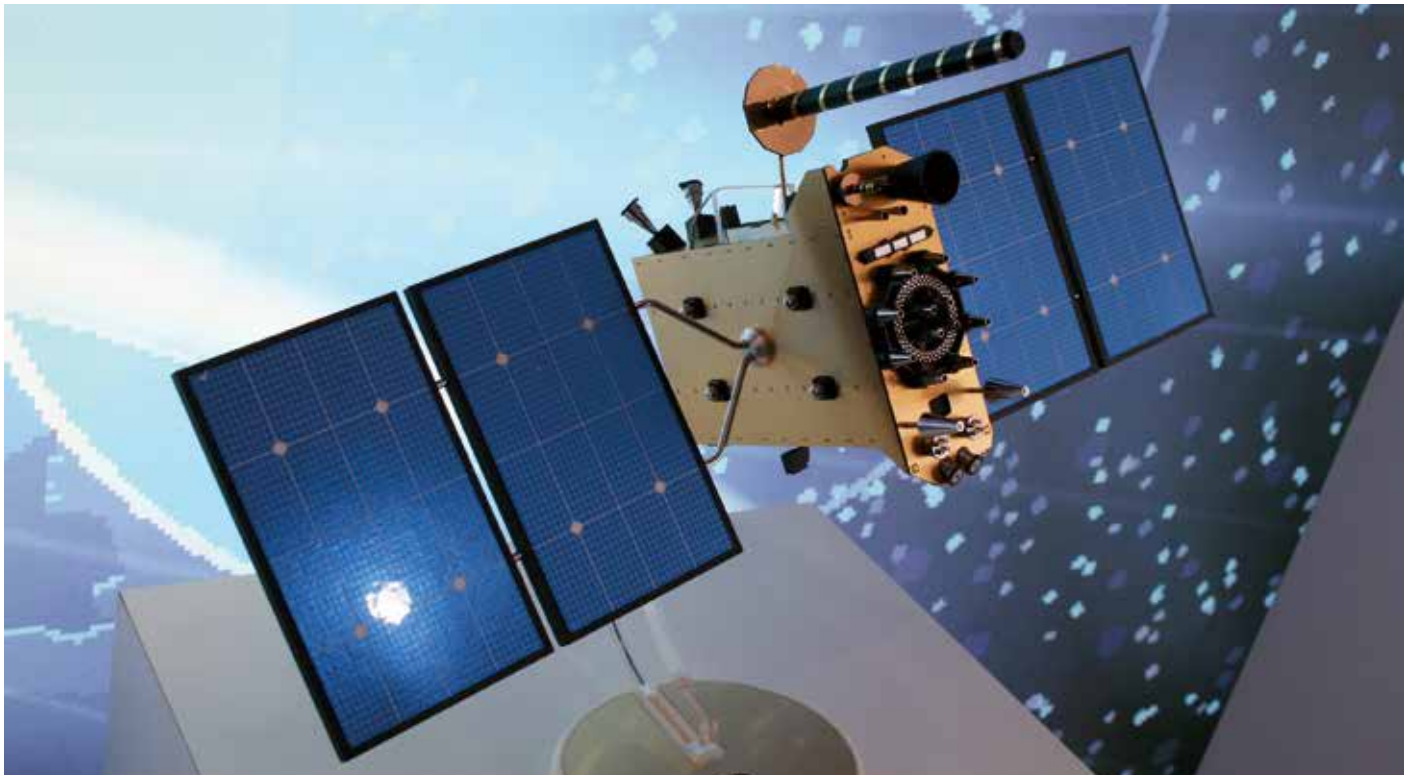


Панорама салона



Ускоритель носителя «Вега»

Спутники становятся все миниатюрнее





Военно-транспортный самолет А-400М демонстрирует свои возможности

Зенитная ракета Aster европейского комплекса SAMP





Air Astana объявила о приобретении A-320 neo

ЗРК «Железный купол» известен каждому на Ближнем Востоке



Взлет пакистанского истребителя



Ударный беспилотник компании Elbit Systems (Израиль)



Франко-американский авиадвигатель LEAP

Макет космодрома Восточный

Самый большой в мире пассажирский лайнер A-380





Комета Чурюмова-Герасименко в миниатюре



«Парадоксальный» вертолет Каман



Концепт-вертолет от Eurocopter с максимальной скоростью 450 км. в час



Тренажер MS-21



КБ имени Антонова известно во всем мире

Байконур требует ракет

Интервью Генерального конструктора-Генерального директора государственного предприятия «Конструкторского бюро «Южное» Александра Дегтярева



Александр Викторович Дегтярев и возглавляемое им КБ, давние партнеры нашего журнала. У нас хорошо налаженные контакты, из Днепрпетровска нам регулярно поступают материалы рассказывающие о плодотворной работе одного из самых известных коллективов ракетчиков в мире. Авторитет, наработанный еще в годы СССР, помог не потеряться предприятию и в транзитные годы. Сегодня

КБ «Южное» активно работает на международном рынке. С Казахстаном также налажены прочные связи.

Александр Викторович любезно согласился ответить на наши вопросы.

— **Александр Викторович, каково состояние КБ сегодня?**

— Несмотря на существующие проблемы, сложности, они всегда были, и острота их разная, мы все последние годы работаем в новых условиях.

Если работать, если думать о будущем, если сеять, то всходы будут. По прежнему приоритетными для нас остаются ракеты-носители, пусковые услуги, по прежнему остается актуальным создание космических аппаратов, сейчас мы весьма агрессивно проводим политику по этому направлению. Опираемся на международную кооперацию. Актуальным остается для нас создание двигательных установок, особенно для разрабатываемого нами ряда пер-

спективных носителей семейства «Маяк». Мы традиционно создавали двигатели верхних ступеней, рулевые двигатели. Сегодня нам нужны мощные двигатели для первых ступеней, мы над этим работаем активно. Мы также всегда были задействованы при создании ракетного оружия, в старые времена это было стратегическое вооружение, сегодня это другие задачи. К сожалению, мир по-прежнему ценит силу и мы как разработчики ракетного вооружения должны, несмотря на сложности, отсутствие полноценного финансирования, создавать основу для современной армии. Это все, к сожалению, также востребовано.

Можно сказать о еще об одном направлении — конверсии. Еще в бытность СССР мы многие вещи делали. А сегодня это и ветроэлектростанции и комбайны зерноуборочные, транспорт электрический, троллейбусы, автобусы. Медицинское оборудование, оснащение для предприятий пищевой промышленности. Разный результат у этих начинаний, но всем этим мы занимаемся. Мы недавно подводили итоги за последние пять лет — так количество работников КБ увеличилось на шестьсот человек. Молодежь приходит. Люди идут туда где есть стабильность, есть будущее. И хотя в отрасли есть конечно проблемы, например, с загрузкой нашего партнера «Южмаша», но мы видим как это преодолеть, сегодня нужно терпение, а завтра мы заполним освободившиеся мощности заказами.

— А сколько всего численность персонала?

— В КБ сегодня 5 165 человек. Каждый понедельник мне докладывают ситуацию, в том числе и данные о персонале. Это самые последние цифры.

— У КБ очень большой и интересный опыт работы с международными партнерами — с европейцами по ракете «Вега», разработка и производства блока первой ступени американского «Антареса», другими странами. Расскажите как идут дела? Были сообщения, что с Бразилией возникли какие-то проблемы?

— Ну с Бразилией нет смысла детализировать те проблемы, которые сегодня есть. Когда любой проект доходит до строительной фазы, то он начинает, что называется вылезать из сметы. А сейчас необходимость в дополнительных источниках финансирования совпала с внутренними проблемами в самой стране. Бразилия весьма энергично развивающееся государство, но это не значит, что у нее не может быть определенных спадов в развитии. Сейчас все эти вопросы обсуждаются. Давайте подождем. Проект переживает период определенной реорганизации и реструктуризации. Я вообще оптимист в этом плане потому, что все технические предпосылки для успешной реализации проекта, они все есть. Политика и финансы могут как-то повлиять. Посмотрим. Мы надеемся на завершение проекта и переход его в стадию эксплуатации.

— А европейцы и американцы?

— Проект «Вега» успешно развивается. Мы встречались недавно с господином Дордэном, главой CNES, он рассказал о росте заказов на носитель. Если не ошибаюсь, уже шестой пуск «Веги» прошел успешно. Здесь кстати пример хорошего сотрудничества — в четвертой ступени, наша часть двигателя — камера сгорания, а баковая часть, там вытеснительная система подачи,

Родился 31 октября 1951 года в г. Яранске (Кировская область, Россия). Окончил Ленинградский механический институт (БГТУ) по специальности «Двигатели летательных аппаратов» (1975) и экономический факультет Днепропетровского национального университета (2001). Прошел стажировку и обучение в ряде аэрокосмических компаний США и Франции.

После окончания Ленинградского механического института в 1975 году был направлен на работу в КБ «Южное», где и работает по настоящее время. За время работы прошел путь от инженера до Генерального конструктора — Генерального директора Государственного предприятия «Конструкторское бюро «Южное» им. М.К. Янгеля».

1975 — 1999 гг. — инженер, старший инженер, начальник группы, начальник службы;

1999 — 2005 гг. — заместитель Генерального конструктора — Генерального директора по внешнеэкономической деятельности;

2005 — 2010 гг. — первый заместитель Генерального конструктора — Генерального директора по системному проектированию и комплексному развитию предприятия;

С 2010 г. — Генеральный конструктор — Генеральный директор.

Дегтярев А.В. прошел школу проектирования, конструирования и экспериментальной отработки ракетных комплексов стратегического и космического назначения. Внес значительный практический вклад в разработку и модернизацию ракетных комплексов с ракетами семейства SS-17, SS-18 и SS-24 (по классификации НАТО), а также проектов по модернизации и коммерческому использованию космических ракетных комплексов семейства «Зенит», «Днепр», ряда космических аппаратов и спутниковых систем. Внес существенный вклад в создание известных ракетно-космических комплексов в международной кооперации — «Морской старт», «Наземный старт», «Днепр». Большое внимание уделяет реализации перспективных космических проектов, проектов создания собственных КА и двигательных установок в коммерческих целях.



это разработка НПО имени Лавочкина, наших российских коллег, с которыми у нас давние связи. Эта кооперация — независимый от нас выбор европейских заказчиков, и вот результат, четвертая ступень очень четко выполняет свои задачи, хорошая, порой ювелирная точность, что в частно-

сти было продемонстрировано при запуске казахстанского спутника ДЗЗ «KazEOSat-1». Заказаны серийные двигатели, поставки, все в производстве. Часто бывают просьбы заказчиков ускорить поставку, чтобы они могли осуществить пуск раньше чем планировалось и мы всегда идем

навстречу и я думаю, что обе стороны довольны сотрудничеством.

Что касается американцев, на «Антаресе» к сожалению была авария, хотя официально комиссия так и не опубликовала свое заключение, но всем в общем то ясно что основная причина — двигатель. Авария послужила причиной для принятия решения компанией «Orbital» о замене двигателя и сегодня мы как разработчики ступени интегрируем ее с двигателем разработки «Энергомаш» РД-181. Цель поставлена осуществить пуск первой ракеты с этим двигателем в марте 2016 года. Мы не видим здесь проблем принципиального характера.

— Но ведь это подтверждение гибкости конструкции ракеты. прежде всего первой ступени? Ее устройство, зенитовский диаметр 3,9 метра позволяют без особых сложностей «пересадить» носитель на новый двигатель.

— Совершенно верно. Это первый этап, вернуться к пусковой деятельности, затем ставится задача — оптимизация, использование возможностей двигателя РД-181, его показатели выше чем у НК-33, и можно оптимальнее проектировать ступени, это мы видим, там достаточно большой энергетический потенциал, который даст серьезный прирост полезного груза выводимого на орбиту. «Антарес», как известно ракета неоптимальная, она спроектирована по заказу «Orbital», образно говоря можно сказать, они не стремились к лучшему, имея хорошее. Такой, разумный консерватизм. А под новые задачи степень ее оптимальности повышается, и я думаю, что у нее хорошее будущее, в том числе и на коммерческом направлении, если они займутся этим всерьез.



— Наверно имея такой опыт последних лет, очевидно, в рамках обсуждения с казахстанскими партнерами у вас есть предложения по носителю, по легкому носителю? Что бы могли при благоприятном развитии событий, использовать казахстанские партнеры?

— У нас давно идет диалог между агентствами, на уровне фирм. Действительно, у нас были предложения, всерьез рассматривали создание «Байтерека» на базе «Зенита». Возможно, что последние события повлияли, но пока это вопрос отложен, как мы понимаем. Сегодня на рынке вос-

По инициативе Дегтярева А.В. на предприятии организована служба маркетинга и внешнеэкономической деятельности. При его активном участии налажены прочные контакты со многими мировыми компаниями космического профиля, космическими агентствами многих стран и организациями Европы, США, Египта, Японии, Республики Корея и других стран мира. Александр Викторович - последовательный сторонник развития международной кооперации разработчиков ракетно-космической техники и укрепления кооперации украинских разработчиков. ГП «КБ «Южное» под управлением А. В. Дегтярева принимает активное участие в проектах «Циклон-4» и «Антарес» (Таурус-II), «Вега».

Автор около 200 научных публикаций и статей по вопросам разработки ракетных комплексов разного назначения, их модернизации и адаптации для решения научных и прикладных задач, 50 изобретений и патентов, которые положены в основу технологии создания конкурентноспособных ракетно-космических комплексов. Много внимания уделяет развитию отраслевой науки и укреплению научно-производственных связей КБ «Южное» с Национальной академией наук Украины, академическими институтами, с высшими учебными заведениями многих регионов Украины.

Академик Национальной академии наук Украины (2015), доктор технических наук (2012), кандидат экономических наук (2006), академик Международной академии астронавтики (2005), Секретарь украинского регионального отделения Международной академии астронавтики (2005).

Награжден орденами «За заслуги» III и II ст. (2002, 2011), медалями Федерации космонавтики СССР имени академика М.К. Янгеля и имени академика Н.А. Пилюгина, более чем 20 медалями Федерации космонавтики СССР, России, Украины и других ведомств и органов ракетно-космической сферы.

«Почетный работник космической отрасли Украины» (2001), заслуженный машиностроитель Украины (2004). Лауреат Государственной премии Украины (2009), лауреат «Золотой медали В.Ф. Уткина» Российской Федерации (2011).



требованы носители малые, при хороших ценовых показателях. Есть вполне прогнозируемые рыночные параметры. Есть предложения, которые уже достаточно давно рассматриваются космическим агентством Казахстана, на уровне

соответствующих комиссий. Мы предлагаем разработку легкого носителя, мы хотели, чтобы это было и участие казахстанских предприятий, например Петропавловского завода тяжелого машиностроения. У завода есть хороший

потенциал, мы были там вместе со специалистами «Южмаша». Там, например баковую часть вполне можно поставить на производство, завод в хорошем состоянии. Ну а сейчас, вы знаете, активно развивается рынок пусковых услуг, мы со

многими партнерами уже работаем над тем, чтобы создать носители дешевые, так скажем прямо. Сегодня малыми спутниками, в рамках малых весов, малых объемов, благодаря миниатюризации электроники и компонентов, решаются не просто минимальные, студенческие, а решаются серьезные, вполне практические задачи. Важны точная дата пуска и точная орбита. Мы сейчас над этим работаем, задача поставлена сделать очень недорогую ракету.

— Каков гипотетический облик легкого носителя для Казахстана, два-три параметра: полезный груз, общая масса, двигатель?

— Мы предложили 1,5 тонны на солнечно-синхронную орбиту, где-то соответственно около 2,5 тонн на низкую орбиту. Две ступени, не исключена возможность наращивания грузоподъемности, при необходимости, с помощью небольшого разгонного блока, у нас есть такие разработки. Компоненты: керосин/кислород. Маршевый двигатель первой ступени разрабатывается, он еще пока не доведен до сертификации. Тяга двигателя — 200 тонн. РД-810, наша разработка.

— Когда этот двигатель выйдет на огневые стендовые испытания?

— Вы знаете, я думаю вы быстрее увидите на огневых его последователя. Мы исходя из наших внутренних задач и в соответствии с принятой стратегией разрабатываем двигатель РД-815, тягой 250 тонн. Многие решения на обоих двигателях аналогичны, размерность двигателей позволяет комплексировать, создавать двигательные установки тягой 500 тонн, 750 тонн, а вы знаете, что РД-171 М для носителя

«Зенит» имеет тягу 740 тонн. Он четырехкамерный, а у нас три однокамерных двигателя РД-815 дадут тягу в 750 тонн. Мы, с учетом также режима дросселирования, получим в итоге силовые установки с широким диапазоном тяг.

Вот сейчас много говорят об Илоне Маске и его «SpaceX». Сложно однозначно говорить, но в любом случае, он сыграл очень позитивную роль, многих заставил задуматься и кое-что делать своим подходом. И мы сегодня боремся за снижение себестоимости с тем, чтобы обеспечить для наших носителей конкурентоспособность на рынке, потому, что это вопрос нашего выживания.

Что касается даты, то я думаю, что в 2018 году мы должны стопроцентно начать огневые испытания РД-815. Наша цель, в 2019 году сертифицировать его. А автономные испытания по элементам мы уже начинаем. В этом году началось изготовление газогенератора, создаем турбонасос, камеру сгорания. Внедряем современные методы сварки, новые решения, с Академией наук нашей, с институтом Патона сотрудничаем. Конечно, сегодня невозможно не внедрять 3D технологии, принтеры, и мы уже провели работы сравнительные, проверили образцы. Получены хорошие результаты, в частности по созданию турбин, технология дает новое качество. Все это активно внедряем.

Мое мнение, что Казахстан имеет Байконур и это не только благо, но и ответственность. Нельзя не использовать Байконур. Байконур требует ракет. И ракет хороших. И здесь я считаю, что Казахстан заинтересован, чтобы ракеты появлялись, с современными показателями рыночными и это даст много для хорошего будущего страны. Мы видим и по доброму завидуем, как раз-



вивается космическая отрасль Казахстана, сейчас вы наиболее серьезные шаги сделали в области создания спутниковых группировок, они уже активно эксплуатируются, и мы уверены, что Казахстану без ракет не обойтись. ■

Эколого-гигиенические проблемы загрязнения почв гептилом и их решение

**Ж. ЖУБАТОВ,
В. КОЗЛОВСКИЙ**

РГП «НИЦ «ФАРЫШ-ЭКОЛОГИЯ» АК МИР РК



Загрязнение почв гептилом отмечается в районах падения отделяющихся частей ракет носителей (РП ОЧ РН), использующих в качестве ракетного топлива несимметричный диметилгидразин (НДМГ, 1,1-диметилгидразин, гептил). Этот вид ракетного топлива широко используется в космонавтике [1]. Использование гидразина и его производных в качестве горючего для реактивных двигателей известно с середины XX века [2,3]. Так, гидразин во время Второй мировой войны был применен в Германии на реактивных истребителях «Мессершмитт ME-163» и летающих снарядах «ВР-20». В настоящее время гептилом в сочетании с окислителем — амилом (тетраоксид азота) заправляются американская ракета «Титан», французская ракета «Ариан»,

китайские ракеты «Тянь чжень» и «Великий поход», индийские ракеты «GSLV» и «SLV», украинские и российские ракеты РС-20, РН «Космос-3М», «Рокот» и «Протон-М» [1].

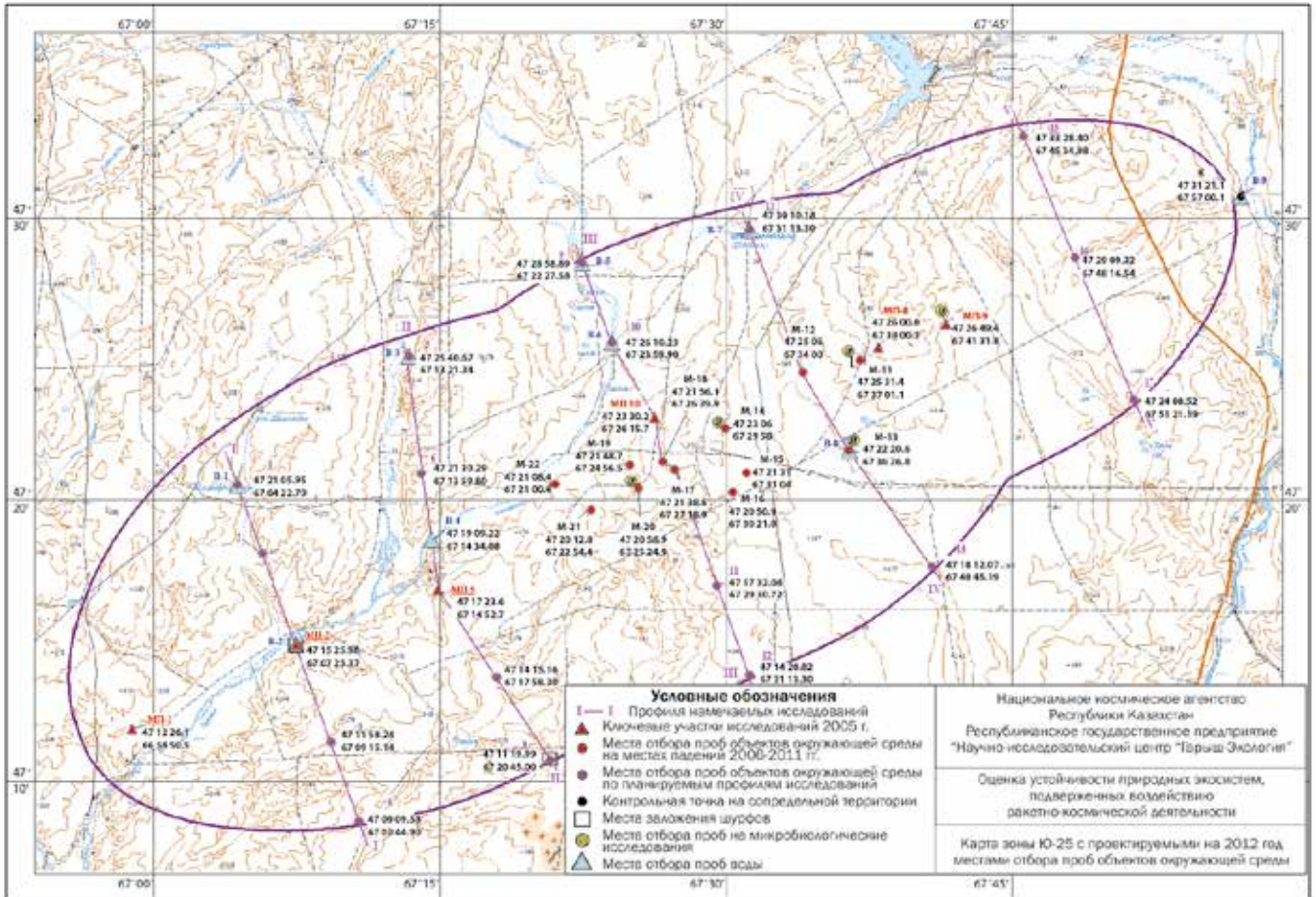
При приземлении отработавшей ступени РН и разрушении ее топливных баков возможно загрязнение почвы остатками ракетного топлива. Основные районы падения (РП) отделяющейся первой ступени ракет, работающих на гептиле, расположены в Центральном Казахстане. В процессе их постоянного использования в РП ОЧ РН сформировались природные комплексы с почвенными контурами, содержащими гептил и продукты его трансформации. [1,4,5].

Наличие гептила и его производных может обнаруживаться в глубинных слоях

почвы спустя много лет после падения ОЧ РН. В то же время на территориях населенных пунктов, прилегающих к РП ОЧ РН, загрязнений компонентами ракетного топлива не отмечается. Следует отметить, что в наше время химическое воздействие на почвы в местах падения ОЧ РН уже не столь значительно, как в былые годы. Ракеты совершенствуются в экологическом плане. Места загрязнений подлежат обезвреживанию до уровня предельно допустимой концентрации (ПДК) гептила в почве. При этом оптимальной является очистка почвы не только от гептила, но и продуктов его химической трансформации до образования малотоксичных соединений азота [5,6].

Опасность значительного загрязнения почв резко возрастает при аварийных пусках РН. В этих случаях обезвреживание компонентов топлива и контроль остаточного их количества в почве выполняется более тщательно.

Технология обезвреживания почв от компонентов ракетного топлива постоянно совершенствуется. Большое значение придается разработке экологически более эффективных и безопасных способов. Ушел в небытие метод окисления проливов топлива хлорной известью, отрицательные последствия воздействия активного хлора на все



живое в почве были не менее вредным по сравнению с гептилом. Отказались от применения водного раствора перманганата калия. Значительная нагрузка раствором марганцовки на загрязненную территорию, необходимая для окисления гептила, сопровождалась увеличением площади загрязнения почвы и растительности продуктами окисления гептила.

В 2012 году в Республиканским государственным предприятием «НИЦ «Гарыш-Экология» разработан, согласован с Министерством охраны окружающей среды и Агентством РК по управлению земельными ресурсами, и утвержден Национальным космическим агентством РК «Технологический регламент на детоксикацию почв, загрязненных несимметричным диметилгидразином и продуктами

его химической трансформации, комбинированным методом». Обезвреживание гептила и продуктов его химической трансформации основано на использовании каталитического и микробиологического методов. В качестве катализатора в детоксиканте используется 1% водный раствор комплексоната железа, а окислителя — гидроперит с концентрацией 10% по перекиси водорода. Микробиологической доочистке с использованием аборигенных штаммов микробов подвергаются почвы, загрязненные гептилом в количестве менее 50 мг/кг (500 ПДК). Внесение в почву микробов способствует восстановлению почвенной микрофлоры после химической очистки почв. Комбинированная технология обезвреживания была успешно применена при обезвреживании проливов

гептила на площади 13100 м² (в местах аварийного падения РКН «Протон-М» 02.07.2013г.). Потребовалось четырехкратное проведение детоксикационных работ с выемкой загрязненного грунта, пока уровень загрязнения почв НДМГ не снизился в 2500 раз по сравнению с первоначальными значениями загрязнения и не достиг 2-3,5 ПДК. Одновременно в 13 раз сократилась и общая площадь загрязнения.

При обезвреживании почв следует учитывать роль природно-климатических факторов. На количественное содержание и поведение химических веществ в почве оказывает влияние тип почвы, ее механический, морфологический состав, различный микробиоценоз, кислотность, а также температура, влажность, сезон года и т.д.



Распространенные в Центральном Казахстане суглинки с бурыми сильно солонцеватыми почвами, солонцами и солончаками затрудняют проникновение гептила в почвенную толщу, а песчаные, наоборот, содействуют [4,7]. Щелочная среда, малое содержание органических веществ в ней, естественное присутствие металлокатализаторов (Fe^{3+} , Cu^{2+} , Mn^{2+}), влияющих на химическое окисление гептила, способствуют его деградации в почве.

Известно, что гидразины весьма реакционно-способные соединения. Они легко вступа-

ют во взаимодействие с множеством реагентов различной природы. Все гидразины — сильные восстановители, но окисление их носит различный характер в зависимости от условий осуществления процесса, природы, числа и расположения заместителей, и, конечно, используемых окислителей [2,3]. Атмосферный кислород окисляет гидразины даже при низких температурах, хотя и значительно медленнее.

Значительная солнечная радиация в Центральном Казахстане, сопровождающаяся прогреванием почв, ультра-

фиолетовое облучение, ветры способствуют окислению гептила и выветриванию вредных веществ из поверхностных слоев почвы. Наиболее благоприятны условия для удаления и трансформации гидразинов в почве — теплый период года, который в этом регионе длится больше половины года. Время пребывания гептила в поверхностном слое почвы зависит от количества пролитого ракетного топлива, оно может измеряться часами и длиться до нескольких суток. Часть гептила проникает в почву, где процесс его хими-



ческой трансформации замедляется.

В зимнее время миграция топлива в почву исключается. На снегу проливы гептила без обезвреживания могут сохраняться длительное время, подвергаясь лишь испарениям и окислению. Весной с талыми водами гидразин-содержащие соединения выносятся из глубины на поверхность почвы, что может привести к увеличению территории загрязнения, и в том числе растений. Особый интерес представляет появление нитрозодиметилamina в растениях. Известно,

что растения способны синтезировать нитрозоамины на почвах, загрязненных нитритами и нитратами [8]. В то же время растения выполняют и другую функцию. Ученые Агрофизического научно-исследовательского института (Санкт-Петербург) при изучении влияния гептила на растительность и сопутствующую ей биоту (почвенные микроорганизмы) установили, что гептил в невысоких концентрациях, стимулируя рост и развитие растений, повышает их устойчивость к неблагоприятным факторам окружающей среды.

При этом делается вывод, что растения вместе с биотой способны эффективно перерабатывать это вредное вещество в безопасные для человека соединения. На этой основе были разработаны методы биореставрации почв при любых начальных концентрациях гептила и его производных [9].

Эколого-гигиенические проблемы гептила и продуктов его трансформации, безусловно, определяются степенью токсичности химических соединений. Гептил и его производные — гидразин, метилгидразин, нитрозодиметилamin, относятся



к первому классу опасности. В организм животных и человека эти вещества могут проникать любыми путями: при вдыхании, через кожу, с продуктами питания [10].

Основной путь профилактики отравлений — нормирование их содержания в объектах окружающей среды. Необходимо учитывать возможность поступления гептила и продуктов его деградации в организм человека по биологическим пищевым цепям: почва — растение — человек; почва — растения — животное — человек; почва — вода — человек; почва — атмосферный воздух — человек. Поэтому оптимальным является разработка ПДК для воздуха, воды, почвы и про-

дуктов питания. Такие нормативы предельно допустимого содержания гептила и продуктов его деградации существуют для атмосферного воздуха, воздуха рабочей зоны и воды, используемой в культурно-бытовых и хозяйственных целях. Для почв была принята лишь ПДК гептила 0,1 мг/кг. Однако этот пробел в последние годы постепенно устраняется. Методической основой разработки ПДК в почве является руководство «Гигиеническое нормирование химических веществ в почве» [11] и «Методические рекомендации по гигиеническому обоснованию ПДК химических веществ в почве» [12]. В рамках республиканской бюджетной программы

002 «Прикладные научные исследования в области космической деятельности» разработаны ПДК для продуктов распада гептила: гидразина (0,05 мг/кг), нитрозодиметиламина (0,01 мг/кг), тетраметилтетразена (0,1 мг/кг), диметиламина (0,2 мг/кг), триметиламина (1,0 мг/кг), диметилформаида (1,0 мг/кг) и метилтриазола (10,0 мг/кг) в почве [13].

Для обоснования ПДК производится оценка стабильности исследуемых веществ в почве, влияние их на общесанитарные показатели искусственно загрязняемых почв, на миграцию веществ из почвы в воздух, воду и растения, а также транслокация в растения и оценка фитотоксичности.

Известно, что гидразины не устойчивы к воздействию факторов внешней среды. Стабильность в почве меняется у продуктов деградации НДМГ и зависит от дозовой нагрузки. Так, при гидразиновой нагрузке в 1,0 мг/кг расчетный период полураспада вещества в почве составлял 32 часа, а полного распада — 8,5 суток; при нагрузке 100 мг/кг, соответственно, 7,2 и 47,9 суток. Экспериментально установлено, что при дозе 0,1 мг/кг уровень гидразина в почве в течение 48 часов падает на 68,5%, через 10 дней — на 82,75%. У метилтриазола расчетный период полного распада составил 657,1 суток, что позволяет условно принять это химическое вещество в качестве маркера давнего загрязнения почвы гептилом.

Наличие нормативов позволяет осуществлять эффективную оценку и контроль загрязнения почв, а также качества проведения соответствующих детоксикационных и восстановительных экологических мероприятий.

Решение эколого-гигиенических проблем, связанных с загрязнением почв гептилом и продуктами его деградации, во многом зависит от проведения комплексных мероприятий, включающих:

- поэтапное ограничение числа пусков РН, использующих высокотоксичные компоненты ракетного топлива;

- замену «гептильных» РН на «керосиновые»,

- экологическое сопровождение каждого пуска РН с космодрома Байконур с оценкой их воздействия на состояние объектов окружающей среды, включая очистку загрязненных территорий от проливов ракетного топлива;

- проведение научных исследований по экологическому и социально-гигиени-

ческому мониторингу территорий при аварийных пусках для выявления отдаленных последствий их воздействия на состояние окружающей среды и здоровья населения;

- выполнение научных работ по исследованию химизма поведения гидразинов в почве и растительности, моделирование процессов химической трансформации гептила, совершенствование методов индикации и разработки регламентов допустимого содержания токсических соединений в объектах окружающей среды, а также способов детоксикации загрязненных почв и др.

Параллельно должна совершенствоваться служба контроля загрязнения объектов окружающей среды в районах падения отработавших ступеней РН. РГП «НИЦ «Гарыш-Экология» развернуты химические лаборатории в городах Жезказган, Байконур и Алматы, которые оснащены современным аналитическим оборудованием. Создана передвижная химико-аналитическая лаборатория на базе двух автомобилей КАМАЗ, оснащенная приборами для проведения экспрессных исследований состояния объектов окружающей среды.

Проводятся научные исследования по оценке состояния здоровья домашнего скота на территориях, прилегающих к объектам комплекса Байконур.

По результатам комплексных научных исследований создан и постоянно пополняется банк данных на основе геоинформационных технологий.

Такой системный подход позволяет решать проблемы экологической безопасности деятельности космодрома Байконур, в том числе связанные с загрязнением почв компонентами жидкого ракетного топлива. ■

Литература

1. Экологические проблемы и риски воздействия ракетно-космической техники на окружающую природную среду: справочное пособие / под ред. В.В. Адушкина, С.И. Козлова, А.В. Петрова. — М.: Анкил, 2000. — 640 с.
2. Греков А.П., Веселов В.Я. Гептил. Гидразин космический. // Химия и жизнь. — 1979. — № 7. — С. 25-29.
3. Иоффе Б.В., Кузнецов М.Л., Потехин А.А. Химия органических производных гидразина. — Л.: Химия, 1979. — 224 с.
4. Касимов Н.С., Гребенюк В.Б., Королева Т.В., Проскурякова Ю.В. Поведение компонентов ракетного топлива в почвах, водах и растениях // Почвоведение, 1994. — № 9. — С. 110-120.
5. Жубатов Ж. и др. Особенности ландшафтной характеристики и ее трансформации в результате загрязнения компонентами ракетного топлива в зонах падения первой ступени ракет-носителей «Протон» и «Днепр» // Тр. 12-ой межд. конф. «Экология и развитие общества». — СПб.: МАНЭБ, 2009. — С. 32-36.
6. Родин И.А., Москвин Д.Н., Смоленков А.Д., Шпигун О.А. Превращения несимметричного диметилгидразина в почвах // Журнал физической химии. — 2008. — № 6, Т. 82. — С. 1039-1044.
7. Жубатов Ж. Обоснование и разработка концептуальных основ экологического нормирования ракетно-космической деятельности космодрома «Байконур»: автореф. ... докт. техн. наук. — Алматы, 2010. — 58 с.
8. Нитраты, нитриты и N-нитрозосоединения. Гигиенические критерии состояния окружающей среды: Совместное издание Программы ООН. — Женева: Всемирная организация здравоохранения, 1991. — С. 11.
9. Панова Г.Г. Влияние компонентов ракетного топлива на почвенно-растительную систему: автореф канд. биол. наук. — СПб.: АФИ, 1998. — 16 с.
10. Справочник по токсикологии и гигиеническим нормативам (ПДК) потенциально опасных химических веществ / под ред. Кушневой В.С., Горшковой Р.Б. // Институт биофизики и его филиалов. — М.: ИздАТ, 1999. — 272.
11. Гончарук Е.И., Сидоренко Г.И. Гигиеническое нормирование химических веществ в почве. — М.: Медицина. — 1986. — 320 с.
12. Методические рекомендации по гигиеническому обоснованию ПДК химических веществ в почве (№ 2609-82). — М., 1982. — 32 с.
13. Козловский В.А., Мусабаев Т.А., Жубатов Ж. Гигиеническое нормирование производных 1,1-диметилгидразина в почве. — Алматы, 2014., 264 с.

Использование космической информации для оценки динамики затопления береговых зон равнинных водоемов (на примере озера Ильмень)



В.А. РУМЯНЦЕВ

директор ФГБУ науки Института озероведения РАН, академик РАН, доктор географических наук, профессор

Е.Ф. ЧИЧКОВА

начальник отдела дистанционного зондирования Земли, ЦНИИ робототехники и технической кибернетики, кандидат географических наук

Ш.Р. ПОЗДНЯКОВ

зам. директора по научной работе ФГБУ науки Института озероведения РАН, заведующий лабораторией общих проблем лимнологии, доктор географических наук

В.И. УЛИЧЕВ

младший научный сотрудник лаборатории географии и природопользования ФГБУ науки Института озероведения РАН

В последние десятилетия происходит глобальное изменение водных систем под влиянием антропогенных и климатических факторов, растет потребность населения в использовании чистой воды, при этом неуклонно повышается доля водоемких отраслей в экономике. Учитывая обширность территорий как России, так и Казахстана, следует активно использовать методы исследования озер и водохранилищ с привлечением космических средств наблюдений, с широко-масштабной обработкой накопленных архивов космической информации, которые могут служить основой прогнозирования изменений состояния водных систем. Разработка и внедрение в практику новых методов изучения водных объектов на основе космических

исследований помогут более эффективно решать задачи, связанные с хозяйственной и охранной деятельностью, а также и с обеспечением экологической безопасности озер.

Использование космического мониторинга земной поверхности при изучении внутренних водных объектов дает возможность оценить масштабы изменения площади водной поверхности и береговой линии озер, расположенных на плоском рельефе в равнинных условиях (что имеет место на обширных пространствах Европейской территории России и Казахстана).

В связи с этим, специалисты Института озероведения РАН и ЦНИИ робототехники и технической кибернетики проводят совместные исследования с целью оценки произошедших изменений водно-

сти озер и водохранилищ под воздействием хозяйственной деятельности и климатических факторов на основе данных космических систем среднего пространственного разрешения с последующим анализом полученных результатов. В качестве примера таких исследований можно привести, в частности, работы по озеру Ильмень, которое имеет характерные морфометрические и гидрологические особенности, свойственные для озер, расположенных в условиях плоского рельефа, а также важное хозяйственное и рекреационное значение для северо-запада России.

Озеро Ильмень расположено в западной части Новгородской области. Относится к бассейну Балтийского моря Атлантического океана, к последниковым водоемам (на

месте более ранних водных систем). Площадь озера в зависимости от уровня воды меняется от 733 до 2090 км². При средне-многолетнем уровне площадь водоема составляет 982 км² при длине около 45 км и ширине до 35 км. Берега преимущественно низменные, заболоченные, местами — дельтовые, с множеством плоских пойменных островов и протоков; вдоль северо-западного берега вытянуты гряды, чередующиеся с впадинами; на юге болотисты.

Важное значение имеет географическое расположение озера Ильмень (рисунок 1) с точки зрения пополнения пресной водой Ладожского озера как источника питьевого водоснабжения для г. Санкт-Петербурга. По реке Волхов происходит сток воды из озера Ильмень в Ладожское озеро. В этой связи, для данного озера представляется чрезвычайно важным определение границы водоохраной зоны, т.е. территории, которая примыкает к береговой линии и на которой устанавливается специальный

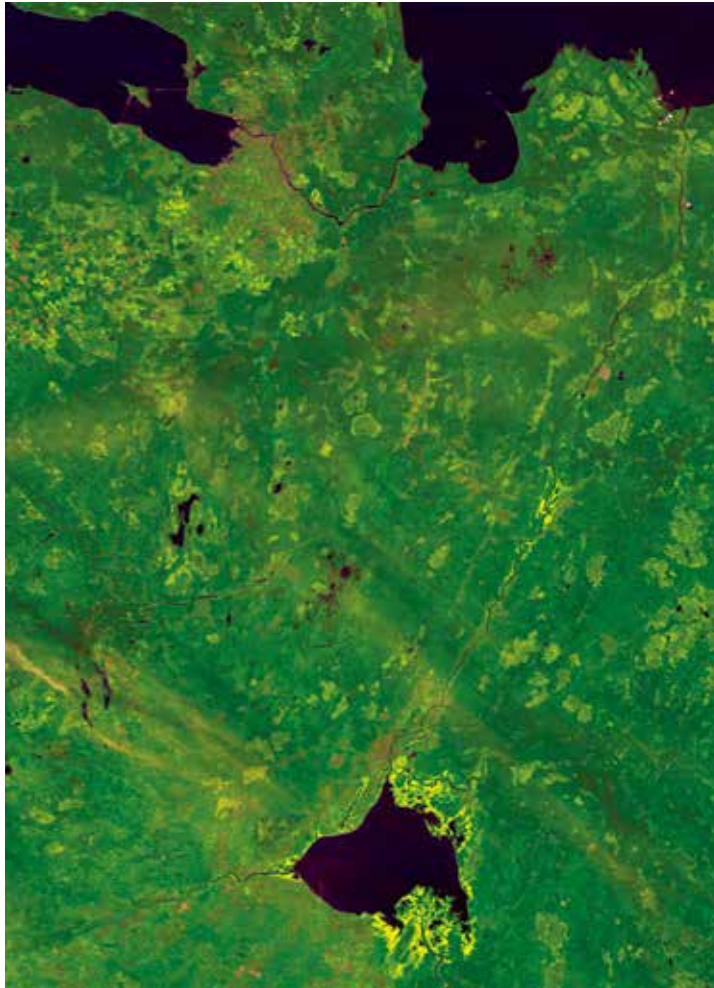


Рисунок 1.
Озеро Ильмень —
река Волхов —
Ладожское озеро,
Terra
27.08.2011г.

Рисунок 2.
Поселок Взвзд,
WorldView1,
04.06.2008г.





Рисунок 3. Типичная ситуация, характерная для береговой зоны озера Ильмень в весенний период

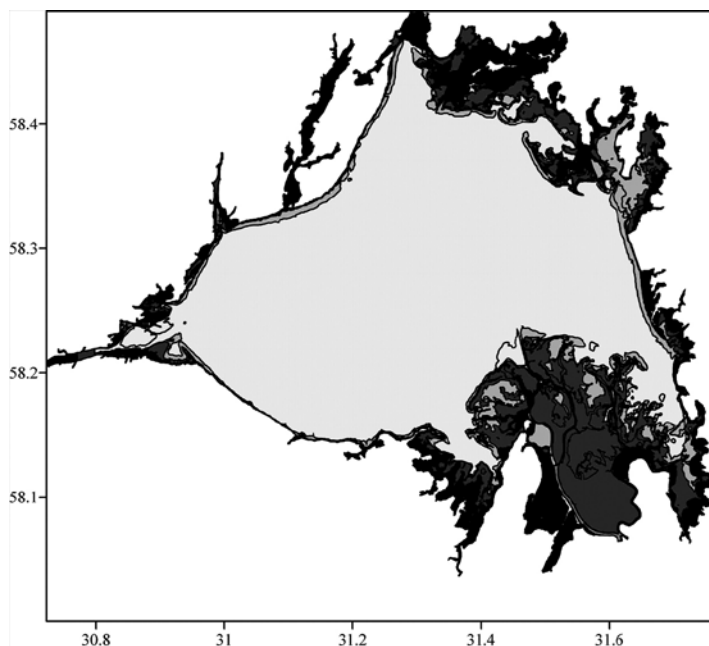
режим осуществления хозяйственной и иной деятельности в целях предотвращения загрязнения, засорения, заиле-

ния данного водного объекта и истощения его вод, а также сохранения среды обитания водных биологических ресурсов

и других объектов животного и растительного мира. В соответствии с Водным Кодексом РФ за пределами территорий городов и других населенных пунктов ширина водоохранной зоны озер и ширина их прибрежной защитной полосы устанавливаются от соответствующей береговой линии, которая должна совпадать с изолинией, определенной среднемноголетним уровнем без ледоставного периода.

По данным космического зондирования были проведены наблюдения за прибрежной зоной и береговой линией озера Ильмень. Эти наблюдения подтверждают неопределенность задачи определения границ водоохранной зоны, в соответствии с Водным Кодексом РФ, для столь быстро и существенно меняющейся

Рисунок 4. Увеличение площади подтопляемых территорий при подъеме уровня воды от 17.10 до 19.97 м БС по информации со спутника LANDSAT-7



береговой линии озера.

Например, на рисунке 2 показано изображение населенного пункта Взвад, полученное 04 июня 2008г по данным космической системы WorldView1 с пространственным разрешением 0,5 м. На снимке хорошо видны корпуса рыбного завода с пирсами. На прибрежной зоне, которая весной находится под водой, вдоль береговой линии четко прослеживаются линии каналов и плавсредства. Очевидно, что вся прибрежная зона на рисунке 2 должна иметь статус водоохранной, так как прибрежный участок ежегодно затапливается. Протяженность этой зоны составляет от 60 до 200 м.

На рисунке 3 приведена фотография с типичной ситуацией, характерной для береговой зоны озера в весенний период, когда обширные пространства, по которым проходят дороги, проложены линии электропередач, имеются различные хозяйственные постройки и т.д. оказываются затопленными водой.

Спутниковая информация, обработанная по программе BEAM- 4.6.1, позволяющая производить географическую трансформацию снимка с его привязкой, позволила определить территории наиболее подверженные подтоплению при подъеме уровня воды. На рисунке 4 хорошо заметна зона затопления и увеличение площади подтопляемых территорий при подъеме уровня воды от 17.10 до 19.97 м БС. Также видно, что на юго-западном и северо-западном берегах озера подъем уровня не приводит к большим подтоплениям, в то время как на северо-востоке и юго-востоке, в устьях рек Ловать и Мста территории затопляются на очень большие расстояния вверх по течению.

С целью наиболее подробного изучения изменения ланд-

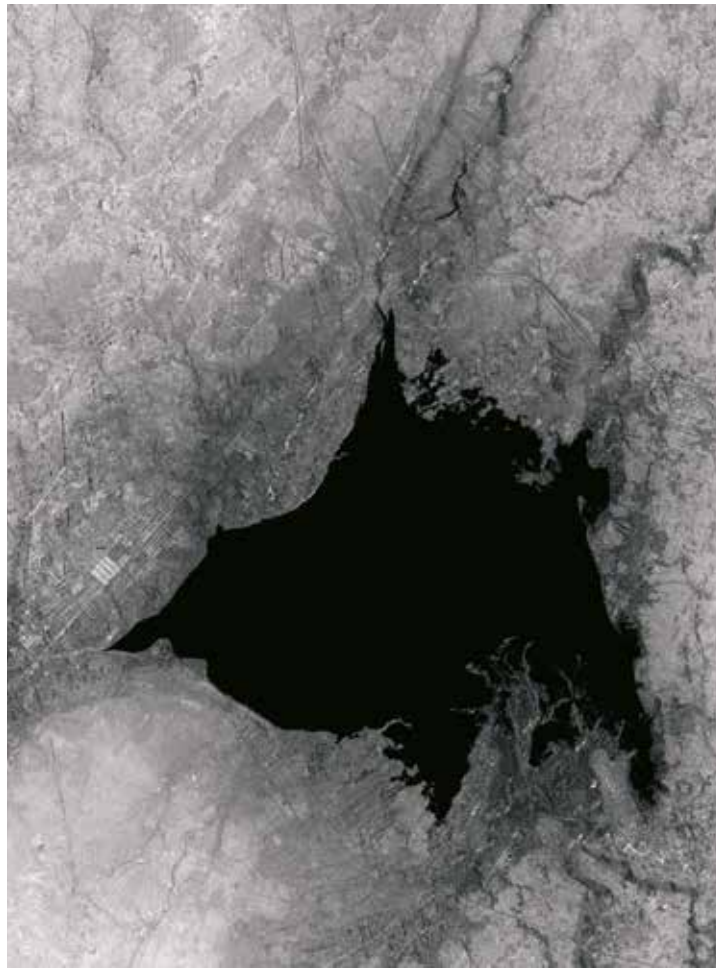


Рисунок 5.
Цифровая модель озера Ильмень

шафтов и морфометрии берегов данного водного объекта, на основе космического снимка была создана цифровая модель, которая представлена на рисунке 5. Цифровая модель рельефа (ЦМР) построена на основе данных ASTER GDEM (ASTER Global Digital Elevation Model). Данные ASTER GDEM имеют наилучшее пространственное разрешение и глобальный охват. Пространственное разрешение модели составляет (в среднем) 1 секунда/30 м. Темным фоном показаны пониженные участки рельефа, светлым – повышенные.

Также для более детального исследования речного и озерного ландшафта было использовано трехмерное изображение. Рисунок 6 представляет собой трехмерное изображение, созданное

наложением данных космической съемки LANSAT-8 07 августа 2013г. на ЦМР. Выделен фрагмент прибрежной зоны озера Ильмень в районе дельты реки Ловать. Многочисленные озера и реки, низинные заболоченные ландшафты создают впечатление зарастания озера.

Снимки озера Ильмень, полученные космической системой MODIS/Terra в 2013 году, представлены на рисунке 7 (сделанном в мае в период половодья) и рисунке 8 (сделанном в сентябре в период наименьшего уровня воды в озере). При сравнении, проведенном при помощи программных средств ERDAS, получены следующие соотношения:

- площадь озера в мае составляет 1760 км², в сентябре — 960 км²;

Рисунок 6.
Дельта реки Ловат,
LANSAT-8,
07.08. 2013г.

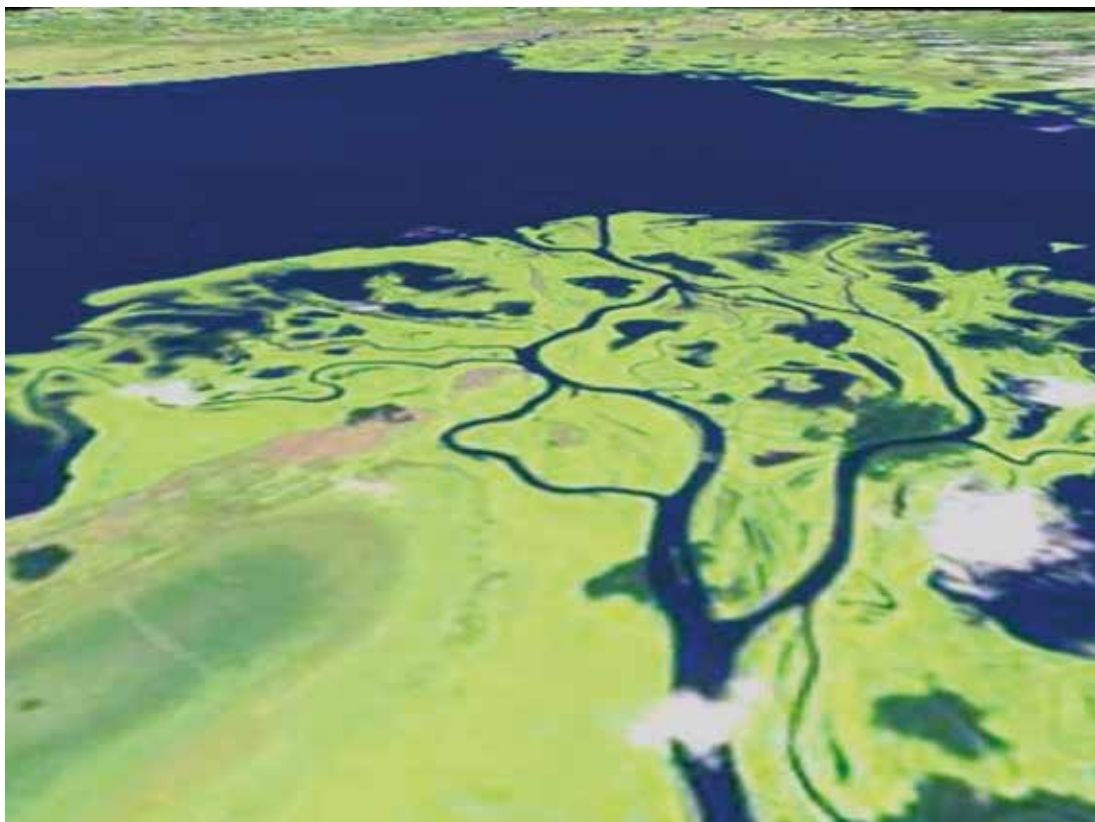


Рисунок 7.
Озеро Ильмень, Terra,
5.05.2013г.

● разность площадей
зоны составляет 800 км².

Рисунок 8.
Озеро Ильмень, Terra,
6.09.2013г.

Вся прибрежная зона, свободная от воды в сентябре, но находящаяся под водой в мае,

должна иметь статус прибрежной защитной зоны с более строгим охранительным режимом с дополнительными ограничениями природопользования. В

юго-восточной части озера такая зона имеет протяженность с юга на север до 25 км.

Таким образом, в данном случае для представленного





водоема использование понятия «водоохранная зона», отсчитываемого от среднепогодного уровня безледоставного периода в соответствии с Водным Кодексом РФ, имеет весьма условный характер. В течение нескольких месяцев определяемая таким образом водоохранная зона подобного озера находится под водой. При этом следует подчеркнуть, что такая ситуация является

характерной для многих водоемов, находящихся в условиях плоского рельефа и имеющих блюдцеобразные ложа. В данном случае, как показывает анализ космической информации, требуется иной подход к определению водоохранной зоны с учетом морфометрических особенностей таких водных объектов и характеристик их гидрологического режима. В этой связи назрела необходимость

соответствующих корректировок Водного Кодекса для учета этих особенностей.

Таким образом, использование современной космической информации позволяет резко расширить объем и диапазон решаемых гидролого-экологических задач, как в данном случае показано на примере оценки динамики затопления береговых зон озера Ильмень. ■

Литература:

1. Жекулин И.С., Нехайчик В. П. Озеро Ильмень. Л. Лениздат. 1979. 56 с
2. Истомина Э.Г., Яковлев Э.М. Голубое диво, историко-географический справочник о реках, озерах и болотах Новгородской области. — Л.: Лениздат, 1989. — 222 с.
3. Румянцев В.А., Дробкова В.Г., Измайлова А.В. Великие озера Мира. — СПб.: Лема, 2012. — 370 с.
4. Прыткова М.Я. Гидрологический режим и заиление малых разнотипных водоемов Северо-Запада — СПб., Наука, 2011, 199 с.
5. <http://www.sovzond.ru/satellites/4279/4280.html>
6. <http://geomixer.ru>

One-on-one with NASA's chief space station builder



Глава программы Международной космической станции (МКС) в NASA Майк Саффредини покинул свой пост. Саффредини считается одним из наиболее уважаемых в США специалистов в космической отрасли. Он пришел на работу в аэрокосмическое агентство в 1989 году, а программу МКС в NASA возглавил около 10 лет назад. Перед уходом Саффредини дал интервью влиятельному американскому изданию, в котором подвел итоги своей работы и дал оценку возможностям сотрудничества стран-участниц проекта МКС. Саффредини рассказал о огромном потенциале МКС для обеспечения технологического задела для следующего этапа пилотируемой космонавтики - полетам в дальний космос. Он также считает, что реальная, коммерчески оправданная деятельность на околоземной орбите возможна лишь при опоре на МКС. Срок ее работы в настоящий момент уходит за горизонт планирования. В устойчивой работе станции заинтересованы как страны-партнеры, так и коммерческие компании, активное участие которых начнется в ближайшее время.

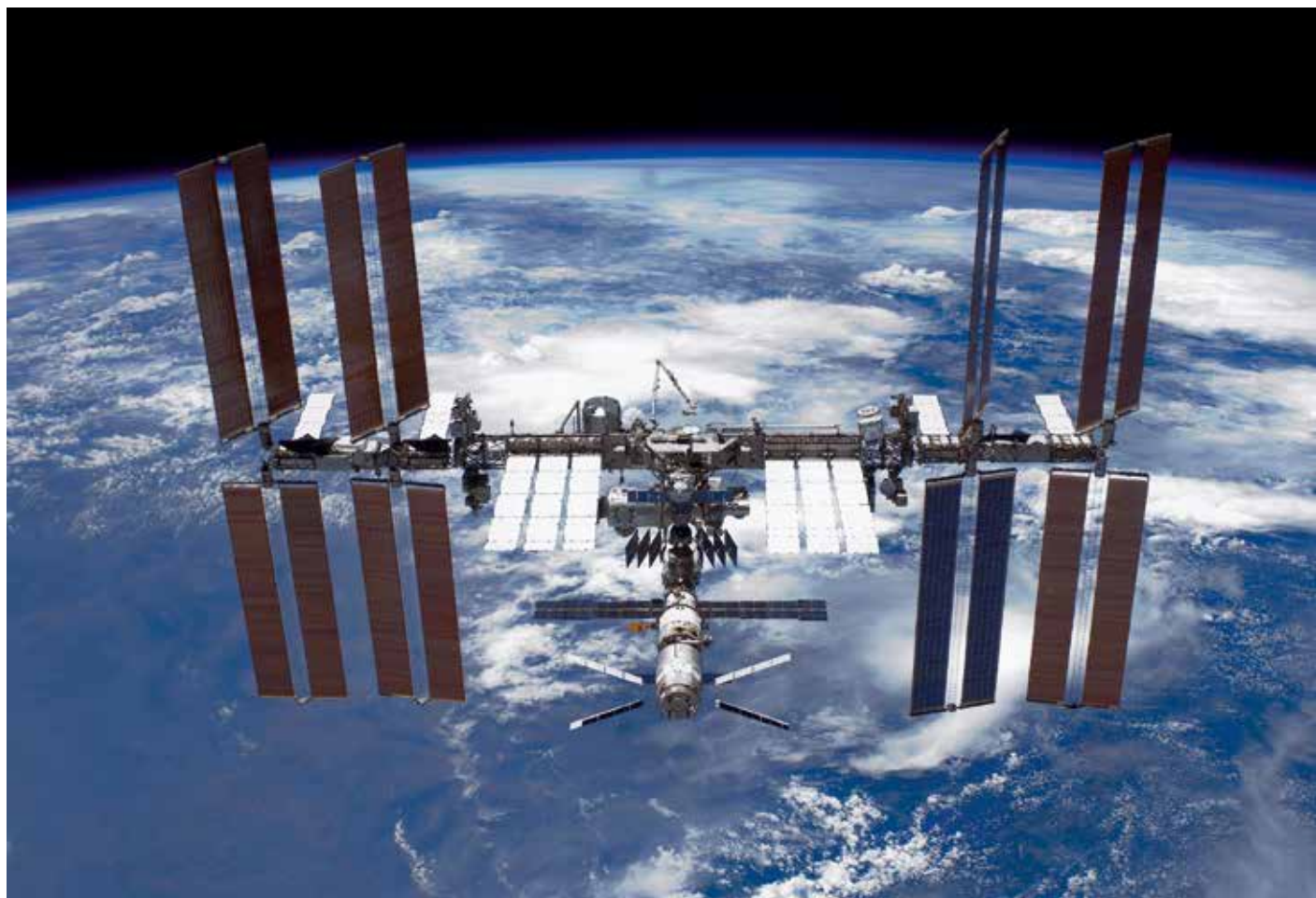
Mike Suffredini is leaving NASA after 10 years at the helm of the International Space Station program, overseeing assembly of the largest spacecraft ever built and shepherding the program through numerous political and technical roadblocks.

He took over as space station program manager at NASA's Johnson Space Center in Houston in August 2005, and his last day at NASA is Sept. 9. Kirk Shireman, deputy director of JSC, takes over as program manager after Suffredini's exit.

Suffredini oversaw a flurry of space shuttle assembly flights to finish construction of the complex after the Columbia accident, a period with an unprecedented pace of spacewalks and engineering challenges that many insiders say rivaled the Apollo moon missions, at least in technical complexity.

After the last space shuttle mission in 2011, the space sta-





tion entered a new phase focused on research into how the human body responds to spaceflight, new life support systems that future missions into deep space will use, and new manufacturing techniques in orbit.

Scientists working on new treatments for Salmonella food poisoning and Duchenne muscular dystrophy use the space station to develop potential vaccines, and the research lab received its first 3D printer last year, a unit that could help astronauts build their own spare parts instead of relying on a supply line from Earth.

NASA's focus now is to utilize the station as a testbed for the agency's plans to send astronauts beyond Earth orbit. Besides serving as a pathfinder for future expeditions to lunar orbit — a region known as cis-lunar space — and eventually Mars, the sta-

tion is opening up space to new commercial tenants.

Suffredini says he hopes the International Space Station can prove there is a market for a commercial platform in low Earth orbit after its retirement. His next job is to study just that for SGT Inc., a consulting and engineering services firm based in suburban Washington, D.C.

SGT plans to set up a commercial space division, which Suffredini will head from Houston.

At the top of the list for scariest moments in Suffredini's tenure: A spacewalk in 2013 in which astronaut Luca Parmitano's helmet filled with water, obstructing his vision and hearing and forcing a rush back to the airlock.

With a price tag of more than \$100 billion, the space station is the product of a 15-na-

tion partnership that solidified in 1994 with an agreement for Russia to participate in the ambitious engineering project. Russia's inclusion was part of a post-Cold War thawing of relations between Washington and Moscow, and it helped solve the space station's budget woes.

The first piece of the outpost launched from Kazakhstan in 1998, and the station has been permanently occupied since November 2000. It now flies 250 miles up, having hosted 220 people from 17 countries.

Now the station faces new hurdles in its logistics pipeline after a series of three failures of uncrewed resupply missions conducted by Orbital ATK, Russia and SpaceX, the lab's three primary cargo providers.

NASA is working with Boeing and SpaceX to develop com-



mercially-operated crew transport craft, but the commercial crew program's goal to begin operations in 2017 appears in jeopardy, mainly due to budget concerns. The uncertainty has forced the U.S. government to renegotiate an agreement with Russia to accommodate NASA astronauts on Soyuz capsules a year longer than hoped.

Then comes the space station's end-of-life plan, when mission control will evacuate the complex and drive it to a destructive re-entry over the remote South Pacific.

The U.S. government, Russia and Canada have agreed to continue space station operations through 2024, and decisions from the European Space Agency and Japan are due soon. But it may take longer to finish work on the station required to support NASA's deep space exploration plans, and few are convinced a commercial orbiting lab will be flying to take over by the mid-2020s.

Before becoming program manager, Suffredini was deputy manager of the space station and led the program's operations, ve-

hicle development and business management divisions. He also worked in the space shuttle program after joining NASA in 1989, and holds a bachelor's degree in aerospace engineering from the University of Texas at Austin.

Suffredini chatted with Spaceflight Now in his final weeks as NASA's head of the space station partnership, sharing his memories, vision for the commercialization of low Earth orbit, and the status of the program in its 17th year of flight.

— Can you update me on how research is doing aboard ISS? Did the SpaceX failure affect it at all?

— Our plan with SpaceX-7 was not a flight with a heavy focus on research, but yes, of course, we lost research. But we had so much already on-board that we could keep working. We always keep a backlog. There's a version of our consumables chart that also talks about utilization now. We sort of track and keep a certain backlog of utilization on-board.

A lot is going on, particularly with the one-year crew, in hu-

man research. So we have quite a bit of supplies to do the human research part. With the backlog and the focus of research being primarily human research right now with the crew, that's one of the higher level efforts going on on-orbit. We've managed to keep the crew busy.

We're averaging something like 39 hours per week right now. In the next increment, we're shooting for a minimum for research. I think we'll do better than that, but between now and the end of the year, we're looking at a bit of a lull in research based on what was lost on SpaceX-7. We'll probably also do some EVAs (spacewalks). On HTV, we have some research to keep the crew busy, then we have some EVAs, so by the time we get to Orb-4 in December, then we'll have a big rush of research. When that arrives, it would be nice to have some of this other work done, so we're going to try to do a mandatory minimum, even though we'll be busy after we're done, and probably be down about two, three or four hours per week between now and the end of the year. We'll also do some EVAs in order to get that work behind us, so when we start catching back up with research, we'll have more crew time to dedicate to it.

— You've spent a decade at the helm of the space station program, and I want to get your reflections on the achievements and challenges you've faced in that time. What stands out to you?

— If you think of challenges, I think about them in a couple of bites in terms of immediate issues. We've had two or three big orbit challenges that I've dealt with as program manager. Of course, we had the Luca (Parmitano) incident. That was pretty critical in terms of risking life. We had the solar array tear and the subsequent repair. That was

pretty significant. We had the SARJ (Solar Alpha Rotary Joint) problem. We sorted that out and haven't talked about it much since then, but that was a big deal for us in terms of trying to figure out how to recover from that.

Earlier in my career, before I was program manager, we also lost all three control MDMs (during the STS-100 shuttle flight in 2001). That was a pretty harrowing moment, when we still had the pallet attached that had the SSRMS (robot arm) on it, and the Russians had launched and didn't have loiter capability, so they needed to come dock, and here we are with all three computers lost and no way to get the pallet off and get the shuttle on its way. That was pretty exciting.

From that aspect, we've had a number of moments in our lives building and operating ISS that were challenging, but of course, the team did a fantastic job. I've told folks my job was just to remain calm and keep everyone pointed in the right direction. All the real work was done by the men and women that operate and maintain the ISS. They're just a fantastic group of folks.

The challenging areas for us have been the transition from having the shuttle to not having the shuttle. The work we had to do, not only to really negotiate how many shuttles were going to be left in the program, but also to work within the partnership because of that impact, and trying to get everybody until the end and figure out how to successfully physically transition because when the shuttle was done, we expected some slips before the commercial (cargo) vehicles showed up. But they slipped more than we thought, and in the end, it turned out all of our pre-positioning (of logistics) really helped us get through that, so it didn't look like a big deal on the outside. But that was a big challenge, transitioning away from



the shuttle onto commercial cargo. That was one of the biggest challenges we dealt with because of the political challenges, the technical, the international partner implications and challenges, and trying to sort through that. That was a big moment for us as a program.

Another one was when we transitioned ourselves. We really needed to change our mindset from assembly to utilization. That took some figuring out, but we figured out how to do it. That's how we operate today. The team that really worried about how do we assemble ISS, all of those same teams now focus on how do we make utilization as efficient as we can, as opposed to having one organization worry about utilization and another organization worry about how to build and operate the station. We've evolved away from that now that everybody is focusing on how to operate and sustain the vehicle in order to do research as efficiently as we can. To me, that was a big transition for us.

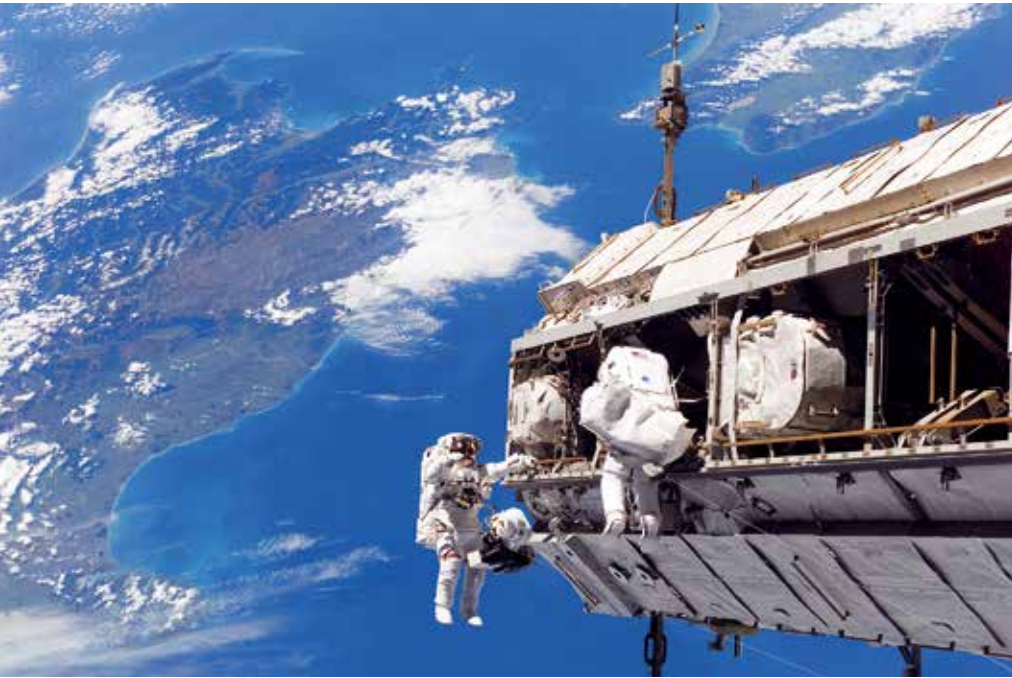
— **What do you see as the major challenges over the next**

few years for the space station program?

— Getting back on solid ground with regard to logistics. That's going to be a big challenge for us. We don't have a lot of margin in the systems right now, so getting those vehicles flown and getting ourselves back in a more robust posture, that's a challenge for us.

I think it'll be a big challenge to transition to commercial crew, not a challenge like we shouldn't do it, it's something we need to do, but it'll be interesting to transition from the mindset where somebody else does all the search and rescue and the crew training and all that, to now we need to transition to commercial crew. We not only have to fly the crew, we have to recover the crew and also, perhaps most challenging, is how do you transition from Soyuz to commercial crew when you don't exactly know when commercial crew is going to be there. That's a big challenge for us.

The other one is to put ourselves in a posture to clearly focus on growing the research, particularly the research into commer-



cialization of low Earth orbit. We truly need to focus on that. We need to figure out how to make it as efficient as we can so more and more customers can utilize ISS, and then someday somebody can create a business case based on real data that says if I build a low Earth orbit platform, I can make money, and at that point we'll have somebody build a platform that will replace ISS.

That's critical for the growth of the economy in low Earth orbit, and also to relieve NASA of that responsibility so they can move on and explore beyond low Earth orbit. We really need to build the case so that we can keep a low Earth orbit capability, so NASA, and perhaps the partner countries, can focus on going beyond low Earth orbit.

— **The partners are starting to get on-board with extending the ISS lifetime to 2024, but how long do you think it can fly based on structural analyses? Also, how long do you think it should fly to capture all the data required to be able to press on into deep space?**

— We've done the work to tell us 2028 is OK structurally. I

would tell you based on how we got to 2028, and the margins I saw in the system, that you could probably go at least another four years on top of 2028. At some point, you get diminishing returns, but because we have so much of the hardware made to be replaced on orbit, and if you use a process that keeps you efficient with regard to how you build spares and repair spares, I think you could remain relatively cost-effective. I think you could go another four years on top of 2028, but that's just me wagging a number in front of you.

Really, the answer to your other question has got to be driven by two factors. Station can go away when there's a commercial capability that's available such that we can complete the work we need to do in low Earth orbit to support exploration. Some people are not quite you're ever going to complete your work in low Earth orbit because there's a lot of critical systems you want to test close to home in a micro-gravity environment before you decide you want to go to Mars or even cis-lunar space. I'm not sure you can ever wean yourself from

a low Earth orbit capability, but if NASA got to the point where they thought they had their systems all tested, then the other reason ISS can go away is because governments don't have to stay in low Earth orbit. There's two factors: Either there will be another platform to take over from ISS, or governments decide they don't need it anymore, and they can go and explore without it.

I foresee we'll find you may never get to the point where you don't want some capability in low Earth orbit, but we certainly may get to the point where we don't want to pay for that anymore as a government. That's why one of the most critical things for us going forward is to continue to become as efficient as we can doing research on-board and be getting potential commercial providers to the ISS inexpensively so they figure out what is going to make money and what won't make money in low Earth orbit, so that somebody someday can sit down and show a business case to show you can make a profit from a low Earth orbit platform.

That's really critical going forward — that NASA be given what it needs to get as many potential commercial providers to ISS to see what will work and won't work in research, and even in manufacturing.

— **I know it's not politically tenable in the current climate, but the Chinese may have a space station in the 2020s. That's several (presidential) administrations away, so things could change.**

— Absolutely. That's a possibility. You don't know what they're building a station to do, so you don't know capabilities they might have. The Russians have said also that they're interested in having a government platform. If you can build a commercial platform though, that governments can use and feel good about uti-

lizing, then that would save them that money and allow them to buy time on a commercial platform. The objective, of course, is to have enough capability in low Earth orbit so that could be an option for many governments, so they can focus their investment on beyond low Earth orbit, and just utilize a capability in low Earth orbit for all the things they'll need to test out for things like that.

— **How important is it to not have another gap between the end of ISS and missions to cis-lunar space or Mars?**

— I think it's critically important. I think if we stop flying humans into space that we may be stuck. There would be a longer row to hoe to get going again. Much longer, I think. It's vitally important to keep the momentum we have going. The commercial piece will be a big part of this. When you grow commercial, then space becomes a market for everybody, not just NASA and other governments. Then it becomes more of a conversation, not an if. It's like, 'Hey, we're in low Earth orbit, half-way to anywhere in space.' It becomes more part of a conversation of when we're going to go beyond. I don't think we will be there if we let station go away before we're ready to go do human flights to cis-lunar space.

— **I would like to get your thoughts on the space station's place in space history. Looking back decades from now, what will have been the role of ISS in the development of space?**

— Our thoughts on what the space station would do have evolved. I view the space station as what allows us to explore beyond low Earth orbit. Without it, we wouldn't be able to do that. The other big legacy of ISS will be the economy in low Earth orbit. It will be what allows us to build an economy such that businesses have, no kidding, a use for a laboratory in



Earth orbit that is commercially viable. To me, those two things are what will be the legacy of ISS.

— **What are your future plans, and when is your last day at NASA?**

— My last official day at NASA is Sept. 9. That's when I check out. This will be my last week (Aug. 17-21) of sitting at the head of the table. Next week, I'll be there with Kirk (Shireman), and Kirk will be doing all the standard meetings. I'll be there to answer questions and the like, then I go to represent the program at the Soyuz launch, and then I come home and my last day is Sept. 9.

On the 14th (of September), I begin work as an employee of SGT working directly for Kam Ghaffarian as his Vice President for Commercial Space, which is a new division being created when I get there. It's a new division to go look at private and public partnerships, and investigating the idea of building a commercial low Earth orbit platform.

— **So it's directly building off of what you just mentioned,**

the commercialization of low Earth orbit?

— Like I told Kam when he talked to me, I said, 'I don't know how to do anything except build and operate a space station, so I don't know what else I can do to help out.' We thought it would be good to build this division, which will look at a lot of aspects of commercial use of low Earth orbit and investigate different types of partnerships. Part of it also is to go do a study to figure out what sort of platform would be viable, and if we can go off and see if we can put something together to build that.

— **NASA just signed a contract modification with Russia for Soyuz crew launches in 2018 and landings into early 2019. Were you surprised that was necessary? Were you disappointed?**

— I would like to see us fund commercial crew to get that capability as soon as reasonably possible. I would have preferred to see us fund it at a higher level in order to fly sooner. Just in general, that's my reaction. We kind of knew (a delay to) 2018 was



possible and that's why we went and secured the Soyuz seats for 2018. If we don't get funded at a higher level, then we may very well have to look at 2019 seats as well. That's not something we want to go to do to keep the space station going.

It's not only that. Until commercial crew, we're going to really start bumping up against crew time, and so we'll be limited by crew time. I was hoping we would never get there, but we're really starting to bump up against it now. So the longer we wait, it's just research that's not getting done in orbit. For the amount of investment you're talking about, that's really a shame that we're kind of wasting that time on-board station because we'd be a lot more productive if we get these guys funded at a higher amount.

But I understand politics, and it's not the first political thing that's affected us. Our job is to continue to communicate to our stakeholders, to explain the implications, and what they ask us to do is what we'll go off and implement.

The higher amount you speak about is the administration's request of \$1.2 billion?

— **Correct.**

— **So you don't need more than that \$1.2 billion to stick to the schedule for the end of 2017?**

— I don't manage that program, so I would be telling you something that's probably not safe to say. The way I understand it is given the administration's funding, they believe they can remain on schedule relative to what they were originally shooting for. I will tell you that schedule is technically challenged. That's why we procured Soyuz seats. We thought they'd end up flying in 2018 vs. 2017. So they were already challenged with the amount of money we were requesting, but now it might be even more at risk. So I don't know really. The budget that was asked for was what they asked for, and that's what they do. I just know the implications of the budget request and the delta

budget that's been discussed as a possible budget for us.

— **A few more questions about the status of the vehicle. Have you turned on the contract for IDA-3 (International Docking Adapter-3) with Boeing (to replace the docking adapter lost on the SpaceX failure)?**

— We had it at the last board (meeting). Yes, that just got the approval as a contract option. So yeah, we turned them on to be able to work on IDA-3.

— **When does that fly?**

— We've identified SpaceX-14. You could probably guess that SpaceX-14 is in 2017 somewhere. If we fly SpaceX-9 in the spring, it'll have the (second) IDA on it, so with that IDA and the C2V2 (communications antenna) system, we can begin doing dockings. We're going to put IDA-2 on PMA-2 (Pressurized Mating Adapter-2), so it'll become the Node 2 (Harmony module) forward docking port. We'll be able to support the near-term dockings that are required.

The extra docking port gives us redundancy and also gives us the ability to do direct crew handover, but we would certainly have the next port up there before commercial crew got flying. If we got funded and they started flying in late '17 or early '18, we'd have the extra IDA up by then to support direct handover. If (IDA-3) got pushed back for some reason, we could certainly do it with one. We'd just have to do in-direct handovers which we know how to do.

— **Boeing has parts for IDA-3?**

— That's largely true. There are some components they've got to procure, but the long-lead items were procured, so in that respect that's done. They gave us a pretty long schedule that we're now working to push back in to

see if that can meet this mid-2017 launch date (on SpaceX-14).

So in some respects, it'll make sense from a numbering standpoint because IDA-2 will be on Node 2, and IDA-3 will be on PMA-3, if you're looking for the silver lining.

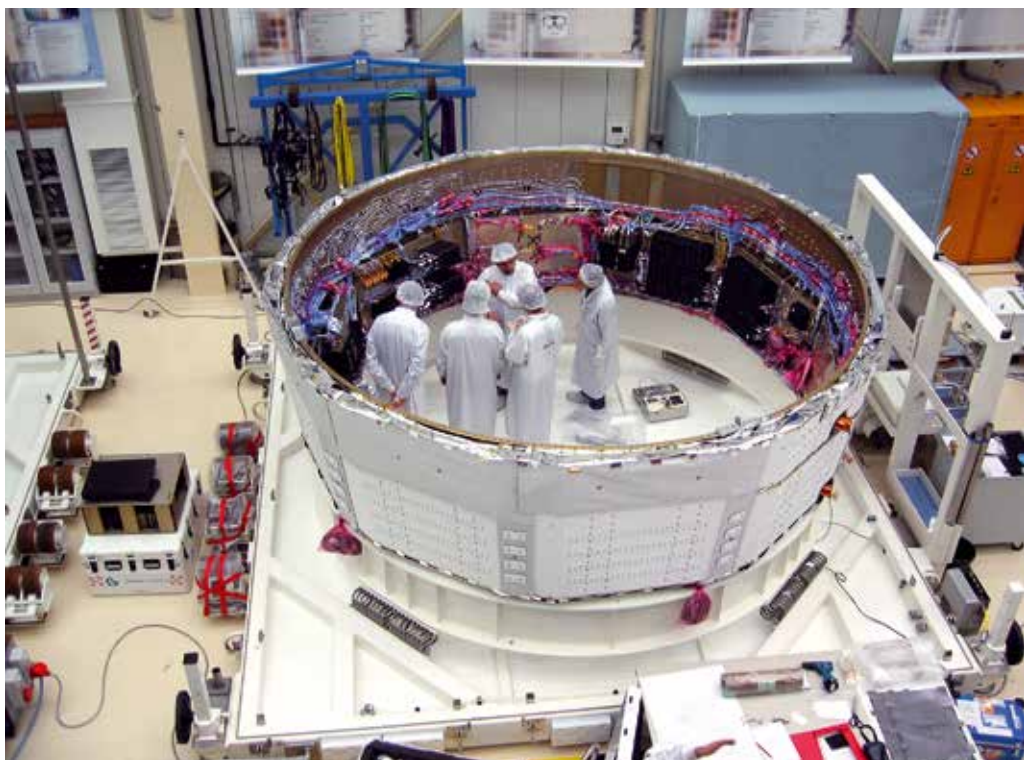
— **How are you doing with downmass? Do you require someone else to provide downmass besides SpaceX?**

— The Dragon capability is quite sufficient for our needs. You fly three or four Dragons (per year) with 1,500 kilograms (3,300 pounds) of capability for return, and something like six powered mid-deck lockers, that's quite a bit of capacity to take care of our needs.

— **How are the spacesuits doing? I know you lost one on SpaceX and you've been working a water pump issue. Are they ready for EVAs?**

— We lost one of them. We were going to bring home EMU 3011. We installed a fan set pump inside 3011, and it's been checked out. Meanwhile, we have this water pump rotor issue. This is the water pump that pumps water through the coolant system. Everything else works. The team has gone off and done quite a bit of work to determine root cause. We think we understand it, and we think this version of the rotor will be less susceptible, but the suits that we have do have quite a bit of run time on them, so we think their rotors are OK.

The failure mode associated with this, there's no alarm that goes off with the with pumps. You eventually figure out that you're hot, and you switch the coolant loop switch, and you don't cool down. That's when you figure out it's not working. In that case, you just slow down and get your metabolic rate back down. There's still cool air blowing in through the helmet over your face. Quite a few



crews spend quite a bit of time in bypass (mode), so they don't use the cooling loop much, through the LCVGs, the liquid cooling garments. We'll test it when we go outside right as we go out the airlock. We'll check it to confirm it works as we start.

If we get to this point during an EVA you just stop, sit still, slow down and cool down. You may start putting stuff away slowly, you just do kind of an orderly slow clean-up and start working your way back to the airlock. When the sun sets, you're fine really. When the sun's up, if you have a high metabolic rate, then you might be uncomfortable. It's not life-threatening, so there's no rush to come in. Now that we've done all these assessments, we're planning for some EVAs this fall. We're talking about doing two pairs of EVAs possibly.

— **So those EVAs are to prepare for commercial crew dockings?**

— The main things we've talked about is we've got the SS-

RMS LEE (robotic arm latching end effector) that we need to lube. We've got cameras we need to fix. We've got PMAs (docking ports) to disconnect, move with the arm and then reconnect. Of course, we can't do all that in one EVA. There's some configuration work that we need to do to be able to do that. Also, when we had our (ammonia) cooling pump issue, we deployed our radiator on P6 — the trailing radiator — and we really need to get that thing put back away because when it's sitting out there, it's a higher risk with regard to MMOD (orbital debris) impacts. Everything is cooling fine now, so we'd like to put it away so we're less susceptible to impacts. That's one of the big things on our list for things to go do, retracting that array, which takes some time. We have a number of things we need to take care of, including possibly getting the PMA-3 work done if we can get that done with everything else we've got to take care of. ■

Spaceflight Now, September 2015.

Professor Sir Martin Sweeting awarded Honorary Fellowship by the Royal Aeronautical Society

The Editorial board congratulates our friend and colleague, Sir Martin Sweeting on the high award and offers the readers material about the great achievements of the SSTL



10 декабря 2015 года член Редакционного Совета нашего журнала профессор, сэр Мартин Свитинг был удостоен высокой награды, Королевское общество аэронавтики удостоило его своей почетной Премией. Королевское общество отметило, что профессор, сэр Мартин Свитинг отмечен в знак признания его научного лидерства и исключительный вклад в разработке технологии применения малых космических аппаратов и создание на этой основе передовых форм международного сотрудничества. Компания SSTL, руководимая Мартином Свитингом не относится к крупнейшим, зато она одна из наиболее инновационных фирм в мировой космической отрасли.

Редакция журнал поздравляет нашего товарища и коллегу с высоким достижением и предлагает вниманию читателей материал о больших достижениях SSTL.



10 December 2015 — Professor Sir Martin Sweeting, Executive Chairman of Surrey Satellite Technology Ltd (SSTL) and the Surrey Space Centre at the University of Surrey, has been admitted to Honorary Fellow-

ship of the Royal Aeronautical Society (RAeS).

Sir Martin Sweeting's award of Honorary Fellowship was made in recognition of his leadership and exceptional contribution in pioneering the use

of Commercial-Off-The-Shelf (COTS) technologies in space and in particular the use of small, low-cost satellites for practical applications, as well as new forms of international collaboration in space that recognise the inherently global nature of satellites.

Sir Martin received his certificate of Fellowship at the Royal Aeronautical Society's annual Wilbur and Orville Wright lecture, held on 9 December at the Society's headquarters in London.

Sir Martin commented «Over a span of many years, I have both attended and delivered many lectures at the Society, and these have proved to be invaluable opportunities to exchange insights and nuggets of information with both Members and the general public. It is therefore a tremendous honour to be elected to Honorary Fellowship of the RAeS, an institution which I greatly admire for its dedication in promoting the aerospace industry all over the world, and



for its commitment to sharing knowledge and ideas».

Martin Broadhurst OBE FRAeS, President of the RAeS, said: «For over a century, the Royal Aeronautical Society has been honouring outstanding achievement, innovation and excellence in aerospace and the admittance of Sir Martin Sweeting to the Society as an Honorary Fellow is no exception. Thanks to Sir Martin's leadership and entrepreneurial spirit, SSTL have pioneered the development of small, affordable satellites for a huge range of applications giving the UK a leading position in this arena. Sir Martin has also been at the forefront of increasing awareness of the economic and social value of the space industry in the UK and promoting the sector to government».

The unsung success of the UK space industry

When you mention space, who or what comes to mind?

Probably NASA, Apollo and the Space Shuttle, Russian cosmonauts and Sputnik, the rise of the Chinese and Indian space programmes and the European Space Agency. But the UK?

Largely misunderstood by the public and overlooked by governments until a few years ago, the UK's space industry is an unsung success. Since 2000, turnover has risen by 8.8% a year and, according to a recent study from consultant London Economics, it employs around 37,000 people directly and generates almost £12 billion a year.

According to Andy Green, co-chair of Britain's Space Leadership Council: «The future for Britain's space industry is not about huge fireworks that cost tons of money; we're looking at smaller, cheaper investments that will provide real returns».

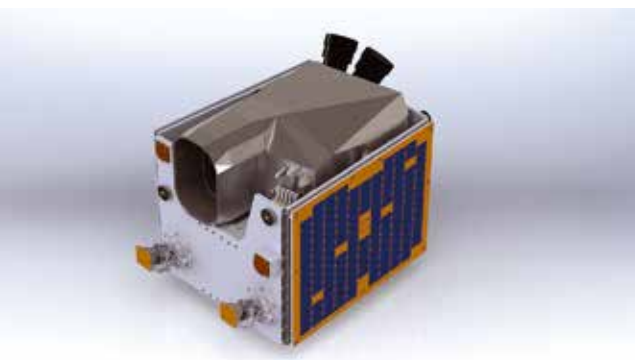
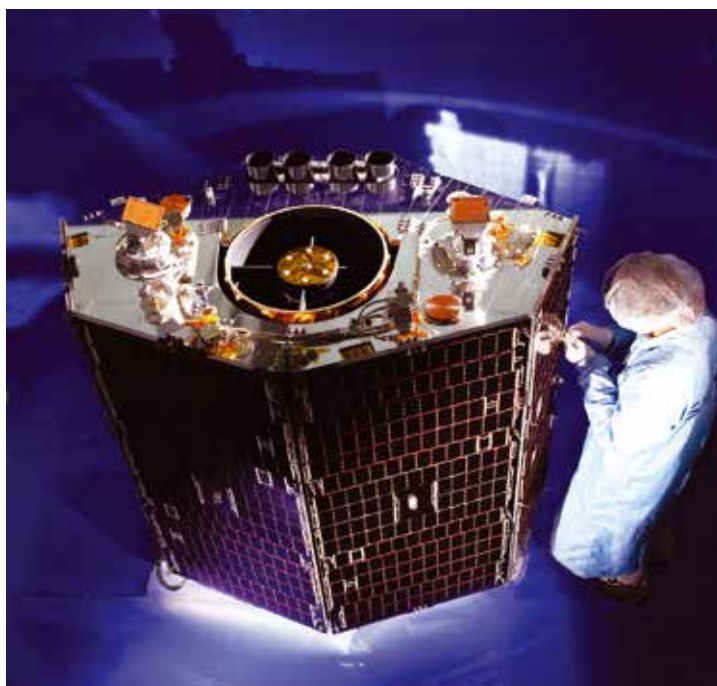
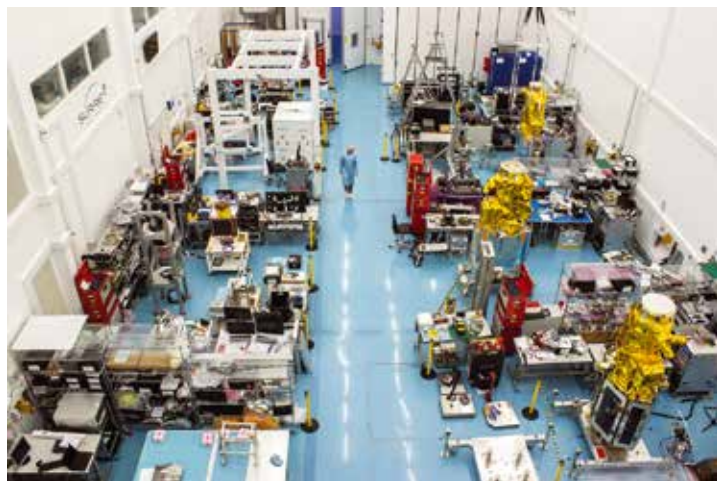
The UK has been involved in space since the 1950s — the first official British space programme started in 1952.

The first satellite programme started in 1959, with the Ariel series of satellites launched using American rockets. The first British satellite, Ariel 1, was launched in 1962.

Throughout the 1960s and 1970s, the UK worked on its own satellite launch capability and a British rocket — Black Arrow — did succeed in placing a British satellite, Prospero, into orbit in the early 1970s before the programme was cancelled as part of government cut-backs.

Britain was also significant in the establishment of the European Space Agency in 1975, with much of its original technology and knowledge derived from UK research programmes.

The Thatcher Government of the 1980s took an axe to the space programmes in which the UK was involved and proceeded to cut investment and support back to the bare minimum. While supporting the science, prestige projects such as manned



flight, were deemed unnecessary and uneconomic.

«The Thatcher Government's view was that space was an expensive hobby; a club through which any UK involvement should be conducted via the European Space Agency,» explains Sir Martin Sweeting, founder and executive chairman of Surrey Satellite Technology (SSTL). «It was a view that tended to prevail until relatively recently».

A commercial pioneer, SSTL was established in 1985 and became one of the UK's most suc-

cessful university spin-outs. Today, it's part of EADS Astrium, and generating an annual turnover in excess of £130m.

Specialising in the design, manufacture, launch and operation of satellites, it has become a significant competitor in the small or micro satellite market, a sector which accounts for 40% of the global market.

«SSTL has come a long way since our first microsattellites,» Sir Martin said. «Today, small satellites are in demand and I think it is fair to say that, as a company, SSTL played a significant role

in creating what is now a global industry. We had to work hard to overcome apathy towards the idea of a UK space industry, as well as a lack of government support. But I believe SSTL is an example of what ambition and innovation in space engineering can ultimately achieve.

«The microelectronics revolution of the 1970s helped change the economics of computing and I believed at the time that it would do the same for space. It provided us with an opportunity to shrink the size of satellites and we pioneered the use of COTS technol-



ogy to develop small satellites,» he continues. «Until then, satellite equipment tended to be purpose built, was hugely expensive and could take years to build. Often, the technology was itself obsolete when it came to be launched».

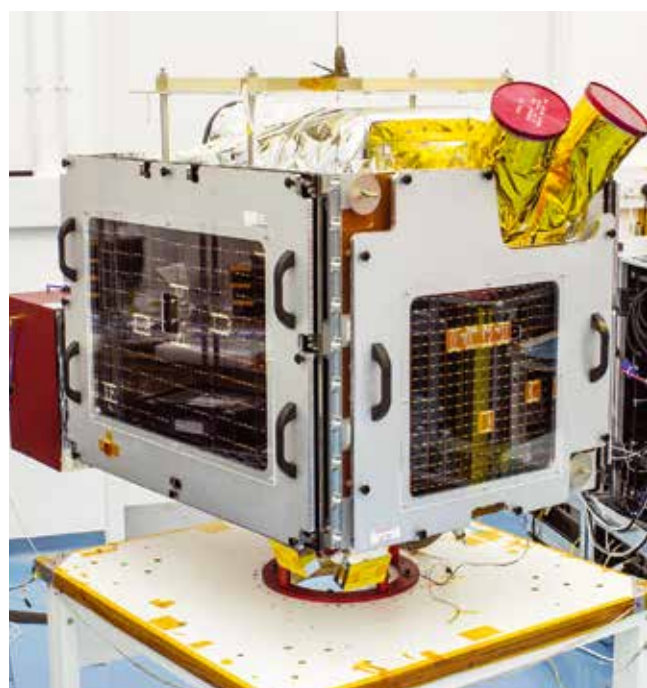
What smaller satellites could offer, according to Sir Martin, was rapid development, quick build times and an ability to fold in new technology more readily.

Profitable from the beginning, SSTL grew organically with Surrey University underwriting its projects. Today, it employs more than 500 staff and assem-

bles satellites and space hardware and operates from state of the art facilities in Guildford.

To date, the company has launched more than 40 satellites, with 20 further spacecraft in manufacture or awaiting launch. There are also 22 payloads for Galileo, Europe's satellite navigation system.

Under a £110m contract, SSTL is leasing three SSTL-300S1 satellite platforms to Chinese company 21AT. These 'smallsats' are designed to provide high resolution imagery and high speed downlink. The three satellites,



which will form the DMC3 constellation, incorporate advanced avionics and optical systems, enabling several types of imaging, such as mapping terrain, strip imaging and mosaic imaging for wide areas.

In many respects, SSTL's success mirrors that of the UK space industry in general.

«It was slow to get off the ground and it was difficult to sell the concept of the 'small satellite',» Sir Martin concedes. «Half those we talked to said it was a great idea, the other half said it was lunacy».



Likewise, UK governments throughout the 1990s tended to view the UK's space industry as, at best, an interesting niche and, at worst, a costly irrelevance.

However, the economics of space have changed radically in the last 10 years and it is now accepted that space has a crucial role to play in the wider economy.

«Lady Thatcher's decision to cut funding to the bare minimum probably did us a favour,» suggests

Sir Martin. «Rather than relying on state handouts, we were obliged to be commercially focused when it came to deciding what projects we got involved with. As a result, SSTL grew organically and we saw a steady stream of business, the profits from which we used to fund the business.

«But, over time, it became apparent that as the projects on which we worked got bigger — for example, SSTL got involved in Rapid Eye, a project worth tens of millions of pounds — Surrey University wouldn't be able to act as our lender of last resort; it just didn't have the funds to underwrite the risks and there was no government funded mechanism to underwrite these types of projects».

As a result SSTL, spent nearly 10 years looking for a commercial owner and, after several aborted efforts, it found a buyer in the form of EADS (now the Airbus Group).

«To its credit, Surrey University continued to support us over an extended period. We'd looked at venture capitalists and at floating the company, but neither option proved suitable. The focus on short term financial returns was not suited to our business at the time».

Today, the UK's space industry is a far more attractive proposition for investors and that is due, in no small part, to the support being provided by government bodies such as Innovate UK and the Space Applications Catapult.

Set up by Innovate UK, Catapults are intended to promote collaboration between scientists, engineers and businesses. In 2012, the then UK Science Minister David Willetts decided to set up the Space Applications Catapult with the aim being to develop new space applications.

Ministers saw space activity as an area where 'UK plc' could

excel and the Catapult centre in satellite applications looks to provide access to advanced systems for data capture and analysis, supporting the development of new services delivered by satellites.

Throughout the 1990s, the British National Space Centre, set up in 1985, had been at the heart of the UK's nascent space industry, coordinating different government departments and agencies with interested bodies. It was replaced in 2010 by the UK Space Agency, which now has responsibility for government space policy and key budgets.

As Stuart Martin, CEO of the Space Applications Catapult, explains: «The Space Agency is there to provide a common view in terms of the UK's space policy and to ensure that what money is spent on space is spent well».

Today, the UK's space industry is worth billions and while the UK may only have a 1.8% share of the global industry's 'upstream' business — the manufacture of space vehicles — it has a disproportionate share of the 'downstream' sector, which includes applications, services and data provided by satellites.

According to Martin, the sector's success and its ability to 'punch above its weight' is encouraging entrepreneurs, who had not previously thought of entering the sector to take it seriously.

Oxford Space Systems is a case in point. Set up in 2014, it develops micro satellites using highly flexible composite materials such as carbon fibre. The satellites take only a few weeks to build and cost as little as £30,000. Potential applications are varied but include the delivery of the internet from space and micro high-resolution cameras suitable for the military.

Described as a serial entrepreneur, its chief executive Mike Lawton represents a new wave of innovators working in the UK's fast growing space industry.

Lawton was one of a number of entrepreneurs who took part in a recent US tour organised by Innovate UK to identify and meet with potential investors and collaborators.

The rise of the small satellite has played to the strengths of the UK space industry.

«Thirty years ago,» said Sir Martin, “the idea of small satellites attracted little attention. Earlier this year, a conference in Liverpool attracted 1700 people representing everything from global businesses to start-ups. Small satellites have moved from being a curiosity to one of the key lanes in what I describe as the space motorway.

«In the last few years, venture capitalists have latched on to the idea of ‘small’ and poured money into start ups; probably more than they’ve needed to. There has been an explosion of propositions».

According to Lawton, there is a concern that there is ‘too much froth’ at the moment. We need to be careful we don’t turn this into another dotcom bubble. How much of this froth is hype and are these real business opportunities?»

However, Lawton and Sir Martin are optimistic for the future of the UK’s space industry, which is not surprising – just look at the number of companies now operating in the sector. Examples include Arralis Technologies, supplying ultra-fast, radar technology, Bright Ascension, a satellite software specialist, and Gyana, a start-up that is developing machine learning to harness and exploit ‘big data’.

«We have a 80%:20% split between downstream and upstream in the UK,» explains Sir Martin. But while the UK may only account for a small proportion of the global market for space vehicles it has, according to the Catapult’s Martin, an 11.2% share of the operations market



and 10.3% of the applications market.

Satellites touch every corner of people’s lives and space, according to both, is all about down to earth applications, whether that is navigation for cars or ships, weather forecasting, satellite broadband or TV broadcasting.

«It is the application of data that the UK does well and when it

comes to using space technology, we have some great ideas. The market is moving very quickly, but the UK is well placed and on course to hit the goals it has set itself of creating a £40bn business by 2030,» Sir Martin concludes. However, he warns that ‘continued Government support, from the likes of Innovate UK and Space Applications Catapult, will be crucial’.

Neil Tyler

Перспективы и возможности эксплуатации центробежных космических солнечных электростанций с лазерным каналом передачи энергии



ЕСИНА А.Р.
доцент кафедры экономики
промышленности
РЭУ имени Г.В. Плеханова



АНИКЕЕВ П.С.
студент РЭУ



МАРКИН С.Ю.
студент РЭУ

Разработка систем, призванных аккумулировать энергию солнца для ее последующей передачи на Землю — одна из наиболее приоритетных задач современных аэрокосмических корпораций. Первоочередность подобных разработок обусловлена двумя основными факторами. В первую очередь — кризисным состоянием всего энергетического сектора в планетарном масштабе. Факт ограниченности и невозобновимости природных источников энергии не нуждается в обширных доказательствах, в то время как Солнце в практическом аспекте является бесконечным энергетическим ресурсом. Во-вторых, современные методы выработки энергии так или иначе сопряжены с риском экологической катастрофы. Достаточно вспомнить серию аварий на Японских АЭС в 2011 году,

повлекших за собой настороженность к вопросу атомной электроэнергетики со стороны государства, не говоря уже о чудовищности экологических последствий.

Логично, что странами, несущими знамя освоения энергии солнца, являются Япония и США, ведущие активную деятельность в разработке проектов космических солнечных электростанций (КСЭС). Автором первого проекта КСЭС был П. Глейзер и датируется он 1968 годом. Проект предусматривал создание объекта в космосе на мощность порядка 10 ГВт для передачи электроэнергии на Землю в СВЧ-диапазоне. Космическая электростанция Глейзера (рис. 1) подразумевает конструкцию на жестком каркасе размерностью 5 x 13 км и весом в 12,3 тысяч тонн с фотопреобразователями из кристаллического кремния с КПД 13,7%, переда-

ющими энергию с орбиты на ректенну в СВЧ-диапазоне.

Анализ перспективы реализации этого проекта выявил целый ряд проблем, подлежащих решению. Например, невозможность вывода на орбиту столь массивных грузов, отсутствие опыта в конструировании крупногабаритных объектов в условиях невесомости, вопрос охлаждения высокомошных СВЧ-преобразователей в безвоздушном пространстве и т.д.

Нынешний проект Пентагона в данной области по сути своей синонимичен проекту Глейзера. Его основа — 5-километровая конструкция, включающая 2 группы параболических зеркал, концентрирующих солнечную энергию через поворотные зеркала на высокотемпературные фотопреобразователи из арсенида галлия с КПД 35%, конструктивно объединенные с СВЧ-преобразователем и антенной,



транслирующей СВЧ-энергию на Землю.

Этот проект не дает решения проблем монтажа сверхкрупногабаритных конструкций в космосе и вывода многих и многих тонн грузов на геостационарную орбиту. Кроме того, одним из результирующих показателей его реализации являются трудности, связанные с управлением блоком преобразователей СВЧ-энергии и точности наведения на поглощающую поверхность на Земле.

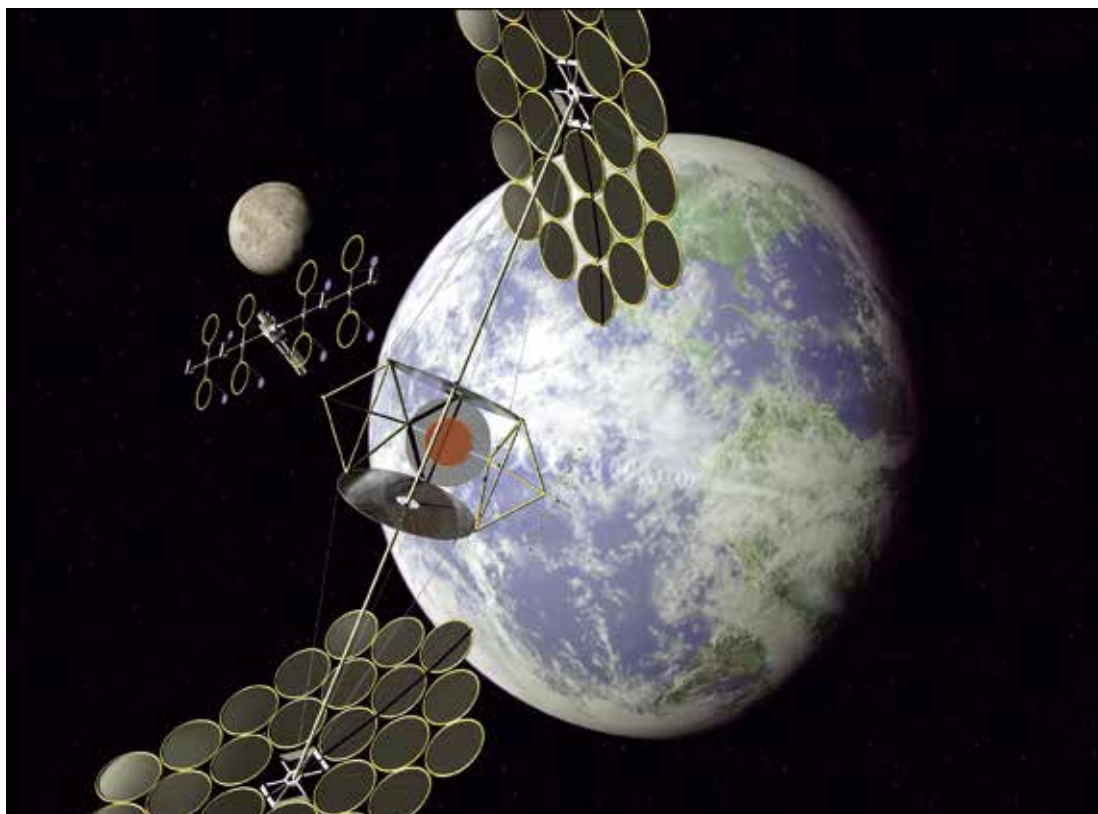
Согласно сообщению ИТАР-ТАСС от 23.01.2011 г. группа японских корпораций во главе с Mitsubishi Corporation планирует к реализации проект «Solarbird». «Солнечная птица» подразумевает постройку КСЭС гигаваттного уровня к 2025 г. при общей стоимости проекта в 24 миллиарда долларов. Электричество, произведенное подобным методом, обойдется экономике Японии в

6 раз дешевле, нежели при его традиционной выработке. В конструкции японской КСЭС используется гравитационная стабилизация. Панели размером в 100 x 95 м состоят из 100 модулей мощностью по 2,5 МВт. Они подвешены на тросах длиной 10 км к контейнеру размером 10 x 15 м. Трансляция электроэнергии на Землю также реализована через СВЧ-преобразователи.

В 90-е годы XX столетия при разработке проектов КСЭС Российской Федерации, Японией и США в качестве основного метода передачи электроэнергии на Землю была выбрана СВЧ-концепция. Однако нельзя забывать о том, что существует куда более выигрышная альтернатива и Россия лидирует по числу преимуществ в ее реализации. Речь идет о лазерных каналах передачи энергии, активное изучение которых ведется в РФ. Кроме того, разработки

Японии и США базируются на многокилометровых каркасных конструкциях, значительно менее эффективных, чем бескаркасные центробежные, опыт создания которых имеется только в России. Ярким тому примером служит эксперимент, получивший название «Знамя-2», который был успешно осуществлен 4 февраля 1993 года. «Тогда с помощью установки, размещенной на корабле «Прогресс-М15» в космосе, было развернуто зеркало-отражатель диаметром 20 м, материалом которого служила пленка толщиной 5 мкм».

Центробежная КСЭС представляет собой платформу с агрегатом развертывания солнечной батареи под воздействием центробежной силы и маховика противовращения, призванного компенсировать кинетический момент, а также приводом излома их общей оси вращения для управления



ориентацией с помощью гироскопического эффекта.

Технологии пленочных солнечных батарей (СБ) в мире интенсивно развиваются, и на многокаскадных структурах с использованием арсенида галлия в ближайшей перспективе ожидается значительное увеличение удельной мощности. Рост эффективности пленочных СБ базируется на интенсивно развивающихся нанотехнологиях,

которые в применении к СБ разрабатываются большим количеством фирм и университетов ведущих стран.

Технология сборки конструкции КСЭС на орбите предполагает минимальное использование или исключение присутствия космонавтов. Представляется целесообразным использовать робототехнические системы всех поколений, особенно первого поколения,

которые принципиально позволяют осуществлять технологию автоматизированной сборки самого крупногабаритного элемента КСЭС — его солнечной батареи по заранее заложенной в систему программе, реализуемой специальными конструкциями как самой солнечной батареи, так и агрегата ее раскрытия в составе КСЭС, позволяющих осуществлять компактную укладку секторов СБ на отдельные катушки в транспортном состоянии и объединение секторов в сплошную круговую конструкцию при разворачивании на орбите.

Центрбежные солнечные батареи могут найти эффективное применение на космических аппаратах в широком диапазоне мощностей от спутников с повышенным энергопотреблением, в том числе в энергосистеме экспедиции на Марс, где они по возможности реализации и удельным характеристикам превосходят ядерную энергетическую установку.

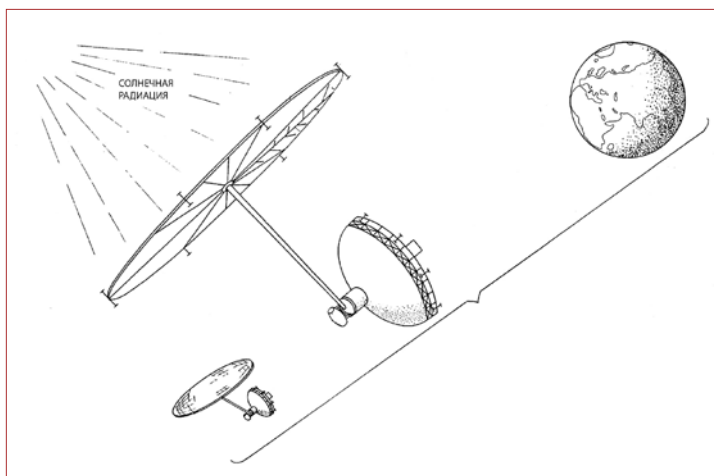
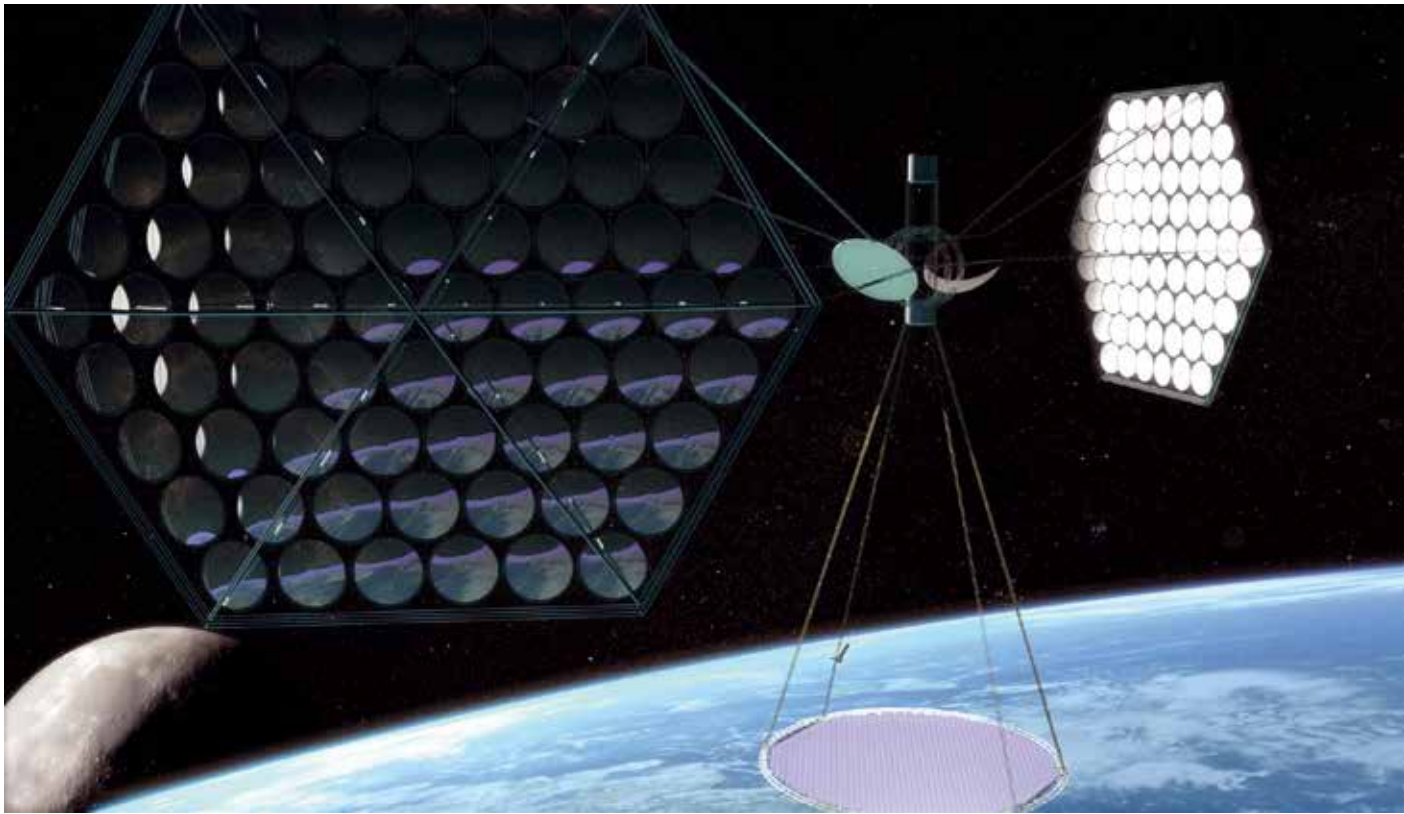


Рис. 1
КСЭС П. Глейзера, 1968 г.



Как уже было сказано, преимущества лазерных технологий над СВЧ-системами очевидны. Во-первых, КПД преобразования электроэнергии в инфракрасный лазерный сигнал доходит до 80%. Во-вторых, это значит меньшая расходимость лазерного луча по сравнению с СВЧ сигналом и реальные достижения в миниатюризации элементной базы (по световоду диаметром 250 микрон передается световая мощность 50 кВт). В-третьих, возможность приема энергии в высокоширотных районах России от КСЭС, находящейся на геостационарной орбите. Наконец, российские производители в направлении волоконных световодов сейчас занимают ведущие позиции в мире («ИРЭ Полус», г.Фрязино).

Кроме того, выбор лазерного канала передачи энергии целесообразен в разрезе соображений безопасности. СВЧ-луч греет по объему, в то время как ИК – луч греет только по

поверхности, на которую он направлен. Площадь приема лазерной передачи на 5 порядков меньше площади приема СВЧ-луча. Также существует возможность выбора длины волны при аэростатном приеме. Немаловажным фактором является наличие принципиальной возможности расфокусировки лазерного луча.

Подводя итог под вышесказанным, уместно привести перечень основных преимуществ центробежных бескаркасных КСЭС над их возможными каркасными аналогами:

- 1) отсутствие жесткого каркаса, составляющего до 50% от стоимости всей КСЭС;
- 2) возможность переориентации (слежения за Солнцем) на гироскопическом принципе без затрат рабочего тела, поскольку сама центробежная система является тяжелым гироскопом;
- 3) возможность укладки в малый объем при транспортировке, что минимизирует

предполагаемое количество запусков ракет-носителей, обеспечив экономию как на топливе, так и на сверхдорогостоящих космических кораблях;

4) имеется возможность эффективной наземной обработки и автоматизированного развертывания на орбите, что позволяет существенно снизить вероятность внештатной ситуации и предугадать возможные риски;



5) имеется уникальный российский опыт наземной и орбитальной отработки.

Экономический аспект реализации проекта российской центробежной КСЭС состоит в более чем существенной экономии на энергодобыче. Ведь согласно результатам проведенных экспериментов стоимость электроэнергии, полученной напрямую с геостационарной орбиты, гораздо ниже стоимости электричества, полученного посредством традиционных источников энергии.

Однако не стоит забывать о том, что проект российской КСЭС может оказать благоприятное воздействие на российскую экономику лишь в случае своевременного завоевания лидерства в сфере космической энергетики. В противном случае, нас ждет лишь перспектива обесценивания имеющихся в распоряжении РФ природных ресурсов и нивелирование значимости дорогостоящих

систем транзита полезных ископаемых, проложенных через территорию нашей страны.

Таким образом, для России открывается возможность занять лидирующее место в мировом процессе разработки промышленных КСЭС путем создания КСЭС с лазерным каналом передачи энергии. Назрела необходимость создания аэрокосмического кластера, объединяющего предприятия электронной и космической отраслей с учебными и научно-исследовательскими институтами, деятельность которых будет направлена на решение проблем создания центробежной КСЭС с лазерным каналом передачи энергии. ■

Статья подготовлена на основе доклада, прочитанного на III Международной научно-практической конференции «Инновации: перспективы, проблемы, достижения» состоявшейся в РЭУ им. Г.В. Плеханова в 2015 г.

Использованные источники:

- 1) И. Соболев, «Луна: за границей ФКП», 23 декабря 2014 года. ТрВ № 169, с. 10-11, «Бытие науки».
- 2) Г.Г. Райкунов, В.М. Мельников, А.С. Чеботарев, В.И. Гусевский, Б.Н. Харлов «Проблемы создания космических солнечных электростанций (КСЭС) мощностью 1-10 ГВт, транслирующих энергию на Землю», «Наука и технология в промышленности», №3, 2011.
- 3) В. П. Бурдаков, «Электроэнергия из космоса», «Машиностроение», стр. 152, 1991 г.
- 4) А. Мартынова, «Внеземная энергия», «Известия», 13.02.15.



Памяти Александра Диденко

Ушел из жизни Александр Диденко. Кандидат физико-математических наук. Прекрасной души человек. Многолетний автор нашего журнала. Многие годы он возглавлял лабораторию искусственных спутников земли Астрофизического института имени Фесенкова. Не только возглавлял, но и был ее душой, ее мотором. Это его лаборатория сопровождала все советские аппараты, запускаемые на Луну, Марс, Венеру. Это его сотрудниками была обнаружена «Луна-16», которая поднималась со спутника Земли с забранным грунтом и была на какое-то время потеряна. Позже лаборатория переключилась на высокие геостационарные орбиты и разработала уникальную систему поиска и распознавания спутников на расстоянии 40-тысяч километров от Земли. Было время, когда коллектив работал на голом энтузиазме и все же умудрялся создавать уникальную «продукцию». Два каталога по небесным объектам искусственного происхождения, изданные коллективом, не имели себе цены. Работы Александра Диденко по «космическому мусору» вызывали восхищение у западных коллег.

За уникальность его работ коллеги по институту шутили называли Сашу «достоинством республики». Его лаборатория знала все, что творится на геостационаре от Токио до Мадрида, и в течение пары минут могла выдать исчерпывающую информацию по любому объекту, порой секретному.

Его лабораторию, находящуюся на Каменском плато, называли «ласточкинским гнездом». Сейчас оно осиротело. Есть народное поверье, что молодые ласточки обязательно возвращаются к месту своего рождения. Есть надежда, что молодая поросль, выпестованная Александром, продолжит дело, которому их учитель посвятил всю жизнь.

Сергей Борисов

Launchers

Приложение к журналу «Космические исследования и технологии»

КОСМОДРОМЫ
И НОСИТЕЛИ



Мировой парк носителей

Ангара ставит на водород

Новые ракеты-носители



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

Обновление ракетного парка крупнейших космических держав производится достаточно регулярно, примерно, каждые двадцать лет. Исключение здесь составляет, пожалуй, лишь Россия, продолжающая эксплуатировать ракеты-носители, прототипы которых полетели более полувека назад.

Причины, побуждающие модернизировать космические носители, далеко не всегда являются техническими. Во многих случаях самыми важными оказываются политические и экономические соображения. Поэтому, кстати, в данной статье, техническим деталям будет уделено сравнительно немного внимания. Гораздо интереснее выявить, разобраться, как различные факторы влияют на принятие решений о создании новых носителей и формируют их облик.

США

На сегодняшний день Соединенные Штаты располагают самым современным парком ракет-носителей. В эксплуатации находятся РН серии EELV (Evolved Expandable Launch Vehicles – «Развитые одноразовые ракеты-носители») Atlas-5 и Delta IV, Falcon 9, Antares и Pegasus (воздушного старта). Кроме РН специальной раз-

работки используются носители Minotaur и Taurus. Первые являются конверсиями межконтинентальных ракет Minuteman, а вторые — адаптацией ступеней РН Pegasus к наземному старту за счет использования первой ступени МБР Peacekeeper (МХ). Основную «погоду» на американском пусковом рынке делают, конечно же, первые три ракеты.

Разработка ракет EELV началась в середине 1990-х гг., а в строй они вошли в начале 2000-х. Основной причиной создания было стремление существенно снизить стоимость запусков по сравнению с эксплуатировавшимися средствами выведения, в первую очередь Space Shuttle и Titan IV. Первая система со стоимостью пуска под 1 млрд \$ совершенно не годилась для коммерческих миссий. Titan IV, созданный на основе технологий 1950-70-х гг., не далеко ушел от Шаттла по стоимости, но главной проблемой было прекращение выпуска многих комплектующих, малая серийность производства и большие издержки на подготовку к пуску.

В ракетах Atlas-5 и Delta IV были воплощены новейшие достижения в технологиях производства — они изготавливаются на высокотехнологичном производстве мини-

мальным персоналом. Вместе ракеты покрывают широкий диапазон масс полезных нагрузок: от 6 до 25 т при выведении на низкую околоземную орбиту (НОО) космических аппаратов массой, и от 4 до 13 т — на геопереходную орбиту.

Ввод в строй ракет EELV позволилкратно сократить затраты на пуск по сравнению с заменяемыми системами, однако, все равно их стоимость оказалась выше конкурентов из Европы и России. Поэтому лет десять назад американские ракеты практически ушли с мирового рынка коммерческих запусков. Однако это мало тревожило их производителей, которые кормились преимущественно с обильного стола госзаказа.

Казалось бы ракетам EELV уготована долгая счастливая жизнь, и зачем их менять? Но в 2014 году Альянс анонсировал создание нового семейства ракет-носителей NGLS (Next Generation Launch System — «Пусковая система следующего поколения»). Формально исследования облика перспективной РН были начаты в июне прошлого года, хотя по имеющейся информации, предварительные проработки начались несколькими месяцами ранее. Причин для создания было две: политическая и техническая.



Политика вмешалась в технику, когда американцы решили избавиться от «двигательной зависимости»: РД-180, с успехом эксплуатирующийся на Atlas-5, попал под санкции конгрессменов в связи с украинским кризисом. В современных условиях использование российского изделия было не только «неполиткорректным», но и таило угрозу срыва национальной космической программы в случае запрета на экспорт РД-180 из России.

Но не менее важной была причина экономические. Во-первых, из-за разницы в конструкции серийность выпуска РН двух разных конструкций была недостаточной. Конечно, ULA делал все возможное для снижения издержек. Само появление Альянса в 2006 г. было связано со стремлением со-

кратить операционные затраты путем объединения пусковых расчетов и менеджмента Boeing и Lockheed Martin, что существенно сократило управленческий аппарат. Более того, и Atlas-5, и Delta IV с некоторыми пор собираются на одном заводе в г. Дикейтуре. Однако этого оказалось недостаточным для радикального снижения стоимости — самые «дешевые» варианты EELV имеют ценник хорошо за 150 млн \$ - в 1,5...2 раза дороже «Протона». Но не российская ракета является главным конкурентом.

Радикальное снижение ценника — это в первую очередь ответ на вызов «высочки» ракетного мира — ракеты Falcon 9 от компании SpaceX. Последняя продается на рынке по цене 55-60 млн \$ за пуск. До поры это не доставляло хлопот — детище

Элона Маска не было сертифицировано для федеральных пусков ни ВВС США, ни NASA. Однако это продолжалось недолго — в конце мая 2015 года SpaceX получила долгожданные сертификаты. Поэтому создание более экономичных носителей — вопрос жизни или смерти для ULA.

В апреле текущего года, после проведения конкурса в Интернете, новому семейству было присвоено имя Vulcan. Новые ракеты вобрали в себя самые лучшие решения от ракет EELV. От Delta IV заимствован диаметр топливного отсека первой ступени — 5,1 м. Atlas передал наследнику ступень Centaur, а также набор головных обтекателей диаметром 4 и 5,4 м и стартовые твердотопливные ускорители Aerojet-73F.



В основу концепции новой ракеты лег принцип SMART (Sensible, Modular, Autonomous Return Technology). Он предполагает гибкую настройку конфигурации под потребности заказчика, применение модульной технологии, а также автономных спасаемых блоков.

Если с точки зрения конструкции Vulcan мало отличается от своих «родителей», то двигатели новинки являются абсолютно новыми и чистокровно американскими. За основу принят метановый двигатель BE-4 тягой 250 тс на уровне моря, созданием кото-

рого занимаются специалисты из компании Blue Origin при поддержке ULA. В двигательную установку первой ступени войдут два таких ЖРД. На случай неудачи с метановым двигателем у ULA есть «план Б»: кислородно-керосиновый ЖРД AR-1 тягой 225 тс у земли. Двигатель разрабатывается Aerojet Rocketdyne на основе двигателей F-1 и НК-33.

Для «тонкой настройки» грузоподъемности Vulcan будет оснащаться различным — от четырех до шести — количеством стартовых ускорителей. Первоначально в качестве второй ступени будет применяться криогенный разгонный блок Centaur. Однако примерно с 2023 г. его должна сменить перспективная верхняя ступень ACES. Выбор двигателя для нее не сделан. Возможно в двигательную установку войдет один мощный «пятидесятитонник» BE-3U или четыре перспективных варианта RL-10. Не исключено использование двигателей от корпорации XCOR Aerospace. Ступень ACES увеличит грузоподъемность носителя почти вдвое. Если начальный вариант Vulcan будет доставлять на геопереходную орбиту более 11 т, то с новой ступенью — почти 19 т. Это гораздо больше, чем у Delta IV Heavy и сопоставимо с перспективным конкурентом — Falcon Heavy.

Создатели новой ракеты планируют обеспечить целевую стоимость пуска на уровне менее 100 млн \$. Кроме повышения серийности, новых технологий (вроде сварки трением с перемешиванием и 3D-печати) на этот результат должна работать техника повторного использования матчасти. Пытаясь угнаться за SpaceX, ULA рассматривает возможность частичного спасения первой ступени. На взгляд специалистов, Альянса, спасение ступени целиком — проблема до-

статочно сложная. Поэтому решено спасти только хвостовой отсек с двигателями, стоимость которых составляет три четверти всей ступени. Отсек, снабженный теплозащитным щитом и парашютом, будет подхватываться в воздухе вертолетом, который и доставит его к месту сборки РН. Но все это будет реализовано где-то после 2020 года.

А что же «виновник» изменений в американском (да, и в мировом) ракетостроении — носитель Falcon 9? Не успев толком родиться — а по отечественным меркам ракета находится на стадии летно-конструкторских испытаний — он бурно развивается. За пять лет, прошедших с первого пуска, Falcon-9 уже претерпела несколько модернизаций. Исходный вариант — Falcon-9 v1.0, совершив пять полетов, уступил место версии v1.1 с полезной нагрузкой в полтора раза большей. Грузоподъемность на низкой орбите возросла с 9 до 13,5 т.

Есть и модификация v1.1R (Reusable — повторное использование) с первой ступенью, оснащенной системами управления и устройствами для мягкой посадки с целью обеспечения многократного использования матчасти. Эта версия используется в миссиях на низкую орбиту, не требующих «выжимания» энергетики до последней капли. Кстати, масса полезной нагрузки в 13,5 т относится, как заявляют в SpaceX, именно к многоэтажному (точнее, полумногоэтажному) варианту.

Но и это еще не все. SpaceX несколько месяцев назад объявила о разработке версии 1.2. Она будет отличаться удлиненными баками, применение охлажденных компонентов и форсированными двигателями. Если все получится реализовать, то грузоподъемность Falcon-9 на НОО может превы-



сит 20-тонный рубеж (в варианте одноразового носителя).

Возникает вопрос: зачем Элону Маску, создавшему очень неплохой и дешевый носитель, непрерывно его совершенствовать. Отчасти, это связано, вероятно, с образом мыслей владельца SpaceX —

он склонен к непрерывному улучшению всего, с чем имеет дело. Все, чем он занимается, должно быть не просто хорошим, а лучшим и «крутым». Но главная причина, как кажется, гораздо прозаичнее и приземленнее: Маск стремится к самому жирному куску пирога



рынка космических запусков. А это сегменты правительственных заказов и коммерческих телекоммуникационных спутников. А без заветных шести тонн на геопереходной орбите здесь делать нечего.

Кроме того, рост грузоподъемности позволяет ракете — даблшоты. Это было продемонстрировано 2 марта 2015 года, когда на геопереходную орбиту были доставлены сразу два «полностью электрических» (т.е. оснащенных электроракетными маршевыми

двигателями) спутника ABS 3A, Eutelsat 115 West B. Такая способность расширяет возможности провайдера по предоставлению широкого спектра услуг заказчикам.

Избыток грузоподъемности также обеспечивает сохранение коммерчески привлекательной грузоподъемности с одновременным внедрением технологии повторного использования. Отсюда же и совершенно «чудовищная» грузоподъемность Falcon Heavy — свыше 50 тонн на НОО, ко-

торая, казалось бы, не вписывается ни в какие коммерческие рамки. Но если Маск разменяет избыток энергетики на возможность повторного использования ступеней, он обеспечит превосходство над конкурентами как по массе выводимого груза, так и по стоимости пуска.

Можно с уверенностью утверждать, что сейчас именно ULA и SpaceX задают «тренды» современного ракетостроения. Остальные проекты — от небольшого носителя Antares до гигантского SLS — это скорее флуктуации. Здесь уместен, на наш взгляд, вопрос: а почему не стремиться на рынок запусков геостационарных спутников корпорация Orbital ATK (дочь прошлогоднего слияния Orbital Sciences Corp и ATK), являющаяся третьим, после Boeing и Lockheed Martin, гигантом американской ракетно-космической индустрии? Обладая необходимым для выполнения данной задачи потенциалом, Orbital ATK сосредоточилась на «малых ракетных формах»: РН легкого и среднего классов и антиракетах. Возможно, работа на этом сегменте более чем прибыльна для компании, и она не считает нужным тратить ресурсы на то, чтобы втиснуться в сегмент, на котором конкуренция лишь усиливается.

Европа

Несомненно, важнейшим событием для ракетно-космической отрасли Европы стало утверждение в ноябре прошлого года новой архитектуры перспективного носителя Ariane 6. Причем это изменение произошло лишь спустя полтора года после согласования вроде бы «почти окончательной конфигурации» модульного варианта, состоящего из двух твердотопливных и одной криогенной ступени! По каким причинам произошло изменение концепции?

В определенной степени история обновления ракетного парка Европы внешне очень похожа на ситуацию в США. Всего два десятка лет начала летать ракета Ariane 5, дизайн которой — два твердотопливных ускорителя, соединенных с большой криогенной ступенью и разгонный блок — вполне современен, а надежность не вызывает сомнений.

Существенных претензий к Ariane 5 было, по большому счету, две: плохая гибкость, определенная ее архитектурой с двумя крупными ускорителями, и необходимость дотирования программы из-за высоких операционных затрат. В отличие от большинства конкурентов, Ariane 5 была «заточена» на двойные запуски геостационарных спутников — одного «тяжелого» и одного «легкого». Замысел заключался в уменьшении стоимости миссии в расчете на один КА.

Однако со временем подбирать пары становилось все сложнее, поскольку тяжелели обе категории спутников. Поэтому европейцы наряду с модернизацией своего основного носителя лет десять назад задумались над разработкой нового. Первое направление развивалось в рамках проекта Ariane 5ME (Midlife Evolution — «Эволюция середины жизненного цикла»). Ракета должна была получить форсированную центральную ступень и разгонный блок с перспективным двигателем Vinci. Эти изменения позволяли ракете повысить грузоподъемность до уровня 12 тонн на ГПО. А это уже позволяло выводить за один пуск сразу два «тяжелых» КА.

Второе направление было представлено научно-исследовательской программой FLPP (Future Launcher Preparatory Programme — «Программа подготовки ракеты-носителя будущего»). В ее рамках неспешно



изучались самые разные варианты РН, включая частично многоразовые. Целью программы было создание носителя, экономически эффективного при небольшом количестве запусков в интересах правительственных заказчиков, а также неопределенного количества коммерческих миссий при запуске одиночных геостационарных спутников. Примерно пять-шесть лет назад начал вырисовываться облик модульной ракеты, получившей официально имя Ariane 6 и способ-

ной выводить на ГПО от 3 до 6...8 т полезной нагрузки.

Долгое время Европа не могла выбрать из множества вариантов самый оптимальный. Каждый из них обладал собственным набором плюсов и минусов: один был дешевле в разработке, другой — в производстве и эксплуатации, третий был более гибким. К 2013 году европейцы начали склоняться к варианту РН, состоящему из двух твердотопливных ступеней и криогенного разгонного блока с двигателем



Vinci. Причем первая ступень представляла собой связку из 3-5 твердотопливных двигателей. Этот вариант «проталкивали» Франция и Италия, поскольку он был завязан на технологии и элементную базу нового легкого носителя Vega. Его преимуществом считалось в том числе и то, что двигатели могли полностью изготавливаться на заводах Европы и доставляться на космодром в готовом виде. Это было гораздо дешевле, чем заливка заряда и сборка РДТТ на местном заводе в Гвианском космическом центре.

Однако иную точку зрения имели аэрокосмические фирмы Германии, которые лоббировали более широкое применение криогенных жидкостных ступеней, где они имели явное преимущество. Вариант, предлагавшийся немцами, был развитием Ariane 5: вместо двух больших стартовых ускорителей большой криогенный «центр» предлагалось окружить различным — от 2 до 6 — количеством небольших бустеров. Немцы резонно полагали, что этот вариант, бу-

дучи гибче предшественницы, сохранял большую преемственность и, следовательно, имел минимальный технический риск. И, разумеется, германские фирмы могли бы рассчитывать на большую прибыль, нежели в случае выбора «твердотопливного» франко-итальянского «уродца».

В данной ситуации предполагалось, что носители Ariane 5ME и Ariane 6 некоторое время будут эксплуатироваться совместно, взаимно дополняя друг друга. Но это пиршество идей и различных вариантов было внезапно прервано появлением на рынке... да-да, «великого и ужасного» Falcon 9. Европейцы вдруг оказались перед перспективой полной утраты своей доли рынка, на котором они доминировали последние годы. Ни один из рассматривавшихся вариантов не мог конкурировать с заокеанским носителем. Целевая цена одного пуска Ariane 6 была раза в полтора выше, чем у Falcon 9.

В итоге, европейцы нашли компромисс. Было выбрано

сочетание германских (большая криогенная ступень и небольшие твердотопливные ускорители) и франко-итальянских концепций (использование в стартовых ускорителях двигателей, унифицированных с Vega). Предлагается два варианта РН: Ariane 62 с двумя, и Ariane 64 — с четырьмя стартовыми ускорителями P120. Соответственно, Ariane 62 должна использоваться в основном для запуска правительственных спутников и обладает грузоподъемностью около 5,5 т на ГПО. Ракета Ariane 64 имеет вдвое более высокую энергетику и должна покорять коммерческий сегмент рынка. Поскольку она полностью дублирует Ariane 5ME, от последнего проекта решено отказаться.

Общая сумма затрат на разработку составит примерно 4,2 млрд евро. Стоимость пуска Ariane 62 должна составить 65 млн \$, а Ariane 64 — 85 млн \$ за «даблшот». В последнем случае затраты на запуск одного спутника не превысят 42,5 млн \$. А это уже лучше, чем у Falcon 9! Более того, недавно европейцы обнародовали идею повторного использования двигателя центральной криогенной ступени (проект Adeline 3.2). В отличие от американского Vulcan в европейском проекте предлагается не парашютный подхват, а банальные крылья. Но проект, если и будет реализован, то не ранее середины 2020-х гг.

Нельзя не видеть, что Ariane 62, которая должна появиться к 2020 году, является прямой заменой РН «Союз-СТ», которая сейчас стартует из Куру. «Снизу» «Союз» будет испытывать давление со стороны новых модификаций Vega. Сейчас в разработке находятся два варианта развития этого легкого носителя: VEGA C (Vega Consolidated) и VEGA

Е (VEGA Evolution). Первый вариант предусматривает замену первой ступени P80 на P120, унифицированной со стартовым ускорителем Ariane 6. Во втором случае будет заменена и вторая ступень – двигатель Zefiro-23 уступит место более мощному и тяжелому Zefiro-40. Третья ступень и модуль AVUM заменит новая метановая ступень MYRA. Вероятно, возможности этой ракеты вплотную приблизятся к «Союзу», по крайней мере, в целом ряде миссий. Когда это произойдет, европейцы получат «замкнутую» систему средств выведения, которые обеспечат независимый доступ в космос для выполнения любых задач.

Япония

Японцы стабильно, также как и почти все остальные участники «Большого космического клуба», каждые два десятилетия обновляет парк носителей. Причем они открыто называют одну из причин, о которой стесняются говорить другие. По мнению японцев, каждое поколение ракетчиков должно проектировать и довести до серийного производства хотя бы одну ракету. Иначе прервется связь поколений, и компетенции будут утрачены. В российском варианте это звучало бы как призыв к «освоению» бюджетных средств. Но надо признать, что эта причина является весьма веской. Но, несомненно, лишь наряду с другими.

На облик японских ракет-носителей, как и везде, оказывают влияние политика и экономика. С точки зрения политики, Япония стремится к суверенитету в космической деятельности, и здесь она не оригинальна. С экономических позиций японские ракеты считались очень дорогими. Это было следствием двух фак-



торов: малой частоты запусков и очень дорогой рабочей силы.

Создав к середине 1990-х гг. свой национальный носитель среднего класса H-2, Страна Восходящего Солнца непрерывно его модернизировало, последовательно создавая модели H-2A и H-2B. Модификации имели целью повышение грузоподъемности и улучшение гибкости при одновременном снижении стоимости. Гибкость, в частности, повысили за счет отказа от двух крупных стартовых ускорителей в пользу нескольких более мелких. Снижение стоимости велось как за счет упрощения конструкции и совершенствования производственных процессов, так и оптимизации пусковых кампаний, а также снижения издержек на менеджмент. На этом пути Япония добилась впечатляющих успехов, снизив стоимость пуска РН типа H-2 до уровня российских и европейских носителей.

Последние модели H-2 по стартовым ускорителям унифицированы с легким но-

сителем Epsilon. Здесь вполне прослеживается аналогия с европейской парой Ariane 6 – Vega с той лишь разницей, что в данном вопросе японцы опередили Европу на пару шагов.

Сейчас японские носители представляют собой достаточно гибкие и эффективные системы. И, тем не менее, Япония инициировала разработку третьего поколения ракет серии «H». Внешне они очень похожи на своих предшественников, но отличаются упрощенной конструкцией. Кроме того, основная криогенная ступень оснащается двумя ЖРД открытой схемы. Они проще по конструкции, чем двигатели LE-7 замкнутой схемы, и имеют более высокую тягу. Японцы намерены создать целое семейство РН среднего и тяжелого классов, куда войдут ракета без ускорителей и носители, оснащенные 2, 4 или шестью бустерами. По уровню цен новые японские РН будут сопоставимы с Ariane 6 или Falcon 9. Во всяком случае, это является целью разработчиков.



Китай

Китай, обновляя свой ракетный парк, отчасти идет по пути США, Европы и Японии. Они также делают модульные ракеты, но только в гораздо большем разнообразии. Сейчас КНР работает сразу над несколькими ракетными программами. Основные из них –модульные РН серий CZ-5, -6

и -7. Они унифицированы между собой по диаметрам некоторых модулей, частично по двигателям и другим подсистемам. Охватывая диапазон полезных нагрузок от 1 до 25 тонн на низкой орбите, китайские РН могут конкурировать с любым из западных носителей.

Есть и более существенные отличия от западных программ.

Условно говоря, ракеты Европы, США и Японии экологически чистые «во втором поколении». Китай же создает лишь первое поколение, постепенно отказываясь от использования токсичных жидких компонентов ракетного топлива. Не обладая соответствующей технологической базой, китайские ракетчики зачастую вынужде-

ны ставить по несколько двигателей на ракетный блок, тогда как западные носители проектируются обычно по принципу «один блок — один двигатель» (японские Н-2В и Н-3 выглядят здесь исключением).

И остальные

Конечно, с точки зрения техники, интересными являются и носители Индии, Израиля, Ирана и обеих Корей. Появляется и множество частных фирм, работающих в области «нанолончеров». Но все эти участники космической деятельности, признаемся, не делают погоды на рынке. К примеру, Израиль, с его ограниченными ресурсами и потребностями, вполне удовлетворен своими малыми ракетами «Шавит». Индия иногда блещет оригинальностью, но в ее ракетах, даже только выходящих на летные испытания, еще слишком много архаичного.

Нет в нашем списке и России. Увы, известные события 1990-х гг. прервали поступательное развитие отечественного ракетостроения. «Ангара» в этой ситуации выглядит современным носителем лишь условно. И будет очень хорошо, если мы подойдем к следующему циклу обновления хотя бы на равных с ведущими игроками.

Резюме

Развитие мирового ракетостроения демонстрирует несколько четко выраженных тенденций.

Во-первых, обновление ракетного парка вышло на 20-летний цикл, что связано как с вопросом преемственности поколений проектантов, так и с необходимостью замены устаревающих технологий и снимаемых с производства компонентов. Данный цикл, видимо, является оптимальным для равномерной загрузки



ки предприятий ракетно-космической отрасли.

Во-вторых, прекратилась гонка за предельными параметрами. В целом, конструкторы стремятся упростить двигатели, работая преимущественно в направлении повышения надежности и технологичности.

В-третьих, в техническом плане предпочтение отдается

модульным РН среднего и тяжелого классов с умеренным применением технологий повторного использования в перспективе.

Наконец, основные причины обновления парка носителей заключаются в стремлении обеспечить независимый доступ в космическое пространство, желательно по минимально возможной цене. ■

«Ангара-5В»: триумф минимализма?

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



Последние несколько лет одной из основных тем для обсуждения в российской околокосмической среде, несомненно, был сверхтяжелый носитель для пилотируемых полетов к Луне и в «дальний космос». Не обошли своим вниманием эту тему и мы, дважды затронув ее в публикациях 2012 и 2013 годов. Обилие обсуждаемых проектов, упоминание сверхтяжелой РН в «Основах государственной политики в области космической деятельности на период до 2030 года и дальнейшую перспективу»,

утвержденных Президентом России В.В.Путиным 19 апреля 2013 года — казалось, все говорит о том, что положительное решение о разработке «супертяжа» будет принято вот-вот. Все с нетерпением ожидали появления новой Федеральной космической программы на 2016-2025 гг.

Увы, поклонников «супертяжа» ждало горькое разочарование. Просочившаяся в открытую прессу информация о содержании ФКП — 2016-2025 гласила: в ближайшее десятилетие сверхтяжелый носитель создаваться не будет, все работы по данному направлению ограничатся стадией научно-исследовательских работ (НИР). А в марте 2015 г. председатель научно-технического совета Роскосмоса (и, заметим, бывший глава Росавиакосмоса) Юрий Николаевич Коптев озвучил новую концепцию. В связи с кризисными явлениями в экономике, денег на новую грандиозную разработку и создание сверхтяжелого носителя 90-тонного класса оценивалось не менее чем в эквивалент 6 млрд \$. В условиях

наметившегося урезания бюджетов всех уровней говорить о сверхтяжелом носителе было явно неуместно.

Одновременно Юрий Николаевич сообщил, что от Луны Россия отказываться не собирается, и освоение нашей соседки будет проводиться с помощью новой РН «Ангара-5В» с грузоподъемностью примерно в 35 тонн на низкой околоземной орбите. Аванпроект (техническое предложение) новой ракеты должен появиться до конца текущего года. У публики появился новый предмет для обсуждения....

«Ангара-5В» — что за зверь?

Наличие литеры «В» в обозначении новой ракеты сразу навело на мысли о применении жидкого водорода на верхних ступенях. Вскоре эту информацию подтвердил и Ю.Н.Коптев, сообщивший о намерении использовать на третьей ступени носителя новый криогенный ракетный блок с перспективным ЖРД РД0150 разработки воронежского КБ Химавтоматики. Блок должен заменить в ракете универсальный ракетный модуль УРМ-2.

Вообще, идея модификации «Ангары-5» путем ее оснащения крупным ракетным блоком, работающим на жидких кислороде и водороде, не нова. Еще на заре современного проекта, где-то в начале 2000-х, Центр Хруничева представил в линейке ракет и «Ангару-5», оснащенную Универсальным кислородно-водородным блоком (УКВБ). Его планировалось использовать и на «Протоне-М», отчего он, видимо, и получил статус «универсального».

Блок УКВБ представлял собой классическую конструкцию криогенного ракетного блока диаметром 4,1 м и длиной около 15 м. По проекту, он должен был оснащаться четырьмя двигателями КВД-1М3 тягой по 10 тс каждый. Заправка ступени — 44 тонны — вполне соответствовала тяге двигателей. Но, вот незадача, просвещенную публику смущал тот факт, что провозглашенная, и, кстати, подтверждаемая расчетами, грузоподъемность «Ангары-5» с УКВБ не превышала 30 т. Каким же образом, можно подогнать к заветным 35 тоннам?

Во-первых, можно полагать, что озвученная грузоподъемность ракеты-носителя с УКВБ относилась к стартам из Плесецка. Если стартовать с Восточного (или из Байконура), то грузоподъемность может существенно вырасти. Особенно, если снизить высоту орбиты до вполне приемлемых 180 км. Однако эти изменения дают прирост грузоподъемности (по расчету) всего на тонну: с 29,6 до 30,7 т. Немало, но для лунных планов явно недостаточно. К счастью, Юрий Николаевич не стал скрывать, за счет чего планируется нарастить грузоподъемность носителя. По словам председателя НТС Роскосмоса, предполагается форсировать на первых 30...40 секундах полета тягу двигателей

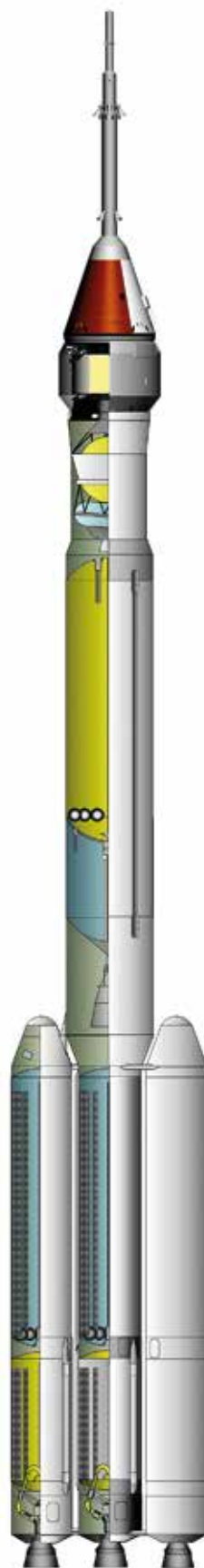
РД-191. Тяга увеличится на 10%. Второй источник прироста грузоподъемности — увеличение тяги РД0150 с 40 до 77 тс. В совокупности с некоторым увеличением рабочего запаса топлива в УКВБ (будем и далее так условно называть новую криогенную ступень): с 44 до 50 т эти меры дают возможность поднять грузоподъемность до заветных 35...36 тонн. Общий вид носителя представлен на Рис.1

Оптимизация проектных параметров УКВБ, применение новых двигателей РД-195 с тягой 250 тс в пустоте, и другие известные меры (применение новых материалов, снижение массы бортового оборудования и т.д.) позволяют нарастить грузоподъемность вплоть до 38-40 тонн. Например, на Рис. 2 показана РН с двигателями РД-195 и рабочей заправкой УКВБ около 70 тонн. Однако для дальнейших оценок вполне можно принять некоторое усредненное значение грузоподъемности на низкой околоземной орбите, например, 36 тонн. Мы исходим в данном случае из того, что РД-195 будет создан еще нескоро, тогда как «Ангара-А5В» считается проектом ближайшей перспективы (срок создания — в пределах 10 лет).

Все это, конечно, замечательно. Но остается вопрос...

А на ней на Луну слетать можно?

Среди специалистов ракетно-космической отрасли, судя по проектам «лунных» носителей, представленных публично в последние 10 лет, явно бытует мнение, что Луну «штурмовать» можно лишь носителями грузоподъемностью не менее 90-100 тонн. Ну, «край» — 70-тонник, позволяющий достичь лунной поверхности в 2-3 пуска. Параметры «Ангары-5В» в эту канву никак





не укладываются. Но так ли безнадежно положение?

Среди многочисленных российских концепций лунных экспедиций стоит выделить направление, которое можно назвать минималистским. Суть его идей сводится к необходимости использовать имеющуюся матчасть: корабли «Союз», разгонные блоки «Фрегат» и КВТК. Основанием для данной концепции послужило вполне обоснованное предположение, что создание с нуля сверхтяжелого носителя и, одновременно, нового пилотируемого корабля — для современной России абсолютно неподъемная задача. Не говоря уже о создании лунной и окололунной инфраструктуры.

Направление «лунного минимализма» четко сформировалось в 2005 году, когда на страницах форума журнала «Новости космонавтики» Сергей Буркатовский, известный писатель-фантаст, гейм-дизайнер и генеральный продюсер компании Wargaming.net, опубликовал концепцию поэтапного освоения Луны с использованием носителей грузоподъемностью 35-40 тонн. Желающие могут ознакомиться с оригиналом в теме «Веселые картинки — Луна шаг за шагом» на форуме «Новостей космонавтики»: <http://novostikosmonavtiki.ru/forum/forum9/topic1499/>.

Несмотря на шуточный тон и неоднозначность оценок, С.Буркатовский подвел под свою концепцию базу достаточно точных оценок и расчетов. Все технические средства, предложенные им, не выходят за рамки существующих технологий. Поэтапная реализация проекта позволяла создавать на каждом этапе новые изделия, имеющие практическое применение, с минимальной степенью новизны. Например, пилотируемый посадочный ап-

парат создавался бы на основе автоматического «лэндера» для задачи возвращения лунного грунта на Землю. Криогенный разгонный блок вполне мог найти применение в коммерческих программах (что и сейчас предусматривается на основе блока КВТК). Лунный орбитальный корабль массой 11-12 т планировалось создать на основе корабля «Союз». Отработку новых элементов предлагалось выполнять с использованием РН «Протон». Важной положительной особенностью идеи была возможность безболезненного прекращения (или приостановки) проекта с минимальными издержками, поскольку все — или почти все — создаваемые элементы могли использоваться в прикладных, в т.ч. коммерческих, задачах.

По расчетам Сергея Буркатовского облет Луны с выходом на орбиту ее спутника мог быть осуществлен в один пуск РН грузоподъемностью около 40 т. Соответственно, простейшая посадочная экспедиция требовала двух носителей — грузоподъемностью 20 и 40 тонн.

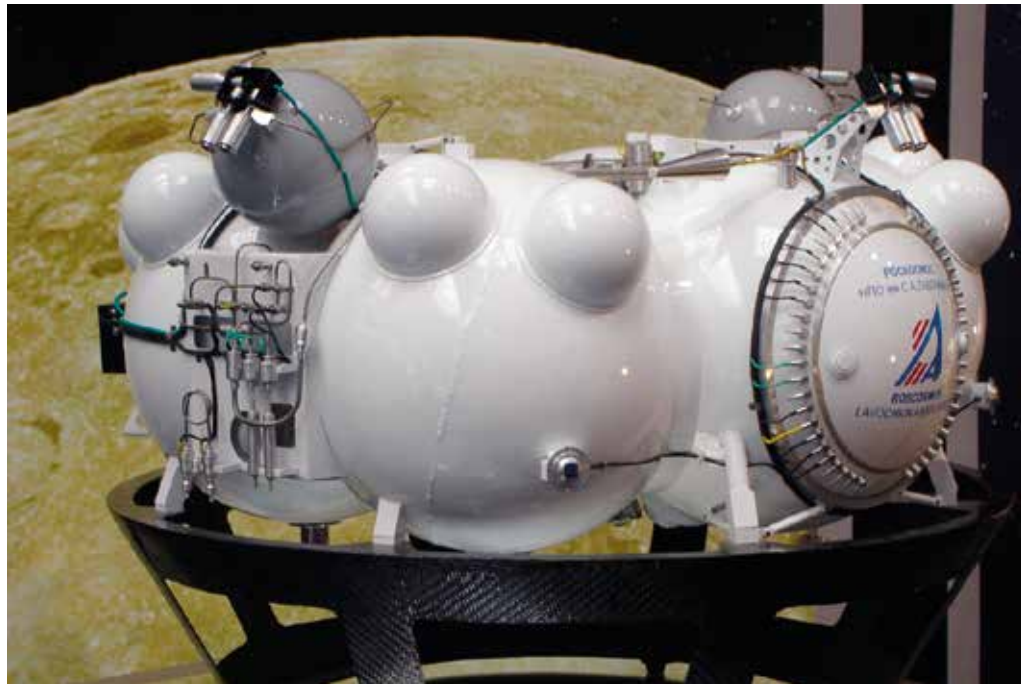
В 2006-2007 гг. Н. Севастьянов, возглавлявший в то время РКК «Энергия», выступил с инициативой «быстрых» полетов на Луну с использованием многопусковых схем на основе имеющихся носителей «Союз» и «Протон». Однако данная концепция, предусматривающая семь пусков для достижения лунной поверхности, выглядела слишком ненадежной. Кроме того, она не нашла поддержки среди руководства Роскосмоса. Сам Н.Севастьянов подвергся критике за «приступы лунатизма» и вскоре покинул пост руководителя «Энергии».

В 2013-14 году Александр Ильин, один из редакторов журнала «Новости космонавтики» и генеральный конструктор

тор первой в России частной ракетостроительной компании «Лин Индустриал» предложил проект «Луна-7». В определенной степени проект является развитием концепции С.Буркатовского. Но в отличие от него, А.Ильин предложил опираться не на гипотетический «40-тонник», а на модификации «Ангара-А5». Среди них, в частности, был вновь предложен вариант с УКВБ. Среди особенностей «Луны-7» — прямая схема посадки на поверхность нашего естественного спутника без промежуточных стыковок (в концепции Буркатовского предлагалась «аполлоновская» схема экспедиций со стыковками на окололунной орбите). На поверхность Луны в каждом запуске может доставляться до 3600 кг полезного груза.

Слабым местом «Луны-7» является возвращение с Луны. По проекту посадочный комплекс должен прилуниться без запаса топлива на обратный путь. Рабочее тело должно быть заранее доставлено к месту посадки беспилотными экспедициями. Однако провести заправку на поверхности Луны — совсем не то, что выполнить эту операцию на автозаправочной станции на Земле. В случае сбоя в процессе экспедиции полет на Луну может оказаться дорогой «в один конец». Так что здесь есть, над чем работать.

Проект «Луна-7» был опубликован (в общедоступном доступе с ним можно ознакомиться на сайте «Лин Индустриал»: <http://www.spacelin.ru/#!moonseven/сура>). Насколько известно, он был доведен и до экспертного сообщества, а также до руководителей отрасли. Не исключено, что именно появление данного проекта стало катализатором формирования облика нового тяжелого носителя «Ангара-5В».



На что же способна данная РН? Вернемся к цифрам. Итак, на орбите 36 тонн. С криогенным разгонным блоком типа КВТК на отлетную траекторию к Луне может быть отправлен космический корабль массой свыше 15 т. Соответственно, на орбиту спутника Луны возмож-

на доставка корабля массой более 10 тонн. Много это или мало? Вспомним, что Лунный орбитальный корабль 7К-ЛОК (11Ф93) имел начальную массу 9,85 т. Иными словами, с учетом современного технологического уровня на модифицированном «Лунном» «Союзе»





Ангара-1 РН легкого класса



Ангара-3 РН среднего класса



Ангара-5 РН тяжелого класса

на окололунную орбиту может быть доставлен пилотируемый корабль с экипажем из трех человек. На лунную поверхность с использованием посадочного модуля, работающего на долгохранимых компонентах, можно доставить свыше 4 тонн полезного груза. При этом посадочная масса комплекса составит примерно 5,4 т.

Заметим, речь идет лишь об однопусковых схемах, в которых практически нет резервов на обеспечение безопасности за счет резервирования систем. Очевидно, использование двухпусковых схем, при условии оптимального членения комплекса, позволит существенно увеличить массу полезного груза на всех этапах экспедиций.

В общем, вывод очевиден — «35-тонник» позволяет

лететь на Луну. Но пока это всего лишь расчеты, к тому же выполненные применительно к гипотетическому кораблю. Реальное положение дел существенно сложнее.

Что имеем сегодня?

В настоящее время в России с 2007 г. ведутся работы по Перспективному транспортному кораблю нового поколения (ПТК НП). Когда в 2008 году были впервые опубликованы его параметры, корабль выглядел сухопарым атлетом. В самом деле, при экипаже в 6 человек, масса околоземной модификации составляла примерно 12,6 т (при росте численности экипажа по сравнению с «Союзом-ТМА» вдвое, масса корабля выросла всего лишь в 1,7 раза). Лунная версия ПТК

НП должна была доставлять к Луне экипаж из четырех человек при массе около 16 т. И все это предлагалось при многоразовом возвращаемом аппарате с реактивной посадкой.

Прошло семь лет, ПТК НП выглядит перекаченным бодибилдером. Масса лунной модификации выросла до 20...25 т, а околоземная версия способна доставлять на орбиту экипаж из четырех человек (еще двоих можно взять, но уже при условии существенного стеснения). Реактивная посадка превратилась в парашютно-реактивную. Но и это еще не самое главное. Из-за отсутствия достаточного финансирования проект ПТК НП так и не перешел в стадию изготовления опытных образцов. Уже слетал прототип «Ориона», готовятся к первым

полетам в 2017 году CST-100 от Boeing и Dragon 2 от SpaceX. Российский корабль не полетит ранее 2021 года. С 2021 по 2023 годы планируется выполнить три беспилотных запуска корабля к МКС в низкоорбитальной модификации. В 2024 году должен состояться первый запуск к станции корабля с экипажем. Первый полет тяжелой — «лунной» — версии корабля запланирован только на 2025 год.

Таким образом, теоретически, новая ракета-носитель может быть создана раньше, чем лунный космический пилотируемый корабль. Но и это не все. При массе корабля 20...25 тонн, «Ангара-5В» сможет в лучшем случае отправить его в облет Луны (без выхода на орбиту ее спутника), да и то при условии неполной заправки (топливо потребует только для коррекций траектории). Поэтому говорить даже об облетной экспедиции Луны с выходом на орбиту возможно лишь применительно к двухступенчатой схеме миссии.

Судя по опубликованным фотографиям модели «Ангара-5В», в состав «пилотируемой» космической головной части, кроме корабля, входит и разгонный блок типа ДМ. Его предок — блок Д изначально рассматривался как тормозной модуль, обеспечивающий выход комплекса ЛЗ на орбиту спутника Луны и сход с нее для посадки на поверхность. Поэтому ДМ на «водородной» «Ангаре» не выглядит анахронизмом. А вот вторая ракета, по идее, должна вывести на околоземную орбиту крупный криогенный блок похожий на КВТК2-А7В (см. сайт Центра Хруничева <http://www.khrunichev.ru/main.php?id=52>).

Схема экспедиции пока не опубликована, но, скорее всего, будет выглядеть примерно так. Сначала на орбиту будет доставлена пилотируемая го-

ловная часть. После того, как проверки покажут нормальную работу систем, будет запущен криогенный разгонный блок. После стыковки на околоземной орбите разгонный блок включит двигатель и отправит пилотируемый головной блок на отлетную траекторию. При подлете к Луне блок ДМ переведет космический корабль на окололунную орбиту. Выполнив задачи миссии, ПТК НП, используя собственную двигательную установку, вернется на Землю. Пилотируемая посадка на Луну потребует, очевидно, выполнить четыре пуска тяжелых носителей серии «Ангара-5». Использование конкретных моделей — «Ангара-А5» или «Ангара-5В» — будет зависеть от схемы членения межпланетного экспедиционного комплекса и масс его составных частей.

Подобная схема была несколько лет назад опубликована Центром Хруничева применительно к проекту ракеты-носителя «Ангара-А7/А7В». Ее сложность очевидна, тогда как экономическая целесообразность — пока нет. Дело в том, что изготовление четырех носителей размерности «Ангара-5В» не факт, что обойдется дешевле производства двух «70-тонников». Здесь можно выгадать только на стоимости разработки. Но даже по оптимистичным прогнозам разработка и постановка в производство новой модификации «Ангара-5» будет стоить примерно 37 млрд рублей. Общая стоимость разработки с учетом постройки отдельного стартового комплекса может составить 150 млрд рублей.

В любом случае, главным тормозом программы пилотируемых полетов на Луну будет, вероятно, космический корабль. Поэтому вновь возникает мысль рассмотреть вариант «лунного» «Союза».





Лунный «Союз»

Как известно, история кораблей серии «Союз» началась именно с лунной темы, еще в 1962 г. Затем биография самого известного (и старого) космического корабля Земли испытывала много пертурбаций. Основной ролью «Союзов» стала доставка космонавтов на орбитальные станции. Тем не менее, нашлось место и для лунных версий. В железе были реализованы две из них. Первая — корабль 7К-Л1 для облета Луны. В беспилотном варианте он стал известен как «Зонд». Вторая — уже упоминавшийся 7К-ЛОК — Лунный орбитальный корабль комплекса Н1-Л3.

Как и ныне здравствующий «Союз-ТМА», ЛОК состоял из трех основных отсеков — орбитального (бытового), спускаемого аппарата (СА) и приборно-агрегатного отсека с двигательной установкой. Всего состоялось два запуска корабля 7К-ЛОК для беспилотных испытательных полетов. 2 декабря 1970 года под названием «Космос-382» упрощенный 7К-ЛОК был запущен ракетой-носителем «Протон-К» на околоземную орбиту. 23 ноября 1972 года штатный 7К-ЛОК был запущен в четвертом и последнем старте Н-1.

С позиций сегодняшнего дня вполне разумно рассмотреть некую реинкарнацию ЛОК на базе летающей модификации «Союза». Учитывая тот факт, что современная элементная база гораздо легче и меньше в размерах, чем в 1960-х гг., можно рассчитывать, что в корабле можно безболезненно разместить троих космонавтов. Конструкцию СА изменять нельзя, иначе это приведет к длительной и дорогой отработке. Потребуется лишь увеличить массу теплозащиты, и провести пару испытаний входа в атмосферу со второй космической скоростью. Здесь как раз и пригодится опыт «Зондов». А вот орбитальный отсек можно увеличить в объеме без потери в массе — за счет применения композитов и новых алюминиевых сплавов. То же самое касается и приборно-агрегатного отсека, в котором придется увеличить емкость топливных баков.

Разумеется, потребуются доработки или переделки многих систем, но это в любом случае будет дешевле разработки совершенно нового корабля в условиях хронического недофинансирования. Испытания и облетные экспедиции на «лунном» «Союзе» будут существенно дешевле,

поскольку их можно проводить в один пуск. Поэтому желательно было бы рассмотреть и такой вариант.

Что еще, кроме Луны

Проект носителя «Ангара-5В» следует оценивать интегрально, с учетом всех современных факторов. Конечно, с точки зрения планов освоения луны, это «эрзац-супертяж». С его использованием все посадочные экспедиции выглядят «хлипкими», с точки зрения отсутствия резервов.

С другой стороны, создание крупного ракетного кислородно-водородного блока станет большим достижением, и, не побоимся этого слова, технологическим прорывом современного российского ракетостроения.

Не менее важно и то, что новый носитель вписывается в коммерческую нишу ближайших лет. Не секрет, что современные западные носители обладают потенциалом выведения на геопереходные орбиты тяжелых телекоммуникационных спутников массой до 12 тонн. Скоро подобные возможности обретет и Китай. Поэтому «Ангара-5В», способная вывести на те же орбиты такие же спутники, обеспечит сохранение конкурентоспособности.

Еще один фактор, который нельзя упускать из виду — экономический. Поскольку «Ангара-А5В» будет эксплуатироваться не взамен, а вместе с другими ракетами семейства, появляется возможность увеличить серийность производства УРМ-1 и тем самым снизить издержки на единицу продукции.

Будучи экологически чистой РН, «Ангара-5В» сможет стартовать, вероятно, и из Байконура, на котором в начале следующего десятилетия может, наконец, заработать комплекс «Байтерек». ■



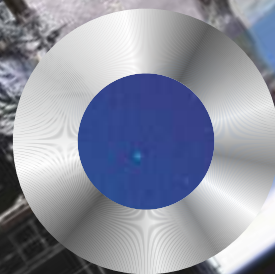
Журнал «Космические исследования и технологии» — достоверная информация о международном космическом сотрудничестве



cosmos.kz

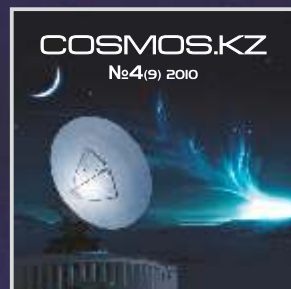
The first TV program
on space technologies
in Kazakhstan

COSMOS.KZ



№1(6)

© Space Energy 2011



www.cosmos.kz