

Space Research & Technologies

КОСМИЧЕСКИЕ

№3-4
2015
2016

ИССЛЕДОВАНИЯ И ТЕХНОЛОГИИ

Международный журнал о космонавтике International Journal of Aerospace

В дальний
КОСМОС



Смотр военной
техники
в Астане

Космические
технологии —
драйвер развития

В Казкосмосе
смена
руководства

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

Талгат Мусабаев —

председатель, Казахстан

Меирбек Молдабеков —

заместитель председателя, Казахстан

Еркин Шаймагамбетов —

заместитель председателя АКК (МИР), Казахстан

Ерғазы Нұрғалиев —

заместитель председателя АКК (МИР), Казахстан

Марат Нұрғужин —

президент АО «Национальная компания

«Қазақстан 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

«Гарыш-Экология», Казахстан

Леопольд Лобковский —

заместитель директора Института океанологии им. П.Ширшова

РАН, член-корреспондент Российской Академии Наук, Россия

Мағауия Ажмолдаев —

генеральный директор РГП «Инфракос», Казахстан

Рене Пишель —

глава постоянного представительства Европейского

космического агентства в Российской Федерации

Владислав Румянцев —

директор Института озераведения РАН,

академик Российской Академии Наук, Россия

Мартин Свитинг —

исполнительный председатель совета директоров компании

Surrey Satellite Technology Limited (SSTL), Великобритания

Қуат Мұстафинов —

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 автоматических космических
аппаратов госкорпорации «Роскосмос», 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.
Khrunichev State Research and Production Space Center, TsSKB-Progress, V.P. Makeev
State Rocket Center, ISS named after Academician M.F. Reshetnev, K.E. Tsiolkovsky
Russian Academy, TsNIIMASH, Tekhnomash NPO, TSENKI, CTC after J.A. Gagarin,
NGO named after S.A. Lavochkin, Yuzhnoye State Design Office named after M.K.
Yangel, A.M. Makarov Yuzhny Machine-Building Plant.

Журнал «Космические исследования и технологии»,
№3-4 (16-17) 2015-2016

Периодичность: четыре номера в год

Главный редактор Нурлан Аселкан

Заместитель главного редактора по маркетингу
Оксана Трофимова

**Официальный представитель в Москве
и Российской Федерации** Эльвира Ханко

Дизайн и верстка Татьяна Рожковская

Техническая подготовка Альберт Аджимуратов

Адрес редакции: 050004, Казахстан, Алматы,
ул. Маметовой, 43/25, тел. +7 775 2969 752

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

www.cosmos.kz

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

выдано Министерством связи и информации

Республики Казахстан

Мнение авторов не всегда совпадает с мнением редакции.

Ответственность за содержание рекламных материалов
несет рекламодатель.

Перепечатка материалов, а также использование
в электронных СМИ

возможны только при условии письменного согласования
с редакцией.

Отпечатано в типографии

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

Тираж 1000 экземпляров

Учредитель и издатель ТОО COSMOS.KZ

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

Magazine «Space Research and Technologies»,
№ 3-4(16-17) 2015-2016

Periodicity: four issues per year

Editor-in-Chief Nurlan Aselkan

Deputy Chief Editor of Marketing Oxana Trofimova
Official Representative in Moscow and Russian Federation
Elvira Khanko

Design and make-up Tatyana Rozhkovskaya

Technical preparation Albert Ajimuratov

Address of Editorial Office: 050004, Mametova str., 43/25, Almaty,
Kazakhstan, Phone +7 775 2969 752
e-mail: nurlan1410@mail.ru, m.cosmos.kz@gmail.com
www.cosmos.kz

Certificate of registration № 11 779-Zh from 02.07.2011 issued
by the Ministry of Communications and Information of the
Republic of Kazakhstan Opinion of the authors do not always reflect
the views of the publisher. The advertiser is responsible
for the contents of advertising materials. The reprint of materials
and the use at electronic media is possible only provided a written
agreement with the editorial board.

Printed at

«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»



KADEX

2 KADEX-2016

Боевая авиация на высоте

На вопросы журнала «Космические исследования и технологии» отвечает Главнокомандующий Силами воздушной обороны Вооруженных Сил Республики Казахстан генерал-лейтенант авиации Орманбетов Н.С.

6

Военный космос Казахстана

На вопросы журнала «Космические исследования и технологии» отвечает начальник Центра военно-космических программ полковник Амиргереев Р.Н.

12

КАЗКОСМОС

18

Смена руководства в Казкосмосе

ЭКОЛОГИЯ

Гигиеническое нормирование компонентов ракетного топлива и продуктов их химической трансформации

Ж. Жубатов,
В. Козловский,
А Позднякова

20

APPLIED SPACE

28

Space technologies at the service of mankind

Galina Xanthopoulou

ПРИКЛАДНАЯ КОСМОНАВТИКА

46

Космические технологии на службе человечества

Галина Ксандопуло

СОЛНЕЧНАЯ СИСТЕМА

60

Полеты в дальний космос становятся реальностью

КОСМОДРОМЫ

66

Космический порт на казахстанской земле

НОСИТЕЛИ

70

Ракетный «хаб» на Байконуре

Д. Воронцов

76

«Ангара»: мечты, фантазии и реальность

Д. Воронцов

82

Многоразовые носители вышли на регулярку

Н. Аселкан

KADEX-2016



Участникам и гостям IV Международной выставки вооружения и военно-технического имущества KADEX!

Рад приветствовать Вас и сообщить о проведении IV Международной выставки вооружения и военно-технического имущества KADEX, которая пройдет со 2 по 5 июня 2016 года в г. Астане. На сегодняшний день аналогичные выставки имеют огромную популярность во всем мире. Ведь особенно сейчас оборонные ведомства обладают большим потенциалом влияния на глобальную и региональную стабильность. Поэтому один из основных акцентов делается на развитие сферы электронных и электронно-оптических систем, систем связи и управления, сетевые решения. Традиционно наибольшим спросом у зарубежных партнеров на таких выставках пользуются комплексы управления войсками и оружием, системы защиты от высокоточного оружия, авиационная техника, средства и системы ПВО, оптико-электронные приборы. Интерес этот вполне объясним. Вооружение и военная техника — один из компонентов экспорта высокотехнологичной продукции, востребованной за рубежом. В условиях растущей конкуренции страны активно интегрируют предприятия оборонно-промышленного комплекса, развивают наукоемкие производства, способные производить высокотехнологичную продукцию. В рамках мероприятий гости и участники имеют возможность не только ознакомиться с экспозицией новейших разработок предприятий оборонного сектора, но и оценить их боевые возможности в действии. Между тем, мы стремились ориентироваться как на заключение контрактов и демонстрацию военной техники, так и на то, чтобы сделать выставку разнообразной и привлекательной для всех. Поэтому есть необходимость профессионального и откровенного диалога, где военные специалисты в конструктивной и равноправной атмосфере могли бы обменяться мнениями. Рассчитываем, что непосредственное общение с ведущими специалистами и обмен мнениями по уникальным технологиям, гарантированно послужат развитию отечественной военной мысли, а также укреплению военно-технического сотрудничества. Приглашаем всех к участию в выставке KADEX-2016 — самом масштабном и востребованном событии в жизни казахстанской оборонной отрасли за последние несколько лет. Желаю участникам и гостям данного мероприятия продуктивной работы и высоких достижений!

**Министр обороны Республики Казахстан
Имангали Тасмагамбетов**

Вот уже в четвертый раз казахстанская столица принимает у себя гостей из десятков государств планеты в рамках международной выставки вооружений и военно-технического имущества KADEX.

На сегодняшний день это мероприятие — один из самых ожидаемых выставочных форумов Центральной Азии, поскольку это единственное место в регионе, где встречаются разработчики и производители высокотехнологичной продукции, оборудования двойного назначения с клиентами из госструктур и частного сектора.

К примеру, по итогам KADEX-2014 было заключено контрактов, меморандумов и соглашений на общую сумму около \$2,6 млрд. За несколько дней выставку посетили 54 делегации из 28 государств, 45 тысяч гостей из разных стран.

В этом году от KADEX эксперты ожидают не менее внушительных результатов.

Цели выставки

Расширение возможностей и перспектив развития отечественных предприятий в соответствии с потребностями Вооруженных Сил, других войск и воинских формирований Республики Казахстан, содействие продвижению их продукции на зарубежные рынки

Привлечение в республику крупнейших зарубежных разработчиков и производителей продукции военного и специального назначения, развитие кооперационного сотрудничества с казахстанскими предприятиями в области совместного производства и модернизации вооружения и военной техники

Создание благоприятных условий для установления и развития взаимовыгодных контактов между производителями и потребителями продукции

оборонной промышленности, обмена опытом в вопросах технологической модернизации Вооруженных сил РК

Главными направлениями IV выставки вооружений и военно-технического имущества стали:

- Авиационная техника, БПЛА и космические технологии
- Вооружение и техника Сухопутных войск и Военно-морских сил
- Системы и средства ПВО
- Тыловое и техническое обеспечение войск
- IT-технологии, системы и средства связи
- Робототехника в военной сфере
- Альтернативные источники энергии в военной сфере

Количество участников IV международной выставки превысило 290 компаний из разных стран мира. Среди выставочных экспонатов казахстанского производства будут представлены самонаводящиеся торпеды, продукция патронного завода, системы технических средств охраны. На KADEX-2016 впервые будет презентован отечественный авиационный технический центр и спектр его услуг для авиационной отрасли Казахстана.

Военные технологии для поддержания мира

«В ближайшие годы будет обновлено не менее 70% всех видов оружия и техники, а по отдельным категориям — до 100%. Ежегодно проводится более ста оперативных проверок и войсковых учений, максимально приближенных к условиям вероятной современной войны», — заявил Президент Казахстана Нурсултан Назарбаев накануне празднования Дня защитника Отечества в стране.





В ближайшие годы в рамках модернизации военного комплекса планируется акцентировать внимание на развитии наукоемких производств и трансферта технологий в отечественную оборонную промышленность. Кроме того, Казахстан активно развивает военно-техническое сотрудничество с зарубежными странами, а воинское мастерство наших Вооруженных сил укрепляется в совместных учениях в рамках ОДКБ и ШОС, партнерства с НАТО.

Вооруженные силы страны — гарант суверенитета и территориальной целостности любой страны. Поддержание их боеготовности на высоком уровне всегда входит в число государственных приоритетов. Накануне проведения выставки вооружений и военно-технического имущества редакция жур-

нала «Космические исследования и технологии» обратилась в Министерство обороны Казахстана, чтобы узнать о том, каков уровень боеготовности вооруженных сил Казахстана, поговорить об основных направлениях развития оборонно-промышленного комплекса и прогнозируемых итогах международной выставки KADEX-2016.

Учения как фактор боеготовности

Как рассказали изданию в Министерстве обороны Республики Казахстан, основные усилия по поддержанию высокого уровня боеспособности вооруженных сил Казахстана на постоянной основе направлены на повышение профессиональной выучки военнослужащих. И это достигается благодаря мероприятиям оперативной и боевой подготовки,

а также участию личного состава в учениях, в том числе — международных.

Отдельное внимание при этом уделяется обучению военнослужащих ведению как классических боевых действий (оборона, наступление, марш), так и действий в особых условиях (горная местность, населенные пункты).

С начала этого года в целях реализации поставленных задач по обеспечению обороноспособности страны Министерство обороны РК провело оперативно-тактические учения «Айбалта-2016», специальные учения «Жардем-2016» и «Каратау-2016». Также подразделения Вооруженных сил страны были задействованы в масштабных совместных учениях сил и средств разведки вооруженных сил стран Организации Договора о коллективной безопасности

«Поиск-2016» и международных учениях «Степной орел — 2016».

Профессионалы на страже независимости

По мнению специалистов Министерства обороны РК, учения с привлечением подразделений родов и видов войск вооруженных сил Казахстана — не только действенный способ определения состояния готовности подразделений, но и важнейшая форма изучения реального состояния дел в армии.

Основное внимание уделяется вопросам организации и управления, слаженности действий подразделений, взаимодействию между родами и видами войск, знанию и умелому исполнению каждым бойцом индивидуальной и общей задач.

С момента обретения независимости страной под руководством Верховного главнокомандующего — президента страны Нурсултана Назарбаева вооруженные силы республики стали боеготовой и боеспособной армией. Укомплектованность профессиональными военнослужащими, оснащение современным вооружением и военной техникой, участие войск в масштабных учениях в стране и за ее пределами — все это дает возможность казахстанской армии вести все виды военных операций.

Оборонно-промышленный комплекс

Сегодня развитие этого комплекса осуществляется по нескольким направлениям:

- Производство новых образцов вооружения и военной техники. Для развития данного направления ведется производство бронированных колесных машин «Арлан», оптико-электронных средств, автомобильной техники, вертолетов. Развивается судостроительное производство,



планируется начать выпуск боеприпасов.

- Модернизация существующих образцов. В частности бронетанковой техники, средств связи, реактивных систем залпового огня.

- Техническое обслуживание вооружения и военной техники (техническое сопровождение автомобильной техники «КАМАЗ», средств противовоздушной обороны).

О KADEX

Выставка вооружения и военно-технического имущества — это не только зрелищный форум, это еще и деловая площадка для достижения международных договоренностей, подписания соглашений и контрактов, считают в Министерстве обороны РК.

Результаты прошлых мероприятий наглядно демон-



стрируют эффективность поступательного развития оборонно-промышленного комплекса страны. В том числе через создание ряда совместных предприятий: по выпуску оптико-электронных приборов, производству бронированных колесных машин «Арлан», вертолетов, других военных объектов, создание которых было проинвестировано иностранными партнерами.

Как ожидается, проведение очередной выставки позволит создать дополнительные условия для развития предприятий отечественного оборонно-промышленного комплекса, упрочить сотрудничество с ведущими зарубежными и отечественными товаропроизводителями, определить спектр продукции для последующего закупа. ■

Боевая авиация на высоте



На вопросы журнала «Космические исследования и технологии» отвечает Главнокомандующий Силами воздушной обороны Вооруженных Сил Республики Казахстан генерал-лейтенант авиации Нурлан ОРМАНБЕТОВ



— Нурлан Секенович, мировые издания высоко отзываются о состоянии казахстанской боевой авиации и войск противовоздушной обороны. Чем это можно подтвердить?

— Прежде всего, должен сказать, что Силы воздушной обороны Казахстана по оснащённости техникой и вооружением являются мобильным и высокотехнологичным видом Вооруженных сил. Благодаря постоянной заботе со стороны Верховного главнокомандующего Вооруженными силами наш авиационный парк ежегодно пополняется новой авиационной техникой. Действительно плодотворным в плане пополнения новыми летательными аппаратами стал 2015 год. Впервые в истории Вооруженных сил республики были приобретены самые современные боевые самолеты Су-30СМ. На сегодняшний день данный тип является лучшим многофункциональным боевым самолетом в мире. Казахстанцы видели его на военном параде в 2015 году.

Также на вооружение поступили новые транспортно-боевые вертолеты Ми-171Ш. Ранее ряды военной техники ВВС Казахстана были пополнены военно-транспортными самолетами С-295 концерна



Airbus Military. Отремонтирована и модернизирована практически вся авиационная техника наших ВВС.

Сегодня на вооружении военно-воздушных сил состоят истребители-перехватчики МиГ-31, многоцелевые истребители Су-27, фронтовые истребители МиГ-29, военнотранспортные самолеты Ан-12, Ан-72, С-295, вертолеты Ми-8, Ми-17В-5, Ми-26, ЕС-145 Еврокоптер и УН1-П «Хьюи». Эта техника способна выполнять поставленные задачи на значительном удалении от базы днем и ночью в простых и сложных метеоусловиях.

Войска противовоздушной обороны оснащены зениторакетными комплексами дальнего действия — С-200, средней дальности — С-300ПС, С-75, малой дальности — С-125 М-К различных модификаций, способными уничтожать современные самолеты и крылатые ракеты во всем используемом диапазоне высот и скоростей.

В войсках ПВО функционируют радиотехнические подразделения. Основу этих подразделений на сегодня составляют радиолокационные станции сантиметрового и метрового диапазона волн. Все они прошли ремонт и модернизацию.

С 2014 года начата войсковая эксплуатация трехкоор-

динатной радиолокационной станции РЛС «НУР» (ГМ 403). Данная РЛС французско-казахстанской разработки спроектирована на современной элементной базе и способна эффективно работать в условиях радиоэлектронного воздействия.

Части связи обеспечивают управление войсками всеми видами связи — проводной, релейной, спутниковой, тропосферной.

— Авиация Республики Казахстан имела серьезный задел, оставшийся еще от Советского Союза. Тем не менее, в последние годы началось приобретение самых современных истребителей Су-30СМ, транспортных самолетов С-295. Ведется ремонт и модернизация уникальных перехватчиков МиГ-31, вертолетов Ми-8, другой техники. Какова техническая стратегия наших авиаторов? Что мы хотим иметь на вооружении? Насколько необходимы нам летающие танкеры, самолеты ДРЛО, РЭБ?

— С момента образования собственных Вооруженных сил у Казахстана имелись самые разнообразные типы авиационной техники. Но не было, например, современных истребителей Су-27 и их модификаций.



В дальнейшем в боевые части поступили самолеты 4-го поколения — истребители Су-27, МиГ-29, штурмовики Су-25, которые ныне составляют основу казахстанской боевой авиации. Также остаются на вооружении ВВС РК модернизированные истребители-бомбардировщики МиГ-27, перехватчики МиГ-31 и учебно-боевые самолеты Л-39.

С 2015 года начался этап перевооружения боевой авиации на современные многофункциональные самолеты Су-30СМ, которые станут основным типом фронтовой авиации.

Если говорить о винтокрылых машинах казахстанских ВВС, то можно сказать, что на вооружении армейской авиации были два типа вертолетов — транспортно-боевые Ми-24 и многоцелевые Ми-8. В дальнейшем на смену Ми-24 поступят новые боевые вертолеты Ми-35. С увеличением финансирования и развитием Аэромобильных войск страны принято решение увеличить группировку армейской авиации, для чего закуплены многоцелевые вертолеты Ми-17, Ми-171Ш, представляющие собой углубленную модернизацию хорошо зарекомендовавшей себя «вертушки» Ми-8.

Отремонтированы имеющиеся два вертолета Ми-26.



Вместе с тем, на отечественном заводе АО «Еврокоптер Казахстан инжиниринг» выпускаются новые вертолеты ЕС-145 «Еврокоптер». А также

получены три вертолета УН1-П «Хьюи».

Парк военно-транспортной авиации представлен самолетами Ту-154, Ту-134, Ан-

12, Ан-26, Ан-72, Боинг-757. В 2013-2014 гг. мы провели ремонт самолетов Су-27 и МиГ-31. Кроме того, на заводе в Алматы был модернизирован и дооборудован вооружением вертолет Ми-17.

Что касается летающих танкеров и самолетов ДРЛО и РЭБ, то необходимость в таких машинах мы не испытываем. Прежде всего, в танкере, или, если говорить правильно, самолете-заправщике, нет потребности, потому что имеющаяся авиация может выполнять все задачи в любой точке нашей страны без дозаправки. Кроме того, самолет-заправщик легко уничтожить, если он будет обнаружен на возможном театре военных действий.

Необходимости в самолетах ДРЛО и РЭБ также нет, так как радиолокационные станции, имеющиеся у нас на вооружении, покрывают все воздушное пространство по периметру наших воздушных границ и, как я уже говорил, способны эффективно работать в условиях радиоэлектронного воздействия. Да и содержание такой техники потребует значительных затрат.

— В открытой печати сообщается о поставках в Республику Казахстан дивизионов ЗРК С-300ПС. В рамках ОДКБ создана объединенная система ПВО. Вся территория страны обеспечена сплошным радиолокационным прикрытием. Насколько надежна наша противовоздушная оборона? Учитываются ли сроки локальных конфликтов, происходивших в мире?

— Международное сотрудничество между Казахстаном и Россией в военной сфере динамично развивается, в том числе укрепляется взаимодействие по созданию совместной системы противовоздушной обороны.

Мы получили от российской стороны на безвозмездной основе зенитно-ракетные комплексы С-300 для казахстанских войск ПВО. С-300 — это зенитная ракетная система, предназначенная для обороны крупных промышленных и административных объектов, военных баз и пунктов управления от ударов средств воздушно-космического нападения.

Радиотехнические части войск ПВО несут боевое дежурство по обнаружению и определению координат, сопровождению самолетов, вертолетов, крылатых ракет и других воздушных объектов в любых климатических и метеорологических условиях, днем и ночью.

На сегодня Россия и Казахстан создали единую систему противовоздушной обороны. Система ПВО Казахстана сейчас входит в объединенную систему ПВО СНГ, и эти системе имеют только Россия, Казахстан и Белоруссия.

Между министрами оборонных ведомств нашей страны и Российской Федерации в Астане было подписано Соглашение, которое санкционирует пересечение военными летчиками границы между Россией и Казахстаном без специальных политических решений.

Воинские части и подразделения, как нашей страны, так и Российской Федерации несут постоянное совместное боевое дежурство, осуществляется обмен необходимой информацией. Мы проводим совместные учения и тренировки органов управления, экипажей и расчетов. Это нормальная практика, которая использовалась в прежние годы, в том числе и в рамках Содружества. Другое дело, что казахстанско-российские межгосударственные соглашения расширяют возможность такого взаимодействия



и упрощают процедуру принятия решения командирами.

Своеобразный противовоздушный зонтик накрое обе страны. Для его создания

нет нужды опоясывать нашу столицу и российскую дополнительными аэродромами с самолетами-перехватчиками и рассаживать вдоль внешних



границ большое количество расчетов войск ПВО, а также перебрасывать подразделения из одной страны в другую. Расчеты и экипажи, которые вошли в единую региональную систему ПВО, дислоцируются на прежних местах, специалисты остаются в своих армиях и бригадах. Расширился лишь круг их задач, в том числе и на совместных учениях.

— *Военный институт Сил воздушной обороны — основной источник кадров для пополнения нашей боевой и транспортной авиации. Существует ли проблема кадров в авиации? Что придет на смену легендарным Л-39 для подготовки молодых летчиков?*

— Проблемы с кадрами сейчас в авиации нет. Несомненно, профессионализация армии сегодня является приоритетным направлением в нашей повседневной служебной деятельности.

В настоящее время успешно действует Военный инсти-

тут Сил воздушной обороны, обучающий и воспитывающий молодые офицерские кадры для ВВС — летчиков и специалистов наземных служб. Мы приобрели некоторый опыт подготовки офицеров в странах, где обучение офицерских кадров осуществляется по стандартам НАТО.

Время показало, что выбранный нами приоритет в подготовке офицерского корпуса ведущих военных профессий собственными силами был правильным. Абсолютное большинство наших военных вузов добросовестно и честно выполняют свой конституционный и воинский долг.

По самолетам Л-39 скажу, что они продолжают выполнять свою задачу. Вопрос замены в настоящее время прорабатывается нами и руководством Вооруженных сил.

— *На парадах в честь Победы, других важнейших мероприятиях мы видим искусство пилотажных групп*



Сил воздушной обороны. Далеко не всякая авиационная страна имеет в своем распоряжении профессиональных пилотажников. Расскажите, как проходило создание этих коллективов? Что мы увидим на KADEX-2016?

— Во многих странах проводятся авиавыставки и авиасалоны, где в обязательном порядке демонстрируются пилотажные группы и полеты современных летательных аппаратов. Казахстанцы не раз наблюдали филигранную работу наших летчиков из пилотажных групп «Жетысу», «Сункар» и «Алатау» на различных международных учениях и военных парадах. Вспомните военный парад 7 мая 2015 года, где в честь 70-летия Победы наши летчики пролетели над площадью, изобразив в небе цифру «70».

Хочу отметить, что эти пилотажные группы собраны из боевых летчиков и самолетов. То есть это не специальные группы, которые занимаются

только показом, как в других странах.

Граждане нашей страны, как и наши зарубежные гости должны знать, что военная авиация в нашей стране — это залог мира и безопасности.

В этом году в Астане пройдет очередная международная выставка вооружения и военно-технического имущества KADEX-2016. В выставке примут участие около 300 компаний из разных стран мира. Компании продемонстрируют свои последние достижения и технические решения в области вооружения и военной техники, продукции двойного назначения.

На выставке любой желающий сможет увидеть авиационное вооружение, технику военно-воздушных сил, беспилотные летательные аппараты, системы противовоздушной обороны, IT-технологии, средства связи, тыловое и техническое обеспечение войск, вооружение и технику Сухопутных войск и Сил воздушной обороны.



Военный космос Казахстана

В нашей стране кроме Национального, космического агентства есть и другие организации для которых космос — это профессиональная сфера деятельности. Центр военно-космических программ Министерства обороны Республики Казахстан ведает вопросами применения космических и двойных технологий в интересах безопасности страны. На вопросы журнала «Космические исследования и технологии» отвечает начальник Центра, полковник Руслан АМИРГЕРЕЕВ



— *Руслан Нурымгалиевич, расскажите о работе Центра, его основных задачах и целях.*

— Сегодня возрастает зависимость эффективности применения систем боевого управления, связи, навигации, метеорологического и геоин-

формационного обеспечения от космических систем информационной поддержки. При этом космические средства становятся не только неотъемлемой информационной частью военной мощи государства, но и составной частью систем вооружения.

Принимая это во внимание, ряд государств предпринимает активные меры по освоению и использованию космического пространства в целях укрепления своего оборонного потенциала.

Отдельное внимание развитию военно-космической де-

тельности уделяется и в нашей стране. Министерство обороны Казахстана реализует меры по повышению боеспособности войск за счет внедрения современных информационных и технических средств. В данной деятельности оборонное ведомство руководствуется 51 статьей Устава ООН о неотъемлемом праве на индивидуальную и коллективную самооборону, государственной поддержкой развития конкурентных преимуществ Республики Казахстан в форме проектов индустриально-инновационного развития инфраструктуры национальной космической отрасли и космодрома Байконур.

Практическая реализация проектов создания космической техники и технологий военного (двойного) назначения, а также осуществление работ в области формирования военной компоненты национальной космической отрасли возложена на Республиканское государственное учреждение «Центр военно-космических программ Министерства обороны Республики Казахстан».

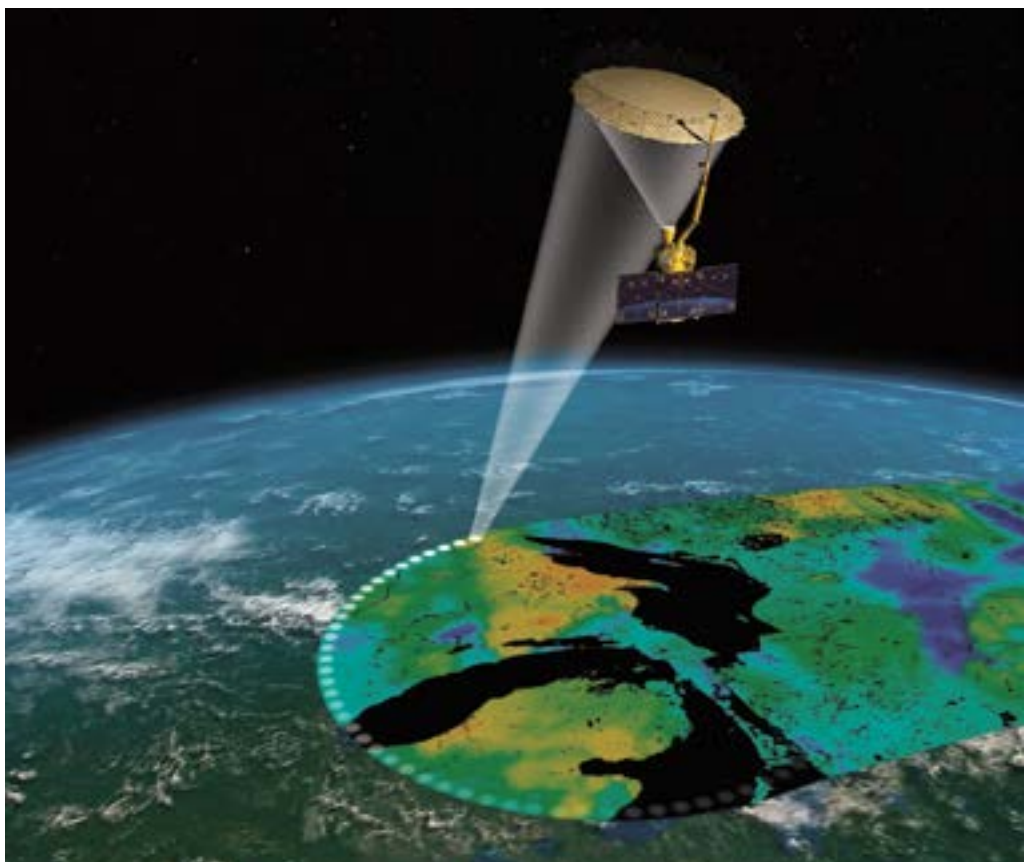
— *Ваша точка зрения на предотвращение милитаризации космического пространства.*

— Данная тема на сегодняшний день актуальна и непосредственно связана с ведением государством своей космической деятельности.

Необходимо отметить, что специалисты в области международного космического права в этом вопросе оперируют категориями использования космоса в военных целях «разрешенного» и «запрещенного» характера.

К «разрешенной» деятельности относятся:

- *использование спутников дистанционного зондирования Земли в интересах на-*





ционального и международного контроля соблюдения договоров и соглашений;

- Использование космических систем связи, навигации, картографии и метеорологического обеспечения военного назначения;

- использование военного персонала для научных исследований или каких-либо иных мирных целей.

К «запрещенной» деятельности относятся:

- размещение и испытание ядерного оружия, а также других видов оружия массового уничтожения на орбите вокруг Земли, на Луне или иных небесных телах;

- военное или иное враждебное использование средств воздействия на природную среду в космическом пространстве;

- размещение военных баз и проведение военных испытаний и маневров на небесных телах, орбитах вокруг них.

Казахстан придерживается развития военно-космической деятельности путем реализации разрешенных проектов создания космической техники технологий военного (двойного) назначения. Это публично подтверждено позицией страны при формировании Резолюции Генеральной Ассамблеи ООН о мерах обеспечения транспарентности и укрепления доверия в космической деятельности, разработке Договора о предотвращении размещения оружия в космическом пространстве, применения силы или угрозы силой в отношении космических объектов и Международного кодекса поведения в космосе.

— **Как проходит взаимодействие Центра с соответствующими подразделениями Казкосмоса?**

— Важным обстоятельством в организации взаимо-

действия является первоочередное определение принципа соблюдения национальных интересов, обеспечение обороны и национальной безопасности при осуществлении космической деятельности. Важно также отнесение космической инфраструктуры к стратегическим объектам, определение совместных функций Министерства по инвестициям и развитию и Министерства обороны по реализации проектов в области космической деятельности двойного назначения и утверждению порядка использования национальной космической системы дистанционного зондирования Земли, системы высокоточной спутниковой навигации.

Следует сказать, что детально формы межведомственного взаимодействия регламентируют нормативные правовые основы. В первую очередь, это Закон РК «О космической деятельности».

Необходимо учитывать, что в настоящее время в нашей стране отрасль находится на стадии развития. Вместе с тем, со стороны Министерства обороны есть твердое убеждение в необходимости совместной реализации проектов двойного назначения, их выхода на международный рынок военнотехнического сотрудничества, а также поддержки казахстанских предприятий космической отрасли оборонно-промышленным комплексом.

Одной из мер такой поддержки станет участие предприятий космической отрасли в IV Международной выставке вооружения и военнотехнического имущества KADEX-2016. Наряду с казахстанскими предприятиями космической отрасли свою продукцию на ней представит ряд иностранных компаний. В их числе — Airbus Defense and Space Geo Intelligence (Франция), Государ-

ственный космический научно-производственный центр им. М. Хруничева (Россия), AERO Vodochody AEROSPACE a.s. (Чехия) и многие другие.

Учитывая ожидаемое количество компаний-участниц выставки из разных стран, отечественным предприятиям представится возможность не только для презентации своих достижений, но и налаживания новых деловых связей.

— Используются ли в вашей работе данные Национальной системы дистанционного зондирования Земли, системы высокоточной навигации?

— Ключевую роль в обеспечении военной организации и общественной безопасности государства оказывает геопространственная информация. Несомненным подспорьем в ее актуализации является система дистанционного зондирования Земли и система высокоточной спутниковой навигации.

Создание единой геоинформационной среды даст возможность государственным органам и населению получать доступ к современному, качественному и полноценному геоинформационному материалу, интегрированному с объектами учета государственных баз данных.

— Какие перспективы сулит совместная эксплуатация с Россией узла Балхаш?

— Одним из элементов российской системы предупреждения о ракетном нападении является казахстанская радиолокационная станция «Днепр». Она передана в пользование Российской Федерации на основании межправительственного соглашения от 2 декабря 2014 года.

Согласно данному соглашению, российская сторона при-





няла на себя следующие обязательства:

1) реализовать до конца 2016 года мероприятия и в дальнейшем осуществлять выдачу на пункты государственного и военного управления Казахстана информации о ракетной обстановке, освоении и использовании космического пространства иностранными государствами и международными организациями. А также данные о прогнозируемых опасных сближениях космических объектов с действующими космическими аппаратами Республики Казахстан, районах падения сгорающих космических аппаратов для расчетов пролетов их над территорией Казахстана;

2) осуществлять подготовку командных и инженерных кадров казахстанской стороны для совместной эксплуатации узла Балхаш и несения боевого дежурства;

3) финансировать расходы на эксплуатацию, поддержание и развитие инфраструктуры узла Балхаш.

В результате весь этот комплекс мероприятий обеспечивает не только поддержание и развитие узла Балхаш, но и является важным вкладом Казахстана в процесс формирования региональной и коллективной безопасности.

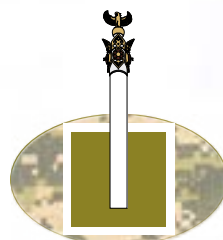
— Ощущается ли дефицит специалистов в вашей сфере?

— Подготовка специалистов — одно из важных направлений формирования кадрового потенциала Вооруженных сил Республики Казахстан. В данном направлении Министерство обороны страны одним из первых возобновило подготовку казахстанских военнослужащих в зарубежных военных учебных заведениях космического профиля.

В настоящее время в рамках организации межведомственного взаимодействия с Казкосмосом военнослужащие на ротационной основе приобретают навыки и получают специализацию на предприятиях космической отрасли.

KADEX 2016

Kazakhstan Defence Expo



KADEX·2016
KAZAKHSTAN DEFENCE EXPO

IV МЕЖДУНАРОДНАЯ ВЫСТАВКА ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКОГО ИМУЩЕСТВА

2-5 ИЮНЯ 2016

АСТАНА

Республика Казахстан



ОРГАНИЗАТОРЫ:



Министерство обороны
Республики
Казахстан



АО «Национальная
компания
«Казахстан инжиниринг»



Республиканское
государственное предприятие
«Казспецэкспорт»

УСТРОИТЕЛЬ:



Выставочная
компания
«Астана-Экспо КС»



WWW.KADEX.KZ

+7 7172 524 233; +7 7172 524 280; +7 7172 524 303; +7 7172 278 282

office@astana-expo.com
office@kadex.kz

Смена руководства в Казкосмосе



22 января 2016 года Еркин Шаймагамбетов назначен исполняющим обязанности главы Аэрокосмического комитета Министерства по инвестициям и развитию РК.

Еркин Шаймагамбетов родился 7 июня 1974 года в поселке Тасбогет Сырдарьинского района Кызылординской области.

В 1993 году окончил Киевский институт инженеров гражданской авиации, в 1998 году — Московский государственный авиационный институт. Инженер по специальности «Космические летательные аппараты и разгонные блоки».

С 1995 по 1997 год — старший лаборант, инженер второй категории лаборатории летательных аппаратов кафедры «Конструкция и испытания летательных аппаратов» филиала «Восход» МАИ, г. Байконур.

С 1998 по 1999 год — главный специалист Управления космодрома Байконур Национального аэрокосмического агентства Министерства науки — Академии наук Республики Казахстан, г. Байконур. Начальник отдела по контролю условий эксплуатации объектов космодрома Байко-

нур Управления космодрома Байконур Аэрокосмического комитета Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан, г. Байконур.

С 1999 по 2002 год — начальник отдела контроля учета основных средств — исполняющий обязанности заместителя начальника Управления космодрома Байконур Аэрокосмического комитета Министерства энергетики, индустрии и торговли Республики Казахстан, г. Байконур. Начальник отдела контроля условий эксплуатации объектов Управления космодрома Байконур Аэрокосмического комитета Министерства энергетики и минеральных ресурсов Республики Казахстан, г. Байконур.

С 2002 по 2005 год — начальник отдела экспертизы и контроля условий эксплуатации объектов Управления космодрома Байконур Аэрокосмического комитета Министерства транспорта и коммуникаций Республики Казахстан, г. Байконур.

С 2005 по 2007 год — начальник Управления космодрома Байконур Аэрокосмического комитета Министерства образования и науки Республики Казахстан, г. Байконур. Заместитель председателя Аэрокосмического комитета Министерства образования и науки Республики Казахстан, г. Байконур.

С 2007 по 2014 год — заместитель председателя Национального космического агентства Республики Казахстан.

С 2014 года — заместитель председателя Аэрокосмического комитета Министерства по инвестициям и развитию Республики Казахстан.

С 2007 года — председатель совета директоров АО

«Республиканский центр космической связи и электромагнитной совместимости радиоэлектронных средств».

Медали: «Ерен еңбегі үшін» (2005), юбилейная медаль Администрации г. Байконура РФ «В память 50-летия Байконура» (2005).

Талгат Мусабаев назначен советником президента Казахстана.

Распоряжением Главы государства Мусабаев Талгат Амангельдиевич 20 января 2016 года назначен советником Президента Республики Казахстан со сроком полномочий до 31 декабря 2017 года включительно. Об этом сообщает пресс-служба Акорды.

Талгата Мусабаева чествовали в МИР РК

21 января 2016 года в Министерстве инвестиций и развития прошло чествование Қазақстан Республикасының Халық Қаһарманы, Героя России, летчика-космонавта, генерал-лейтенанта авиации РК, экс-председателя Казкосмоса, советника Президента Республики Казахстан Талгата Мусабаева, под председательством министра по инвестициям и развитию РК Асета Исекешева, сообщает пресс-служба Казкосмоса.

В торжественном мероприятии приняли участие руководители всех структурных подразделений министерства.

В своем приветственном слове А. Исекешев отметил выдающиеся заслуги и достижения Талгата Амангельдиевича на посту председателя Казкосмоса.

«Талгат Амангельдиевич, Вы поистине историческая личность мирового масштаба, являетесь Героем Казахстана



и России. Могу сказать, что таких выдающихся людей, как Вы, с такими достижениями у нас в стране нет. Ни для кого не секрет, что Вы, как специалист высокого уровня, практически «с нуля» создали казахстанскую аэрокосмическую отрасль, которой до Вас никогда не было. Уверен, что и в дальнейшем мы продолжим тесное сотрудничество в вопросе развития космической деятельности Казахстана», — отметил министр.

В свою очередь, Т. Мусабаев поблагодарил руководство МИР РК за совместную и результативную работу и поддержку в реализации космических проектов, пожелал коллективу министерства дальнейших успехов в развитии отечественной космической отрасли.

По итогам собрания за внесение большого вклада в развитие космической деятельности Республики Казахстан Т. Мусабаев был награжден ведомственной наградой «Енбек ардагері». Кроме того, в честь 65-летнего юбилея также ему вручили Почетную грамоту Министерства по инвестициям и развитию РК. ■



Гигиеническое нормирование компонентов ракетного топлива и продуктов их химической трансформации

**Ж. ЖУБАТОВ
В. КОЗЛОВСКИЙ
А ПОЗДНЯКОВА**

РГП «НИЦ «ФАРЫШ-ЭКОЛОГИЯ»
АЭРОКОСМИЧЕСКОГО КОМИТЕТА МИР РК



Общеизвестно, что нормирование химических соединений играет важную роль в контроле состояния окружающей среды и среды обитания, в разработке проектов оценки воздействия вредностей на окружающую среду, необходимых для прогноза и минимизации последствий техногенной деятельности на экологические системы и здоровье человека, в том числе при осуществлении ракетно-космической деятельности.

Среди ракетных горючих наибольшую опасность для биосферы представляет несимметричный диметилгидразин (НДМГ, гептил). Это искусственное химическое топливо относится к первому классу опасности, вызывая отравление при любых путях по-

ступления в организм, обладает политропным, канцерогенным, эмбриотоксическим, гонадотоксическим, терратогенным мутагенным действием [1,2,3]. НДМГ в окружающей среде нестойкий, и при деградации образует ряд химических соединений.

Сравнительная характеристика физико-химических свойств НДМГ и продуктов его химической трансформации, поведения в объектах окружающей среды, биологического действия, токсичности и клинической картины их воздействия на человека выявляет много общего. Эти соединения среди известных химических веществ выделяются высокой реакционной способностью и миграционной активностью в природных средах [4-7]. Попадая в почву, гидразиновые со-

единения представляют угрозу неблагоприятного воздействия на различные компоненты экосистемы вследствие повторного вовлечения их в биохимический круговорот [8].

В настоящее время установлено большое количество продуктов химической трансформации НДМГ в почве: гидразин, диметиламин, нитрозодиметиламин, триметиламин, диметилформамид, N,N-диметилгуанидин, метилгидразин (монометилгидразин), диметиленгидразин, диметилгидразин, диметилгидразид муравьиной кислоты, 1,5,5-триметилформазан, триметилгидразин, диметилгидразон формальдегида, диметилгидразон ацетальдегида, тетраметилтетразен, 1-метил-1Н-1,2,4-триазол, 3-метил-1Н-1,2,4-триазол, 1-метил-1,6-дигидро-1,2,4,5-тетразен, формальдегид, диазометан, синильная кислота, метиловый спирт, нитрат-ион, аммиак и др. [1, 8-16].

Большая часть представленных химических веществ не имеют токсикологического паспорта, на них не разработаны регламенты предельно допустимого содержания в объектах окружающей среды. Прежде всего, отстает нормирование химических соединений в почвах [3]. В то же время продукты химической



трансформации НДМГ зачастую могут сохраняться в почве, воде длительное время. Это диктует необходимость их гигиенического нормирования в объектах окружающей среды. Основным гигиеническим нормативом для контроля степени их загрязнения является предельно допустимая концентрация химического загрязнителя (ПДК).

Существуют различные понятия значения ПДК. Но, в основном, они сводятся к следующему: предельно допустимая концентрация — это максимальная концентрация вредного вещества, которая за определенное время воздействия не вызывает изменений состояния здоровья человека и его потомства, устанавливаемых современными методами исследований, а также не влияет на

компоненты экосистемы и природное сообщество в целом.

Санитарно-гигиенические нормативы направлены на обеспечение здоровья и благополучия человека. Современное гигиеническое регламентирование восходит к основополагающим работам Н. В. Лазарева, И. Д. Гадаскиной и Н. С. Правдина. Начиная с 20-30-х годов, были установлены величины регламентирующих значений для воздуха рабочей зоны, для атмосферного воздуха, для хозяйственно-питьевого водоснабжения, воды рыбохозяйственных водоемов, почвы, продуктов питания. За последние десятилетия проделана огромная работа по методологическому совершенствованию установления наиболее репрезентативных значений ПДК. Токсикометрический и

нормативный материал позволил перейти к обоснованию не только ПДК, но и так называемых ориентировочных безопасных, уровней воздействия (ОБУВ, ОДУ, ОДК). Эти нормативы получают расчетным путем, опираясь на огромный экспериментальный материал. Такие нормативные величины в большинстве случаев не уступают по точности ПДК, полученным экспериментальным путем.

Нормативы для компонентов жидких ракетных топлив и продуктов их трансформации в объектах окружающей среды впервые были систематизированы в процессе выполнения казахстанско-российской программы «Оценка влияния пусков ракет носителей с космодрома Байконур на здоровье населения (2000-2005 гг.)». В



работе над ними приняли участие ДГП «Инфракос-Экос» АК МОН РК в комплексе с ГНЦ «Институт биофизики» ФМБА МЗ РФ. В разные годы перечень нормативов утверждался приказами Министерства здравоохранения Республики Казахстан. В России утверждена ПДК для НДМГ в почве 0,1 мг/кг (Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 3 сентября 2010 г. N 112 «Об утверждении ГН 2.1.7.2735-10 «предельно допустимой концентрации (ПДК) 1,1-диметилгидразина (гептила) в почве»),

которая заменила существовавший временный норматив ПДК (0,1 мг/кг) в почве[17].

Приказом Министра национальной экономики Республики Казахстан от 28 февраля 2015 года № 168 и в частности приложением №3 к данному приказу утверждены гигиенические нормативы «Предельно-допустимые концентрации компонентов жидкого ракетного топлива и продуктов их трансформации в объектах окружающей среды».

В этом приказе №168 нашли отражение ПДК для:

воздуха рабочей зоны, атмосферного воздуха, воды водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования; предельно допустимый уровень при загрязнении кожных покровов химическими веществами; допустимый уровень нитрозодиметиламина в продуктах питания; аварийные пределы воздействия несимметричного 1,1-диметилгидразина в воздухе рабочей зоны (для работающих в очаге аварии и в атмосферном воздухе).

РГП «НИЦ «Гарыш-Экология» (прежнее название ДГП «Инфракос-Экос») в рамках прикладных научных исследований по республиканской бюджетной программе «Развитие космической деятельности в Республике Казахстан» за 2008-2013 гг. разработало гигиенические нормативы предельно допустимого содержания компонентов ракетного топлива и продуктов их химической трансформации в почве (таблица 1)[18].

В основу разработки ПДК положен принцип «пороговости» токсического воздействия. Для этого выполняется предварительная токсиколого-гигиеническая оценка исследуемого вещества, предусматривающая анализ данных литературы о его свойствах. Проводится в остром, подостром и хроническом токсикологическом эксперименте изучение воздействия химического соединения на лабораторных животных, устанавливаются пороги воздействия, летальные дозы и концентрации. Учитывается характер неблагоприятного воздействия вредных веществ (изолированный, комбинированный, сочетанный). Исследуются влияние доз, времени на эффект воздействия. Изучаются отдаленное эмбриотоксическое, гонадотоксическое, тератоген-

Таблица 1
ПДК производных
НДМГ, а также
ракетного
керосина в почве

№	Наименование вещества	ПДК, мг/кг
1	Нитрозодиметиламин (НДМА)	0,01
2	Тетраметилтетразен (ТМТ)	0,1
3	Диметиламин (ДМА)	0,2
4	N,N-диметилформамид (ДМФА)	1,0
5	1-метил-1,2,4-триазол (МТ)	10,0
6	Гидразин	0,05
7	Триметиламин (ТМА)	1,0
8	Керосин Т-1	2,0
9	Метилгидразин (МГ)	0,05
Примечание — ПДК МГ в почве (№9) разработана в 2015 г. и в настоящее время представлена на утверждение.		

ное, мутагенное, аллергенное, канцерогенное воздействие. Обоснование ПДК для почвы, продуктов питания имеет свои особенности, но в целом подчиняются вышеописанному принципу. ПДК продолжают оставаться важнейшим регулирующим фактором в вопросах охраны окружающей среды и здоровья населения.

Однако достижение ПДК зачастую остается очень сложным делом, особенно в случаях очень низких их значений. Поэтому для условий острых, подострых, хронических и канцерогенных воздействий, предложены гигиенические нормативы, устанавливаемые по прямым эффектам на здоровье человека с учетом параметров зависимости «доза/концентра-



CAS	Вещество	ARFC, мг/м³	Критические органы/системы
10102-44-0	Азот диоксид	0,47	органы дыхания
10102-43-9	Азот оксид	0,72	органы дыхания
7697-37-2	Азотная кислота	0,09	органы дыхания
60-34-4	Метилгидразин	0,00094	
50-00-0	Формальдегид	0,048	органы дыхания, глаза

Таблица 2
Референтные концентрации для острых ингаляционных воздействий

CAS	Вещество	RFC, мг/м³	Критические органы/системы
121-69-7	N,N-Диметиланилин	0,007	
68-12-2	N,N-Диметилформамид	0,03	печень, органы дыхания
10102-44-0	Азот диоксид	0,04	органы дыхания, кровь (образование MetHb)
10102-43-9	Азот оксид	0,06	органы дыхания, кровь (образование MetHb)
7697-37-2	Азотная кислота	0,04	органы дыхания
302-01-2	Гидразин	0,0002	печень, гормон (щитовидная железа), органы дыхания, селезенка
7803-57-8	Гидразин гидрат	0,0002	печень, гормон (щитовидная железа), органы дыхания, селезенка
10034-93-2	Гидразин сульфат	0,0002	печень, гормон (щитовидная железа), органы дыхания, селезенка
124-40-3	Диметиламин	2,00E-05	
109-89-7	Диэтиламин	0,04	
50-00-0	Формальдегид	0,003	органы дыхания, глаза, иммун. (сенсиб.)

Таблица 3
Референтные концентрации для хронического ингаляционного воздействия



ция-ответ», получаемые в эпидемиологических исследованиях, в которых, как правило, устанавливаются региональные уровни минимального риска, что обеспечивает значительный запас их надежности. Для оценки риска используются референтные дозы и концентрации.

В ст. 2 федерального закона Российской Федерации «О техническом регулировании» N 184-ФЗ от 27 декабря 2002 г. под риском понимается «вероятность причинения вреда жизни или здоровью граждан, имуществу физических или юриди-

ческих лиц, государственному или муниципальному имуществу, окружающей среде, жизни или здоровью животных и растений с учетом тяжести этого вреда». По отношению к здоровью человека риск расшифровывается как «вероятность развития угрозы жизни или здоровью человека либо угрозы жизни или здоровью будущих поколений, обусловленная воздействием факторов среды обитания». Данное понятие имеет комплексный характер и включает в себя не только собственно риск здоровью, но и другие виды рисков (сниже-

ние качества жизни; развитие дискомфортных состояний, непосредственно не связанных с изменениями практического здоровья человека и т.д.).

В целом риск в плане гигиенического нормирования воспринимается как опасность чужеродного соединения для окружающей среды и здоровья.

В целях оценки степени опасности химических веществ по методологии ЕРА (классификация степени доказанности канцерогенности для человека) используются референтные (безопасные) дозы и концентрации.

Таблица 4
Референтные дозы
при хроническом
пероральном
поступлении

CAS	Вещество	RfD, мг/кг	Поражаемые органы и системы
57-14-7	1,1-Диметилгидразин	0,00014	
68-12-2	N,N-Диметилформамид	0,1	печень
62-75-9	N-Нитрозодиметиламин	8,00E-06	развитие
10102-44-0	Азот диоксид	1	
10102-43-9	Азот оксид	0,1	
124-40-3	Диметиламин	1,00E-05	
14797-55-8	Нитраты	1,6	кровь (MetHb), сер.-сос. система
14797-65-0	Нитриты	0,1	кровь(MeШЬ)
50-00-0	Формальдегид	0,2	жел.-киш. тракт, ЦНС, печень, почки

Методология расчета референтных доз для канцерогенных и неканцерогенных веществ представлена в «Руководстве по оценке риска для здоровья населения при воздействии химических веществ, загрязняющих окружающую среду» (Р 2.1.10.1920-04, утв. Главным государственным санитарным врачом РФ 5 марта 2004 г.)

В оценку риска входят идентификация опасности (воздействующего фактора), выявление связи «доза-ответ», экспозиции, значимости (статистической, медико-биологической и социальной), сравнение опасности с контролем и допустимыми уровнями. Данная оценка проводится по методике скрининга или полной оценке



CAS	Вещество	МАИР	EPA	SFO	SFI
57-14-7	1,1-Диметилгидразин	2B	B2	550	550
62-75-9	N-Нитрозодиметиламин	2A	B2	51	49
302-01-2	Гидразин	2B	B2	3	17,1
7803-57-8	Гидразин гидрат	-	-	3	17
50-00-0	Формальдегид	2A	B1	-	0,046

Таблица 5
Факторы канцерогенного потенциала (мг/(кг x сут.))(-1)

Примечание: МАИР — классификация Международного агентства по изучению рака; EPA — классификация степени доказанности канцерогенности для человека U.S. EPA; SFO, SFI — факторы канцерогенного потенциала для перорального и ингаляционного путей поступления, (мг/(кг x сут.))(-1); URi — единичный риск при ингаляционном воздействии на 1 мг/м³, RfD (C) — реферативная доза (концентрация).

с привлечением специалистов многих профилей (медиков, почвоведов, химиков, биологов, ботаников и др.).

В санитарном законодательстве Республики Казахстан референтные дозы и концентрации отсутствуют за

исключением гигиенического норматива «Допустимой суточной дозы 1,1-диметилгидразина при поступлении

Путь поступления	Объекты окружающей среды					
	воздух	почва	питьевая вода	открытый водоем	продукты	сумма
Ингаляция	Dai	Dsi	Dwi	Dri		Di
Перорально		Dso	Dwo	Dro	Dfo	Do
Накожно		Dsd	Dwd	Drд		Dd
Сумма	Da	Ds	Dw	Dr	Df	Dsum

Таблица 6
Сводная таблица для анализа многомаршрутной, многосредовой экспозиции

Примечание: D — доза. Индексы относятся к различным объектам и путям поступления вещества: i — ингаляция, o — перорально, d — накожно, a — воздух, s — почва, w — питьевая вода, r — открытый водоем (рекреационное использование), f — продукты питания. Величина Dsum - отражает суммарное поступление вещества из разных сред и разными путями.



его в организм человека» — 0,0003 мг/кг массы тела для непрофессиональных групп

населения. Этот норматив утвержден в Российской Федерации. В Республике Казах-

стан применяется российский норматив.

Величины предельно допустимых доз, существующие в других странах, как правило, отличаются от отечественных ПДК. Поэтому для расчета коэффициентов опасности следует ориентироваться на величины референтных концентраций, приведенных в методологии ЕРА или же в «Руководстве» Р. 2.1.10.1920-04, М., 2004.

Ниже в таблицах (2-6) приводятся значения референтных доз при нормировании НДМГ и отдельных продуктов его химической трансформации для различных условий.

Значительную трудность в гигиеническом нормировании представляет нормирование химических соединений при различных путях в случае суммарного их поступления в организм. В руководстве дан пример расчета ДСД в таких случаях.

Общая формула для расчета хронической средней

Литература

- Жубатов Ж. Обоснование и разработка концептуальных основ экологического нормирования ракетно-космической деятельности космодрома «Байконур»: автореф. докт. техн. наук. — Алматы, 2010. — 58 с.
- 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 с.
- Козловский В.А., Мусабаев Т.А., Жубатов Ж. Гигиеническое регламентирование производных 1,1-диметилгидразина в почве. Алматы, 2014. — 264 с.
- 4 Иоффе Б.В., Кузнецов М.Л., Потехин А.А. Химия органических производных гидразина. — Л.: Химия, 1979. — 224 с.
- 5 Тулупов П.Е., Колесников С.В. Кинетика химических превращений микропримесей НДМГ // 14-й Менделеевский съезд по общей и прикладной химии: реф. докл. и сообщ. — М., 1989. — С. 537.
- 6 Кондратьев А.Д., Кречетов П.П., Королева Т.В. Обеспечение экологической безопасности эксплуатации районов падения отделяющихся частей ракет носителей. — М.: Пеликан, 2007. — С. 5-60.
- 7 Ключников В.Ю. Основные аспекты изучения состояния окружающей среды в районах эксплуатации ракетно-космической техники // Двойные технологии. — 2000, - №3. — С. 3-7.
- 8 Ушаков В.Г., Шпигун О.Н., Старыгин О.И. Особенности химических превращений НДМГ и его поведение в объектах окружающей среды // Ползуновский вестник. — 2004. — №4. — С. 177-184.
- 9 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.
- 10 Пеньков М.М., Софьин А.П., Кириченко М.А. Проблема анализа и прогноза миграции токсичных КРТ в окружающей природной среде // В сб. трудов межд. науч. конф. — Спб.: ВИКА им. А.Ф. Можайского — 1995. — С. 32.
- 11 Касимов П.П., Кондратьев А.Д., Королева Т.В., Кречетов П.П., Неронов В.В., Попик М.В., Смоленков А.Д., Фадеев А.С., Чернецова О.В., Шпигун О.А. Экологический мониторинг ракетно-космической деятельности. — М.: Рестарт. — 472 с.

суточной дозы имеет следующий вид:

$$ADDch = ADDd \times EF / DPY,$$

где

ADDch — средняя суточная доза, усредненная на хроническую экспозицию, мг/(кг х день);

ADDd — средняя суточная доза на день экспозиции;

EF — частота воздействия, дней/год;

DPY — число дней в году (365 дней/год).

Знание и практическое использование гигиенических нормативов ПДК и референтных доз позволяет оценить степень химического загрязнения объектов окружающей среды; риск воздействия на здоровье населения; обосновать необходимость медико-профилактических мероприятий для минимизации последствий загрязнения; подсчитать стоимость затрат на здравоохранение, связанных с ущербом



от воздействия конкретного загрязнителя или нескольких вредных факторов и в необ-

ходимых случаях обосновать материальную компенсацию ущерба для здоровья. ■

12 Жубатов Ж. Состояние и перспективы обеспечения экологической безопасности ракетно-космической деятельности космодрома Байконур // Матер. межд. науч.-практ. конф. «Обеспечение экологической безопасности ракетно-космической деятельности». — Москва, 2011. — С. 13-18.

13 Перменев Ю.Г. Использование ГИС-технологий для решения экологических проблем в ракетно-космической деятельности космодрома Байконур: автореф. канд. хим. наук. — Алматы, 2007. — 65 с.

14 Обосновать методологические подходы к оценке экологического риска РКД и нормированию на основе устойчивости природных экосистем, дать токсикологическую характеристику воздействия продуктов химической трансформации несимметричного диметилгидразина на растения и животных, разработать экологически-гигиенические нормативы: отчет о НИР (заключ.) / ДГП «Инфракос-Экос»: рук. Жубатов Ж. — Алматы, 2008. — Ч. 2. — 203 с.

15 Товасаров А.Д. Химические трансформации несимметричного диметилгидразина // Изв. НТО «Кахак». — Алматы, 2012. — №3 (37). — С. 72-82.

16 Тасибеков Х.С. Закономерности миграции несимметричного диметилгидразина в почвах Центрального Казахстана: автореф. канд. хим. наук. — Алматы, 2006. — 20 с.

17 Шкаева И.Е. и др. Обоснование гигиенического стандарта безопасности (ПДК) несимметричного диметилгидразина в почве / ISSN 199-5497. Мир науки, культуры, образования. — 2010. — № 5 (24). — С. 267-271.

18 Оценка устойчивости природных экосистем, подверженных воздействию ракетно-космической деятельности. Экспериментальные исследования по обоснованию предельно-допустимой концентрации токсичных компонентов ракетного топлива и продуктов их химической трансформации. Этап 3.2 — Экспериментальные исследования по обоснованию предельно-допустимой концентрации (ПДК) гидразина в почве: отчет о НИР (закл.) / РГП «НИЦ «Гарыш-Экология»: рук. Жубатов Ж., Козловский В. — Алматы, 2013. — Ч.3. — 119 с.

19 Горшкова Р.Б., Кушневая, Селиванова Л.Н. (рук. Ильин Л.А.) Гигиенический норматив допустимой суточной дозы (ДСД) 1,1-диметилгидразина при поступлении его в организм человека (ГН 1.2.1311-03)

Space technologies at the service of mankind



Galina XANTHOPOULOU

Institute of Nanoscience and Nanomaterials NCSR,
Aghia Paraskevi, 15310, Athens, Greece
e-mail: g.xanthopoulou@inn.demokritos.gr

INTRODUCTION

During the last 30-40 years the opinion that realization of programs on space research is an expensive pleasure became a very popular trend which has admirers all over the world. Supporters of this idea consider that programs on development of space are too expensive, considering the huge quantity of unresolved cleanly terrestrial problems. Consequently, the outer space exploration should be excluded from the list of priority objectives, and it is necessary to limit it to purely commercial starts of telecommunication satellites and orbital flights in the near space, having only practical applied value. This point of view today is supported by authorities and scientific experts.

A lot of people think: why bother spending all this money exploring space and finding out there was water on Mars at some point in the last few thousand years when these same great minds could be applied to finding better ways to power humanity's insatiable desire for energy, to feeding the starving millions around the globe, and generally making life down here

better. Also, why take so much time and money to learn about Mars or any other planet, when we know so little about our own? We should learn more about Earth and the ocean before wasting time and money on Space exploration. The seabed, especially around volcanic regions, is relatively unexplored, as is Antarctica. Efficiency of an outer space exploration is ostensibly under a greater question — in fact the Antarctic and the depths of world oceans have been studied only to a 2% extent (while the Moon has been studied much more than an ocean bottom) plainly are not mastered.

Questions of economic feasibility of active development of space in this model are closely interfaced with problems of ecological security. A modern space vehicle still conducts extremely low efficiency — 97-99% of rocket designs represent models polluting the ecological environment: highly toxic products of combustion of fuel (heptyle and dinitrogen tetroxide) and fragments of steps. Real payload fractions from rockets are rather disappointing. For example: the Saturn V payload to Earth orbit

was about 4% of its total mass at liftoff. The Space Shuttle was only about 1%. Both the Saturn V and Space Shuttle placed about 120 metric tons into Earth orbit [/http://www.nasa.gov/mission_pages/station/expeditions/expedition30/tryanny.html/](http://www.nasa.gov/mission_pages/station/expeditions/expedition30/tryanny.html/).

The majority of the opponents of active research of space speak about serious restrictions of operating space programs, or about change of priorities in research astronautics (full replacement of manned astronautics with cheaper and safe pilotless programs). However, there are also some radical points of view proclaiming a complete termination of research of distant space. These are opinions that projects of outer space exploration today are far away from reality, therefore any construction of a of lunar base by 2025, or landing to Mars by 2035, or any other achievement in this time frame, is impossible. Therefore, to speak seriously about developments in distant space, such as colonization of Mars, is simply immoral, since there are no resources in industry, and since people who speak about far-reaching space projects pursue in reality other objectives



which have nothing to do with the valid studying of space.

This point of view requires maximum scrutiny, as it involves all further vectors of progress in space research for this century.

It is sufficient to look back at the dynamics of the scientific and technological revolution for the last 40 years to realize that technical progress and dynamics of discoveries can't be stopped.

By way of an example, the two most recent technological «revolutions», the Internet and mobile phones, appeared as prototypes during the '70ies (20th century) in space technology. These novelties have become today «gadgets» and «devices» of household comfort.

Supporters of space exploration think that scientific knowledge has value beyond the measurements of cost, that the cost for space exploration isn't

actually very high, that many discoveries have been made as a result of Space Exploration and that investment in exploration is necessary for progress.

Thus, bearing in mind that most supporters have a very vague understanding of the significance of space exploration, it is the aim of this article to provide an analysis of the results of space exploration and their significance to humanity. Also, to show what is the condition of the planet, which dangerous processes and events can take place, to explain how useful space research is and to what extent it is already being used for humanity and finally which new technologies can even save planet Earth.

What does space exploration give to us? Space exploration ignites scientific imagination and research in different directions of science. Since the

first human space flight of Yuri Gagarin in 1961, 536 astronauts from different countries and nations have ventured into space, motivated by curiosity, the drive for knowledge and the belief that space exploration could benefit people. The involvement of a growing number of countries means that space exploration and the use of outer space are now truly global. ISS (International Space Station) offered a very significant input to space exploration. ISS (MKS-in Russian) is a manned orbital station, which is used as a multipurpose space research complex. It is a joint international project involving 15 countries [<http://www.astronautix.com/project/iss.htm/>].

Management of the Russian segment of the ISS is carried out from the Mission Control Center in Korolev. The U.S. segment of the Mission Control Center

3D PRINTING IN SPACE



is carried out from Lyndon B. Johnson in Houston. The European Space Agency and the Japan Aerospace Exploration Agency manager laboratory modules. In 2010, the project participants agreed to the use of the International Space Station until 2024 / https://en.wikipedia.org/wiki/International_Space_Station_program/ The ISS provides a unique environment for scientific discovery that simply cannot be duplicated anywhere on Earth. Research on this orbiting laboratory is not only enabling humans to explore the solar system, it is leading to countless improvements for life on Earth.

If one considers the economic feasibility of outer space exploration, the thesis about «excessiveness» of expenses for space research in comparison with defense expenses looks miniscule. For example, the creation of space telescope «Hubble» cost 1.5 billions of dollars / <http://www.space.com/15892-hubble-space-telescope.html>,

and NASA's FY 2014 budget of \$17,647 billion represented about 0.5% of the United States federal budget / https://en.wikipedia.org/wiki/Budget_of_NASA/. For comparison purposes, since 2003, the United States has spent \$819 billion to fund the war in Iraq / https://www.nationalpriorities.org/campaigns/cost-war-iraq/?gclid=Cj0KEQIAz5y1BRDZ4Z_K_eGa84cBEiQA-tQkeAMMHElrVYbSArzz3i-1wzRhDFYh2fFfq3BeNvfx-q01dgaAna18P8HAQ/. The war in Iraq could cost up to \$9 billion monthly, says CBO Congressional Budget Office (CBO) / <http://usgovinfo.about.com/library/weekly/aaIraqwarcost.html> /

http://usatoday30.usatoday.com/news/military/2010-05-12-afghan_N.htm. Only six days of military campaign in Iraq matched the cost of project «Hubble».

To build a space elevator (a space-platform constructed with the intent of lifting substances into Earth's orbit) would only

cost \$40 billion with 100% contingency, and half that for the baseline construction cost.

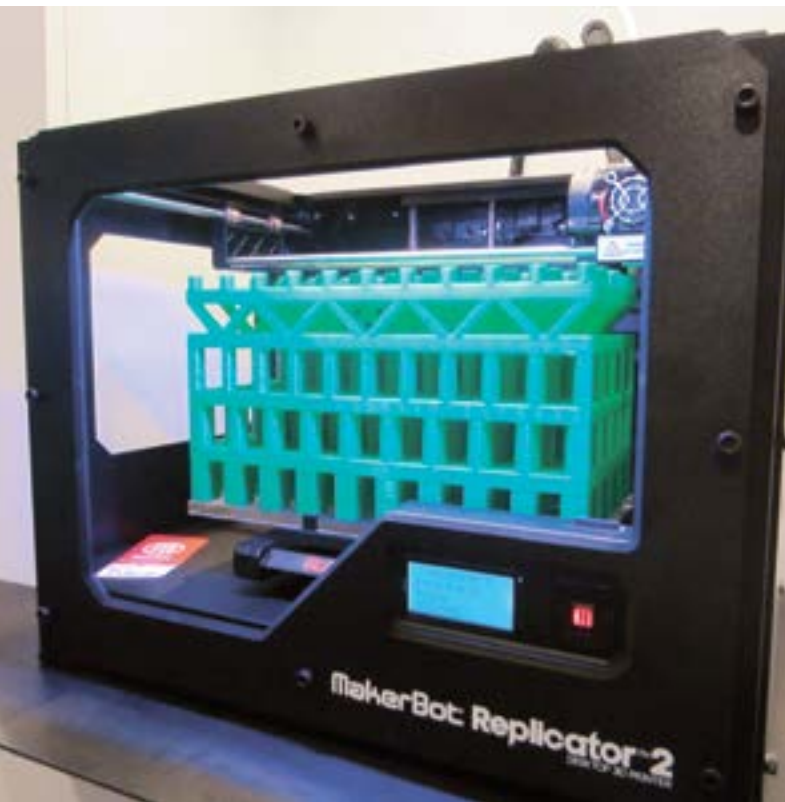
/ <http://debatewise.org/debates/137-space-exploration-is-a-waste-of-money/>.

There are endless possibilities, ranging from solar energy farms to revolutionary and cheap intercontinental transportation. Imagine a solar farm, capable of harvesting the solar winds; this translates to an unlimited supply of energy for the entire world! The human race is changing, and expanding. Soon, Earth will simply not be big enough and we need to start considering our future as a species.

Electronics

Communication systems

Television programs transfer is conducted via satellites. Modern space technologies increase immensely the speed and range of information transfer. Use of space equipment in communication systems significantly increases their efficiency and al-



lows for connection of all corners of the globe.

Artificial satellites of Earth opened new possibilities for improvement of quality, efficiency and reliability of communication. GPS (satellite system) became a device not only saving time and giving comfort of driving by choosing quick routes to various destinations, but it can also be very critical in saving lives if one is lost. Long range television, Long Range Communication (cell phones, satellite phones etc.), internet, digital watches, came to everyday life from space exploration programs.

3D Printing — A New Industrial Revolution

3D printing is revolutionizing manufacturing, is enabling new products, and is impacting business processes. 3D printing (also called Additive Manufacturing) at first was used for rapid prototyping. Over the past few years, however, rapid advances in processing power, storage, and bandwidth

have catapulted this technology into a tool for manufacturing finished products that include jewelry, shoes, dresses, car dashboards, parts for jet engines, jawbones for humans, replacement parts for synthesizers, and much more. Numerous companies are currently benefiting from 3D printing. This amazing technology can also be used for on-demand printing of spare parts. Knowing this, it is not hard to see that in the future, a manufacturer could sell a machine or system to a company, and as part of their maintenance and support contract they can put their 3D printer on-site with the licensed software to print replacement parts as needed. According to Daniel Burrus (he is considered one of the world's leading technology forecasters <http://www.huffingtonpost.com/daniel-burrus/>) in the near future we'll even see 3D printers have the ability to print two or more different materials at the same time, which will unlock many more applications since numerous goods consist of



more than one material. 3D printers work with such materials as plastics, metals, ceramics, glass, concrete, wood, textile and food.

Pieces, like in this photo, were shown in the London Science Museum, UK, on Oct. 15 .2013, where international experts presented the world's largest metal 3D-printing project, lead by ESA and the EU. ESA and the European Commission have embarked on a project to perfect the printing of space-quality metal components, entitled The AMAZE project. — Additive Manufacturing Aiming towards Zero waste and efficient production of high-tech metal products — involves 28 industrial partners across Europe. 3D printing builds a solid object from a series of layers, each one printed on top of the last. This 'additive manufacturing' technique produces very complex structures with minimal waste and maximum flexibility/ www.space.com/23240-3d-printing-space-photos-amaze-program.html/.



<http://www.space.com/25706-3d-printing-transforming-space-travel.html#sthash.PQc1d92a.dpuf/>

Astronomers with the Space Telescope Science Institute in Baltimore are using a 3D printer to turn Hubble images into textured pictures, opening up the wonders of the universe to people who are visually impaired. The Hubble Space Telescope's gorgeous photos of the universe have acquired another dimension, to help the blind experience the cosmos <http://www.space.com/24233-3d-printed-hubble-photos-blind-aas223.html/>

Astronauts on the International Space Station won't have to wait months for replacement parts to be launched from Earth. Instead, they can use a newly arrived 3D printer working in zero-gravity environment to fabricate the tools and materials they need. The 3D printer that was installed in the space station on 17 November 2014 is actually the first-ever 3D printer in space <http://www.space.com/27790-zero-gravity-3d-printer-space-station.html/>

3D printing could help open up the solar system to human exploration, by making voyaging spaceships and off-Earth outposts

less dependent on their home planet for supplies and spare parts. Important experiments were performed by Planetary Resources and 3d Systems, creating a 3D-printed object by the use of metal powder gleaned from a space rock.

The asteroid (or meteorite) used for the print materials was sourced from the Campo Del Cielo impact near Argentina, and is composed of iron, nickel and cobalt — similar materials to refinery-grade steel. <http://www.space.com/31553-asteroid-metal-3d-printing-test-planetary-resources.html#sthash.iZEvHvSr.dpuf/>

One of the big advantages of 3D printing is the technological ability to manufacture hard-to-build items. For example, a 3D-printed titanium lattice ball like the one shown here has a hollow interior with a complex internal geometry.

This design is a perfect example of additive manufacturing, these balls are hollow with a complex external geometry, making them incredibly light while remaining stiff. They simply could not have been manufactured in a single part, conventionally. The lightness and stiffness of the ball makes it a good material for building struc-

tures like ultralight satellites. <http://www.space.com/25706-3d-printing-transforming-space-travel.html#sthash.4WGs4Q8p.dpuf/>

Ceramic articles are strong, lightweight and handle heat better than many metals, ideal for crafting parts for airplanes or rockets. For example, Heat-shielding tiles on the space shuttle were made from ceramics. Researchers have used a 3D printer to make customized ceramic parts that have also overcome the Achilles' heel of ceramic objects: their tendency to crack. The finding could open the door to a new class of ceramic-bodies. Ceramic engine jets, perhaps even a supersonic aircraft, will be able to fly from New York to Tokyo in a few hours <http://www.space.com/31516-3d-printed-ceramics-next-gen-spaceships.html#sthash.n3t7bmdP.dpuf/>

Additive manufacturing has entered the routine of ESA engineers already. The space agency's Concurrent Design Facility uses networked computer and multimedia tools to rapidly plot future space missions. With a plastic 3D printer in the mix, they can easily form a scale model of their virtual spaceships, made from the same plastic as used in Lego bricks. Other engineers have used metallic 3D-printed parts commissioned from outside firms to refit or repair full-scale equipment in the ESTEC Test Centre, Europe's leading collection of spaceflight simulation facilities <http://www.space.com/25706-3d-printing-transforming-space-travel.html#sthash.PQc1d92a.dpuf/>

An antenna support strut had its mass reduced by 46 percent, while a radio-frequency filter possessing an internal silver coating — normally produced by bolting halves together — had 50 percent of its mass chopped out and its manufacturing time slashed down by several weeks. Its internal geometry grew wavier, as the silver coating required

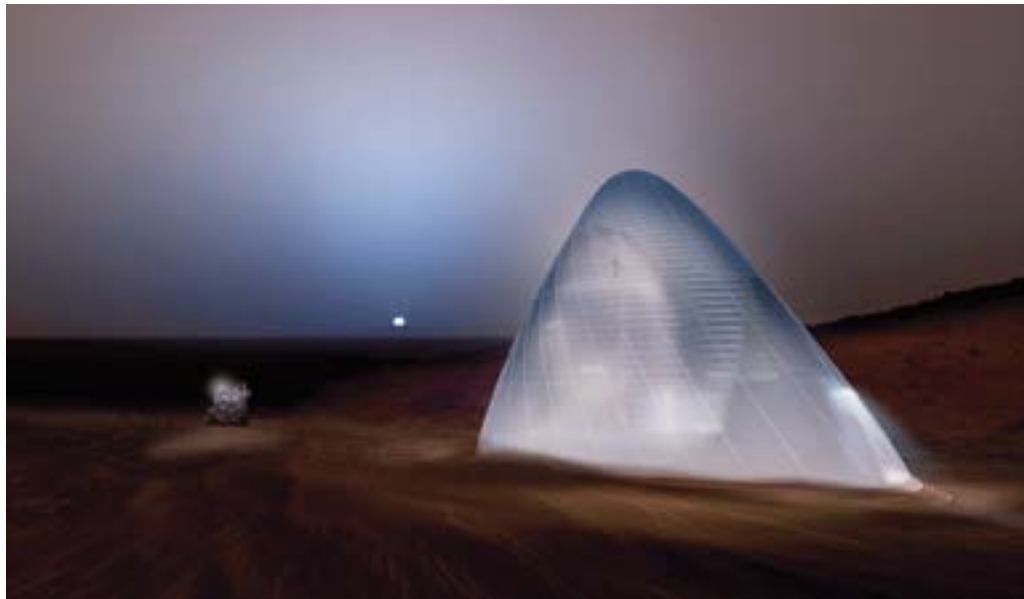
to optimize its radio-frequency performance proves far easier to apply than when dealing with sharp corners, showing another advantage of 3D printing. Officials with ESA's Propulsion Engineering section have learned that 3D printing technology could provide a way of building the extremely complex shapes required by rocket nozzles and combustion chambers.

A showerhead injector, with complex internal geometry and more than a hundred separate welds provided a challenge. For this item, the selective laser melting metal 3D printer technology must produce 150 micron-diameter holes studding the 25 mm-diameter showerhead, a seeming difficulty, but some suppliers report the capability to achieve this goal <http://www.space.com/25706-3d-printing-transforming-space-travel.html#sthash.PQc1d92a.dpuf/>.

The U.S. Air Force awarded the Johns Hopkins University's Whiting School of Engineering a \$545,000 contract to study additive manufacturing techniques to make cooling chambers for liquid rocket engines, according to a Nov. 4 2015 press release from the Air Force's Space and Missile Systems Center <http://www.space.com/22568-3d-printed-rocket-engine-test-video.html/>

NASA's first attempt at using 3D-printed parts for rocket engines has passed its biggest, and hottest, test yet [http://www.space.com/31102-air-force-3d-printing-rocket-engines.html#sthash.iNpkfzo5.dpuf/3D-Printed Rocket Part Passes Biggest NASA Test Yet /](http://www.space.com/31102-air-force-3d-printing-rocket-engines.html#sthash.iNpkfzo5.dpuf/3D-Printed Rocket Part Passes Biggest NASA Test Yet/)

The largest 3D-printed rocket part built to date, a rocket engine injector, survived a major hot-fire test. The injector generated 10 times more thrust than any injector made by 3D printing before, the space agency announced. A NASA video of the 3D-printed rocket part test, shows the engine



blazing to life at the agency's Marshall Space Flight Center (MSFC) in Huntsville Ala. «This successful test of a 3D-printed rocket injector brings NASA significantly closer to proving this innovative technology can be used to reduce the cost of flight hardware,» Chris Singer, head of MSFC's Engineering Directorate, said in a statement. Injectors channel and mix the propellants that engines need to power rockets into space. During the firing test on Aug. 22, 2013, liquid oxygen and gaseous hydrogen passed through the 3D-printed injector into a combustion chamber, generating 20,000 pounds of thrust, NASA officials said. To make the injector, researchers used a process known as selective laser melting to fuse together layers of nickel-chromium alloy powder.

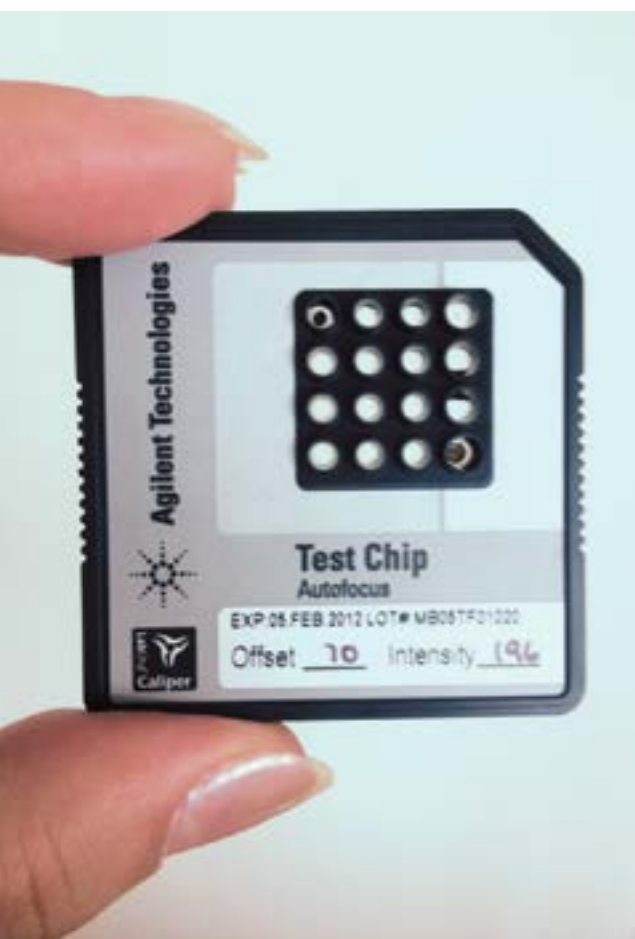
3D Printing on Mars

In this exciting but challenging period of space exploration, the time is fast approaching for serious design concepts for the first habitats that will be built on the lunar and Martian landscape.

For example, a team of scientists is developing a plan to use 3D printing to build locally made houses and manufacture food on the Martian surface. These resources would support the lives

of people leaving the confines of Earth for the Red Planet. To make things out of Martian raw materials, however, the first arrivals will need to bring some equipment. Once settlers put industrial cutters and 3D printers in place, subsequent visitors could start making a variety of objects needed for shelters, greenhouses and even parts for new 3D printers built on the Red Planet, said Bruce Mackenzie, founder of the Mars Foundation, an organization that aims to build and operate the first permanent settlement on Mars. «The key for living on Mars is to use the raw materials that are already there,» Mackenzie told the crowd at the 2013 World Maker Faire, a celebration of DIY science, technology and engineering <http://www.space.com/23059-3d-printing-mars-colony.html/>. NASA has picked the three winners in a design contest for 3D-printed habitats that could help future astronauts live on Mars.

That pyramid would be built of Martian ice and serve as a radiation shield, protecting the habitat and the gardens inside it <http://www.space.com/30854-nasa-3d-printed-mars-habitat-contest-winners.html#sthash.TrfnVoVO.dpuf/>.



Thus, 3D Printing could be the key for colonization of Mars.

Micro chip

Space technologies have provided the micro chip (MEMS and NEMS systems). The micro chip represents MEMS — the liquid structure which selects necessary molecules. In future, the sizes of such chips will significantly decrease through production of NEMS — the nanoliquid structures, capable to reveal and sort DNA, RNA, proteins and other molecules. Specialists of the American Marshall Space Flight Center develop the technology of creating a biochemical laboratory in one chip. The laboratory in the chip — is a glass plate, the size is more than a coin, containing a smart interlacing of capillaries for studied solutions. It is already possible to call this device a small miracle in medicine. Today, to reach a diagnosis patients must

undertake a large number of tests. Some time will lapse before a diagnosis is reached. By using the «laboratory in the chip» it is only necessary to use one drop of blood from the patient and to place it in this small chip. The device will be able to provide very fast, inexpensive and most exact diagnosis.

<http://www.novomedicina.ru/index.php?page=page&pageid=185>

3D printing will definitely become more commonplace in the coming years thanks to its many benefits, including the ability to print the complete part without assembly and the ability to print complex inner structures too difficult to be machined. Additionally, the entire process produces much less waste than traditional manufacturing where large amounts of material have to be trimmed away from the usable part. Because this technology is growing so fast and can do so much, it is something that manufacturers of all sizes can no longer ignore. 3D printing is advancing quickly on a global level and offers something that up until recently was impossible: manufacturing on-demand, anytime, anywhere, by anyone [/http://www.huffingtonpost.com/daniel-burrus/the-future-of-3d-printing_b_4177418.html/](http://www.huffingtonpost.com/daniel-burrus/the-future-of-3d-printing_b_4177418.html/)

EARTH EXPLORATION

Our planet Earth, is changing before our very eyes. Millions of years ago forests reached into polar regions, sea levels rose, and temperatures soared with high levels of greenhouse gas, carbon dioxide, in the atmosphere. A long cooling period followed. But now, CO₂ is on the rise again. What will happen? How will we live in the New World that is now emerging? Scientists are intensively tracking the workings of planet Earth with satellites that chart its winds, ocean currents, temperatures, plant growth, and

more. With a new virtual Earth shrunk down and converted into physical equations, satellite data and computer codes scientists are able to show the workings of our planet in whole new ways. Today satellites are involved in our everyday life. Whether you check a weather report, watch the news or locate your house on Google Maps, you do something that would have been impossible without an automated spacecraft, orbiting hundreds of miles above your head.

Weather Forecasting

Spaceships and stations have piloted great opportunities for expeditious supervision of the weather phenomena, as the astronaut can immediately supply information on these or those weather phenomena, without waiting for special processing of meteorological information. Weather forecasting from satellite information about hurricanes and dangerous storm systems has saved lives and helped prepare for the worst. The satellite meteorology is one of the most illustrative examples of space technologies for the practical needs of people.

Space geology

Space geology has a leading role in detection of regularity of formation and distribution of mineral deposits. Space equipment promoting integration of separate data about natural processes occurring on the planet, will be of great importance.

Agriculture and forestry

Agriculture and forestry receive a lot of useful information from the artificial satellites of Earth. Comparison of space pictures taken at different times will give the chance to study processes of forest restoration, to predict stocks of different types of tree species, to determine rational terms of tree cutting. Space photography, in territorial scales, can form the basis for optimum development of plans regarding the forestry in-

dustry (the choice of sites depending on good quality of forest stand, wood structure, wood stocks and conditions of transportation). Space can play a special role in forest fire protection.

But how many of those satellites do we know by name?

Here are some examples of important satellites which make modern life possible.

The European Remote Sensing satellite (ERS) was the European Space Agency's (ESA) first Earth-observing satellite program using a polar orbit. The first satellite was launched on 17 of July, 1991, into a Sun-synchronous polar orbit at an altitude of 782-785 km. ERS-1 carried an array of earth-observation instruments that gathered information about the Earth (land, water, ice and atmosphere) using a variety of measurement principles. The 336-day ERS-1 mission (Geodetic Mission) allowed for accurate mapping of the Earth's bathymetry (study of underwater depth of lake or ocean floors) and geoid (the shape that the surface of the oceans would take under the influence of Earth's gravitation and rotation alone, in the absence of other influences such as winds and tides) over the seas, using the radar altimeter. Its successor, ERS-2, was launched on 21 of April, 1995. Largely identical to ERS-1, it carried additional instruments and included improvements to existing instruments. Such instrument was GOME (Global Ozone Monitoring Experiment), a scanning ultraviolet and visible spectrometer specialized in analyzing chlorophyll and vegetation.

Envisat (Environmental Satellite) is an inoperative Earth-observing satellite, still in orbit. It was launched on 1st of March, 2002. Envisat is the ESA's largest civilian Earth observation satellite put into space. Envisat addressed Earth science issues of a global nature. Its objective was

to service the continuity of European Remote-Sensing Satellite missions, providing additional observational parameters to improve environmental studies, to study such things as atmospheric chemistry, ozone depletion, biological oceanography, ocean temperature and color, wind waves, hydrology (humidity, floods), agriculture and arboriculture, natural hazards, digital elevation modeling (using interferometry), monitoring of maritime traffic, atmospheric dispersion modeling (pollution), cartography and the study of snow and ice.

Earth Explorers are smaller satellites with research missions dedicated to specific aspects of our Earth environment while demonstrating new technology in space. Earth Explorer missions focus on the atmosphere, biosphere, hydrosphere, cryosphere and the Earth's interior. The overall emphasis is put on learning more about the interactions between these components and the impact that human activity has on natural Earth processes. Designed for research purposes, Earth Explorer missions fall into two categories: 'Core' missions addressing specific areas of great scientific interest, and faster, lower cost 'Opportunity' missions, addressing areas of immediate environmental concern. Of the six Earth Explorers selected, three are for Core missions (GOCE, ADM-Aeolus, EarthCARE) and three for Opportunity missions (SMOS, CryoSat, Swarm).

GOCE (Gravity Field and Steady-State Ocean Explorer), was a core mission satellite launched on 17 of March, 2009. It studies how the gravity field affects ocean currents and sea level. GOCE measured Earth's gravity field and modelled the geoid, with unprecedented accuracy and spatial resolution. It advanced our knowledge of ocean circulation (which plays a crucial role in energy exchanges around



the globe), sea-level changes and Earth interior processes. GOCE will also make significant advances in the field of geodesy and surveying /http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/GOCE/.

SMOS (Soil Moisture and Ocean Salinity), is an opportunity mission launched on 2 of November 2009 and is active up to now. It studies climate changes with respect to accelerating the water cycle. The purpose of the SMOS mission is to provide soil moisture and ocean salinity maps. These two geophysical parameters are of key importance in improving climatological forecasting, increasing the understanding of water cycle, providing new approaches to acquiring knowledge of the phenomenon of climate change, and monitoring the planet's fresh water reserves. Soil moisture data

are urgently required for hydrological studies and data on ocean salinity are vital for improving our understanding of ocean circulation patterns http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/SMOS/.

CryoSat is an opportunity mission, launched on 8 of April 2010 and is active up to now. http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/CryoSat/Sea_ice/. ESA's CryoSat mission is dedicated to measuring the thickness of polar sea ice and monitoring changes in the ice sheets of that blanket in Greenland and Antarctica. CryoSat is acquiring accurate measurements of the thickness of floating sea-ice, so that seasonal and inter-annual variations can be detected, and is also surveying the surface of continental ice sheets to detect small elevation changes. Data from CryoSat will help determine regional trends in Arctic perennial sea-ice thickness and mass, as well as the contribution that the Antarctic and Greenland ice sheets make to mean global rise in sea level. This satellite replaces the original CryoSat which was lost in 2005, due to a launch failure

Swarm is an opportunity mission launched on 22 of November 2013 and is active up to now. This mission brought three satellites into orbit at about 490 km altitude. Swarm measures how fast Earth's magnetic shield weakens due to solar radiation. Swarm is a constellation of three satellites that will provide high-precision and high-resolution measurements of the strength and direction of the Earth's magnetic field. The geomagnetic field models resulting from the Swarm mission will provide new insights into the Earth's interior, further our understanding of atmospheric processes related to climate and weather, and will also have practical applications in many different areas such as space weather and radiation haz-

ards. http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Swarm/

ESA Future Missions:

- ADM-Aeolus — Mapping Earth's global wind field. Launch date: 2016

- ExoMars (together with Roscosmos)— Mars orbiter and lander, followed by rover. Launch dates: 2016 and 2018

- EarthCARE — Studying the roles of clouds and aerosols in our climate. Launch date: 2018

- James Webb Space Telescope (international project) — planned successor to the Hubble Space Telescope (together with NASA and the Canadian Space Agency). Launch date: 2018

- MTG — Meteosat Third generation. Launch date: 2018

- BIOMASS — Measuring forest biomass. Launch date: 2020

ADM-Aeolus (Atmospheric Dynamics Mission) is a core mission due for launch in 2017. Named after Aeolus, who in Greek mythology was appointed 'keeper of the winds' by the Gods, this mission will not only provide the much needed data to improve the quality of weather forecasts, but will also contribute to long-term climate modelling

http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/The_Living_Planet_Programme/Earth_Explorers/ADM-Aeolus/.

ExoMars (Exobiology on Mars) is a large Mars mission to search for biosignatures of Martian life, past or present. This astrobiology mission is currently under development by the ESA in collaboration with the Russian Federal Space Agency (Roscosmos) http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/ExoMars_ESA_and_Roscosmos_set_for_Mars_missions/.

The program includes several spacecraft elements to be sent to Mars on two launches. The ExoMars Trace Gas Orbiter (TGO) and an EDM stationary

lander called 'Schiaparelli' are planned for 2016. The TGO will deliver the ESA-built stationary lander and then proceed to map the sources of methane and other gases on Mars and in doing so help select the landing site for the ExoMars rover to be launched in 2018 on a Russian heavy lift Proton launch vehicle. <http://apnews.excite.com/article/20140327/DACQ6UHG0.html>. The TGO will feature four instruments and will also act as the communication relay satellite for the follow up rover. In 2018 a Roscosmos-built lander is to deliver the ESA-built rover to the martian surface.

EarthCARE — Studying the roles of clouds and aerosols in our climate. Launch date: 2018. EarthCARE is a planned joint European/Japanese (ESA/JAXA (Japan Aerospace Exploration Agency) /NICT(National Institute of Information and Communications Technology) satellite, which will study to what extent do clouds and aerosols influence global warming and will address the need for a better understanding of the interactions between cloud, radiative and aerosol processes, that play a role in climate regulation. http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/The_Living_Planet_Programme/Earth_Explorers/Earth-CARE/.

The **James Webb Space Telescope (JWST)**, previously known as Next Generation Space Telescope (NGST), is a flagship-class space observatory under construction and scheduled to launch in October 2018. The JWST will offer unprecedented resolution and sensitivity from long-wavelength (orange-red) visible light, through near-infrared to the mid-infrared, and is a successor instrument to the Hubble Space Telescope and the Spitzer Space Telescope. While Hubble has a 2.4-meter (7.9 ft) diameter mirror, the JWST features a larger



and segmented 6.5-meter (21 ft) diameter primary mirror and will be located near the Earth — Sun L2 point. A large sunshield will keep its mirror and four science instruments below 50 K (–220°C; –370°F). In gestation since 1996, the project represents an international collaboration of about 17 countries led by NASA, and with significant contributions from the European Space Agency and the Canadian Space Agency. It is named after James E. Webb, the second administrator of NASA, who played an integral role in the Apollo program

[/http://www.jwst.nasa.gov/people.html/](http://www.jwst.nasa.gov/people.html/).

The **Meteosat (MTG)** satellites are geostationary meteo-

rological satellites operated by EUMETSAT under the Meteosat Transition Programme (MTP) and the Meteosat Second Generation (MSG) program. The process is aimed at capturing the foreseeable needs of users of EUMETSAT's satellite data in the 2015-2025 timeframe.

Earth Explorer 7: Following ESA's Call for Ideas for the seventh Earth Explorer in 2005 and the subsequent selection in 2009 of three missions — Biomass, CoReH2O and PREMIER — to undergo feasibility study, the Biomass mission was selected in May 2013 to go forward as ESA's seventh Earth Explorer.

Biomass aims to provide, for the first time from space, P-band

synthetic aperture radar (SAR) measurements that are optimised to determine the **amount of biomass and carbon stored in the world's forests**, with greater accuracy than ever before.

Biomass is scheduled for launch in 2020. The Biomass mission will provide crucial information about the state of our forests and how they are changing. The data will be used to further our knowledge of the role forests play in the carbon cycle. Exploiting the unique sensitivity of P-band SAR, together with advanced retrieval methods, maps of forest biomass and forest height will be generated, at a resolution of 200 m. In addition, the mission will have an ex-



perimental 'tomographic' phase to provide 3D views of forests /http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/The_Living_Planet_Programme/Earth_Explorers/Future_missions/Biomass/.

Earth Explorer 8: As a result of the Call for Proposals for the eighth Earth Explorer, released in October 2009, the Florescence Explorer (FLEX) and CarbonSat missions have been approved.

The FLuorescence EXplorer (FLEX) is a planned mission by the ESA to launch a satellite which will monitor the global steady-state chlorophyll fluorescence in terrestrial vegetation. FLEX was selected for funding on 19 of November 2015 and will be launched in 2022. FLEX aims to quantify photosynthetic activity and plant stress by mapping vegetation fluorescence. Atmospheric concentrations of CO₂ and CH₄ have been increasing as a consequence of human activity, as outlined in the most recent assessment by the Intergovernmental Panel on Climate Change. Reducing the emission of these gases is considered one of the most important environ-

mental challenges of the 21st century. A better understanding of sources and sinks at regional and sub-seasonal scales is paramount in addressing this challenge. This will allow identification of the processes that control the rate of increase in atmospheric concentrations of these gases and their potential impact on the future climate.

http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Earth_Explorers_overview

USA satellites (USA designations have been assigned to 246 space missions, not all of them active now):

Galaxy 14 — Galaxy 14 is an American geostationary communications satellite that was launched by a Soyuz-FG rocket from Baikonur at 23:28 UT on 13 of August 2005. The 2,100 kg satellite carries 22 C-band transponders to provide entertainment and information services to cable channels and direct-to-home receivers in North and South America /<http://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/spacecraftDisplay.do?id=2005-030A/>

GOES 12, known as **GOES-M** before becoming operational, is an American weather satellite which is part of the US National Oceanic and Atmospheric Administration's Geostationary Operational Environmental Satellite system. From its high-altitude geosynchronous orbit, GOES 12 keeps a constant watch on weather conditions in most of North America.

LANDSAT — The **Landsat program** is the longest-running enterprise for acquisition of satellite imagery of Earth. On July 23, 1972 the Earth Resources Technology Satellite was launched. This was eventually renamed to Landsat. The most recent, Landsat 8, was launched on February 11, 2013. The instruments on the Landsat satellites have acquired millions of images. The images, archived in the United States and at Landsat receiv-

ing stations around the world, are a unique resource for global change research and applications in agriculture, cartography, geology, forestry, regional planning, surveillance and education, and can be viewed through the USGS 'EarthExplorer' website.

EDUCATION

Space exploration not only stimulated interest to education, but also allowed to use magnificent technical equipment, such as broadcasting and television satellites for educational purposes. Broad masses of Earth's population can receive through a general global educational and professional system extensive knowledge and technical training on the use of world space connection systems and satellite television. The worldwide television network with 100 percent coverage of the population of the planet, will be that new technical tool which will make all people on Earth equal listeners of the same audience.

Hubble Space Telescope

One of the impressive examples of space technology application for education is the Hubble Space Telescope.

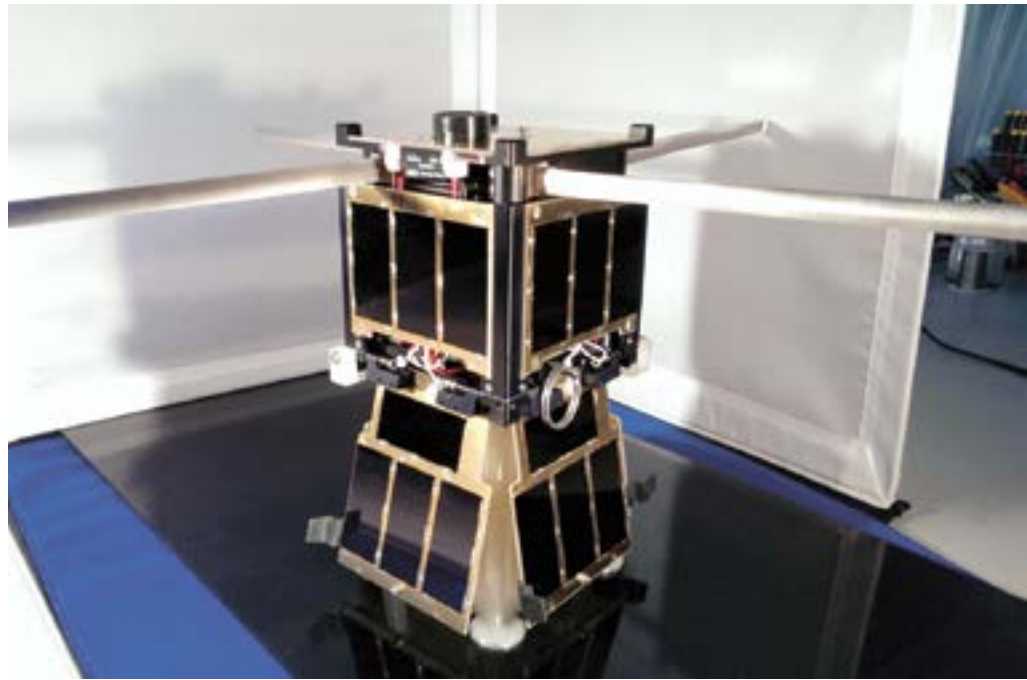
The Hubble Space Telescope is a space telescope that was launched into low Earth orbit in 1990 and will continue to operate as long as its systems are running well. With a 2.4-meter diameter mirror, Hubble's four main instruments observe in the near ultraviolet, visible, and near infrared spectra.

In 1975, ESA began to work with NASA on the plan that would eventually become Hubble. U.S. Congress approved funding for the telescope in 1977. The birth of the reusable Space Shuttle provided a new mechanism for delivering such a telescope into space. /<http://www.davidreneke.com/hubble-telescope-may-operate-until-2018/>.

Hubble has captured images of over 3,000 galaxies, too

distant to be detected by other telescopes. In addition to gazing at the early universe, Hubble also helped astronomers gauge how much time had passed since the Big Bang. By measuring a special kind of pulsing star known as a Cepheid variable, they were able to narrow down the age of the universe from its pre-HST range of 10 to 20 billion years to a more precise 13.7 billion years. In addition to galaxies, the Hubble Space Telescope also examines individual stars in various stages of their evolution — from the clouds of dust that form infant stars to the corpses of those long since detonated, and those in between. It has even been able to peer outside our galaxy, the Milky Way, and into its neighbors, the Magellanic Clouds and Andromeda Galaxy. More challenging to see than stars are planets orbiting other suns. In 2008 Hubble captured pictures of the planet Fomalhaut b, the first time an extrasolar planet was directly imaged in visible light. High resolution images taken of Jupiter, Saturn, and even Pluto can provide insights that can only be topped by planetary probes circling the planets. Images from the HST allow scientists on Earth to monitor changes in the planet's atmosphere and surface. In orbit for more than two decades, the Hubble Space Telescope has provided scientists with a greater understanding of the planets, galaxy, and the whole universe. Among the Most Amazing Hubble Discoveries and research projects are :

- Creating a 3-D map of mysterious dark matter.
- Discovering Nix and Hydra, two moons of Pluto.
- Helping determine the rate of the universe's expansion.
- Discovering that nearly every major galaxy is anchored by a black hole.
- Helping refine the age of the universe



<http://www.space.com/15892-hubble-space-telescope.html#sthash.JfxguUeD.dpuf>

SPACE EXPLORATION OF PLANETS, SATELLITES AND ASTEROIDS

«Humans will NOT survive another 1,000 years on our fragile planet», said on 11 of April, 2013, Stephen Hawking. Stephen Hawking also said that the colonization of outer space is key to the survival of humankind, predicting it will be difficult for the world's inhabitants «to avoid disaster in the next hundred years.» «We are entering an increasingly dangerous period of our history,» said Hawking. «Our population and our use of the finite resources of planet Earth are growing exponentially, along with our technical ability to change the environment for good or ill. But our genetic code still carries the selfish and aggressive instincts that were of survival advantage in the past. It will be difficult enough to avoid disaster in the next hundred years, let alone the next thousand or million. Our only chance of long-term survival is to not remain lurking on planet Earth, but

to spread out into space», Hawking said. This is why he favors manned — or as he puts it, «personed» — space flight and encourages further study into how to make space colonization possible. http://www.huffingtonpost.ca/2011/11/18/stephen-hawking-space-exploration_n_1101975.html, 11/18/2011/

<http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2307418/Professor-Stephen-Hawking-plea-space-exploration-claims-humans-survive-1-000-year-fragile-planet.html#ixzz2qdzU52sV>

The 21st century has seen increasing numbers of disasters and increasing numbers of people affected by those disasters. The total number of natural disasters reported each year has been steadily increasing in recent decades, from 78 in 1970 to 348 in 2004. These disasters include droughts, tsunamis, hurricanes, typhoons and floods / Courtney Brown, The 21st Century Urban Disaster Humanitarian Assistance CHF International / www.alnap.org/pool/files/2012-chf-urban-disasters.pdf).

One of disaster threats is asteroids. The odds of person-



ally getting killed by an asteroid are not that high: about 1 in 75,000. The thing about asteroids, though, is that while it's very unlikely that Earth is going to be hit by one capable of doing significant damage, if it does happen, it's going to trigger bad times for a lot of people—millions, if not billions. That 1 in 75,000 means that you're almost twice as likely to die from a globally destructive asteroid impact as you are from either an earthquake or a lightning strike. The ESA and NASA have a good understanding of the importance of finding and (hopefully) avoiding asteroids, and they're joining forces on an Asteroid Impact & Deflection Assessment mission called AIDA. The objective of this mission is awesome: to slam a spacecraft into an asteroid with as much force as possible, and see what happens. This is not the first time that a spacecraft deliberately crashed into an asteroid.

In 2005, the Deep Impact spacecraft launched a 370-kilogram copper-cored impact vehicle at the 6-km-wide comet Tempel-1. That impact changed the orbit of the comet by something like 10 centimeters.

The AIDA mission has a similar structure to Deep Impact. It has two primary components: an observatory called AIM (Asteroid Impact Mission) being developed by ESA, and an impactor called DART (Double Asteroid Redirection Test) being developed by NASA. AIM will launch out towards a near-Earth asteroid called Didymos. Didymos was chosen because it's super easy to reach from Earth, and is about 800 meters in diameter. Didymos also has a little moon (Didymoon) which has a diameter of 150 m. The moon is going to be the target asteroid because any change in its orbit will be easier to measure and it's actually more effective to move the moon and then let the

moon's new orbit shift the orbit of the binary system as a whole. NASA will be sending DART on a much more direct course since it won't have to sneak into orbit around Didymos. Instead, it'll smack into Didymoon at just over 6 kilometers per second (13,400 miles per hour), abruptly converting most of its roughly 300 kg of mass into a stupendous amount of energy. The hope is that when all the dust settles, AIM will be able to measure a change in Didymoon's orbital velocity of about half a millimeter per second. Given enough time, even that minuscule a shift could be significant. If everything runs on schedule, AIM will launch in 2020 and the DART impact will happen in 2022. This direct approach is just one way by which we might be able to deflect an asteroid from impacting Earth impact; NASA is going to try a gravity tractor in 2020, for example. All we can do is experiment and practice, because when the

time comes, a failure of the technologies that NASA, ESA, and others are developing could mean anything from the obliteration of an entire city to the collapse of civilization, to the total extinction of the human race [/http://spectrum.ieee.org/tech-talk/aerospace/space-flight/esa-and-nasa-will-try-to-smash-an-asteroid-out-of-orbit-in-2022/](http://spectrum.ieee.org/tech-talk/aerospace/space-flight/esa-and-nasa-will-try-to-smash-an-asteroid-out-of-orbit-in-2022/).

Earthquakes

More than 13,000 people are killed each year around the world by earthquakes, and almost 5 million have their lives affected by injury or loss of property. Add to that \$12 billion a year in economic losses to the global economy (the average annual toll between 1980 and 2008). Understandably for some time scientists have been asking if earthquakes can be predicted more accurately. A network of satellites orbiting the earth is able to detect an impending earthquake by monitoring our planet's ionosphere.

Kosuke Heki, a geophysicist at Hokkaido University in Sapporo, Japan, first got interested in the subject when he spotted an increase in the total electron content of the ionosphere—the charged outermost layer of the atmosphere—above Tohoku about 40 minutes before the magnitude 9.0 earthquake struck in 2011. Heki had long used GPS data to study ionospheric responses to earthquakes, which occur when the sudden movement of Earth's crust reverberates through the atmosphere. Ionospheric disturbances interfere with the communication between GPS satellites and receivers, leaving a fingerprint at specific radio frequencies that researchers can tease out [/http://www.sciencemag.org/news/2015/12/can-electric-signals-earth-s-atmosphere-predict-earthquakes/](http://www.sciencemag.org/news/2015/12/can-electric-signals-earth-s-atmosphere-predict-earthquakes/).

One of the innovators is the Jersey-based company Terra Seismic, which uses satellite data to predict major earthquakes

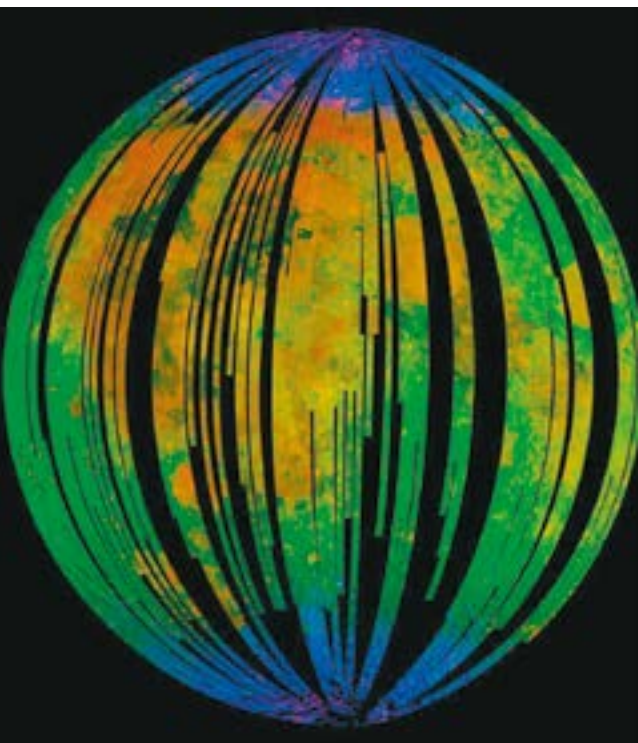
anywhere in the world with 90% accuracy. Although the company was launched in 2011, the systems have been in testing since 2004, using data from the US, European and Asian satellite services, as well as ground based instruments, to measure abnormalities in the atmosphere caused by the release of energy and the release of gases, which are often detectable well before the physical quake happens. It uses open source software written in Python and running on Apache web servers to process large volumes of satellite data, taken each day from regions where seismic activity is ongoing or seems imminent. Custom algorithms analyze the satellite images and sensor data to extrapolate risk, based on historical facts and combinations of circumstances that have previously led to dangerous quakes. Terra Seismic CEO Oleg Elshin said, «Thanks to our unparalleled satellite Big Data technology, in many cases we can forecast major (magnitude 6+) quakes from one to 30 days before they occur in all key seismic prone countries». [/http://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2015/04/21/big-data-saving-13000-lives-a-year-by-predicting-earthquakes/#7e86e3e9282c/](http://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2015/04/21/big-data-saving-13000-lives-a-year-by-predicting-earthquakes/#7e86e3e9282c/)

Finding Individuals for Disaster and Emergency Response (Finder system) is a satellite system that detects people trapped under collapsed buildings due to an earthquake, analyzes their condition and gives exact data on the location and health condition of the trapped people.

Measuring from a distance even minor fluctuations of heartbeat and breathing of a human being under the rubble, used the same type of signal processing as for making small changes in the motion of a spacecraft. «NASA uses a similar signal for the automatic tracking of the spacecraft Cassini-Huygens, which is currently investigating rings and moons of the

planet Saturn», said James Suite, head of the NASA Laboratory, «adapted for use in the Finder ground rescue operations. This space technology can save human lives» [/http://www.space.com/24274-robot-simian-four-footed-robot-competes-at-darpa-challenge-video.html/](http://www.space.com/24274-robot-simian-four-footed-robot-competes-at-darpa-challenge-video.html/).

Why do people need to fly into space? Today, with many of the tasks performed in orbit by robots, and when interplanetary flights are fully automatic, many people wonder: why send people into space, risking their lives, if instead the work can be done by an automatic station? Satellites and orbital stations perform a lot of work in space. But this is only the machine and the machine needs maintenance. In the course of the operation of a spacecraft emergency situations often arise and cannot be resolved by use of machines — they require human hands and intelligence. This is for example what happened with the automatic orbital observatory «Hubble». Already during the first week after its launch, scientists discovered a defect in its optical system due to an error during the installation technique. Mirror replacement in orbit was impossible and to bring the telescope back down to earth for repair was too expensive and time consuming. A special correcting device was then developed and the device was installed by people — members of the first expedition «Hubble service». The «Hubble» design presupposes service in orbit. Service was performed during spacewalks from the space shuttle. A total of four expeditions for maintenance of the telescope «Hubble» were carried out (one of them was divided into two flights): first in 1993, the second in 1997 and 1999, the third in 2003, the fourth in 2006. Participants in these expeditions carried out repair work and equipment upgrades on board. Human involvement is necessary



not only to correct the faults of orbital machines. The tasks assigned to the International Space Station (ISS), notably research, are also impossible to perform without the participation of people. The research mentioned includes the study of biological processes in conditions of weightlessness, the testing of new pharmaceutical technologies, the testing of new materials and devices for use in space.

Advantages of manufactured goods in an environment outside a planetary atmosphere

Industrial processes that cannot be readily reproduced on Earth.

Raw materials can be collected and processed from other bodies within the solar system at a low expense (compared to the cost of lifting materials into orbit). Items too large to launch on a rocket can be assembled in orbit for use in orbit space manufacturing. That implies a need to collect the requisite raw materials at a minimum energy cost. Near-earth asteroids

(Phobos, Deimos) and the lunar surface have a much lower delta-v compared to launching the materials from the surface of the Earth.

Unique differences between the properties of materials in space compared to the same materials on Earth.

a) Control of convection in liquids or gasses and the elimination of sedimentation. Also, the environment allows enhanced growth of larger, higher-quality crystals in solution.

b) The ultra clean vacuum of space allows the creation of very pure materials and objects. The use of vapour deposition can be used to build up materials layer by layer, free from defects.

c) Surface tension causes liquids in microgravity to form perfectly round spheres. It is very useful when perfect spheres of consistent size are needed for an application.

d) Space can provide readily available extremes of heat and cold. Sunlight can be focused to concentrate enough heat to melt the materials, while objects kept in perpetual shade are exposed to temperatures close to absolute zero. The temperature gradient can be exploited to produce strong, glassy materials.

Extraterrestrial sources for minerals

The drive to set up a mining operation on an asteroid is a matter of simple economics. While building an asteroid mine will cost billions of dollars, it will be far cheaper than carrying supplies from Earth to the moon or Mars. Spacecraft would have to carry food and supplies for the mining crew and the equipment for the mine. Newly developed spacecrafts should make landing on an asteroid possible. After all, we have already landed on the moon and some asteroids pass by Earth closer than the moon. A spacecraft going to an asteroid would need less rocket power and fuel than one going to the moon.

The comets and asteroids are the objects that could be most easily exploited for their raw materials. It is not presently cost effective to mine these minerals and then bring them back to Earth. However, these raw materials could be used in developing the space structures and in generating the rocket fuel that will be required to explore and colonize our solar system in the twenty-first century. It has been estimated that the mineral wealth resident in the belt of asteroids between the orbits of Mars and Jupiter would be equivalent to about 100 billion dollars for every person on Earth today. Whereas asteroids are rich in the mineral raw materials required to build structures in space, comets are rich resources for the water and carbon-based molecules necessary to sustain life. In addition, an abundant supply of cometary water ice could provide copious quantities of liquid hydrogen and oxygen, the two primary ingredients in rocket fuel. It seems likely that in the next century when we begin to colonize the inner solar system, the metals and minerals found on asteroids will provide the raw materials for space structures and comets will become the watering holes and gas stations for interplanetary spacecraft (Lewis, John S. *Mining the Sky: Untold Riches from the Asteroid, Comets, and Planets*. Addison-Wesley, 1996).

Mining asteroids is something of a conjecture at this time.

There are many valuable minerals to be harvested in nearly every asteroid. In addition to iron and nickel there are deposits of gold, platinum, and palladium in many asteroids. Astronomers have used certain tests to hypothesize the existence of these minerals, but since asteroids were formed in the same way as the Earth, it only makes sense that these minerals are there.

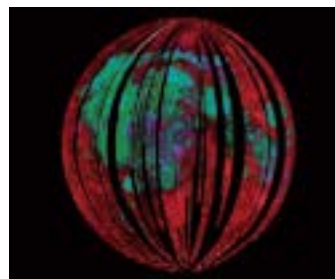
There are three classes of asteroids: C-type, S-type, and M-


type. More than 75% of them are C-type which are very similar to the sun, just less volatile. The S-type are the ones that definitely contain iron, nickel, and magnesium but also contain gold, platinum, and palladium. The third class of asteroids are the M-type. They contain iron and nickel.

High-grade platinum-group metal concentrations have been identified in an abundant class of near-Earth asteroids known as LL Chondrites. The potential existence of a high-value asteroid-derived mineral product is examined from an economic perspective, in order to assess the possible impacts on long-term precious metal supply. It is hypothesized that extraterrestrial sources of platinum group metals will become available in the global marketplace in a 20-year time frame, based on current trends of growth in technology and increasing levels of human activities in near-Earth space (Anstett, T.F., Bleiwas, D.I., and Sheng-Fogg, C., (1982), Platinum Availability — Market Economy Countries: A Minerals Availability System Appraisal, U.S. Bureau of Mines Information Circular 8897, United States Department of the Interior, Washington, D.C., 16p.)

Extraterrestrial water and water-bearing minerals are of great importance for supporting future human activities in space. The presence of water is thought to be one of the necessary conditions for the formation of life as we know it. Furthermore, the long-term survival of human-staffed bases on other planets is critically dependent upon the existence and exploitation of an easily reached water source. Water is found throughout the outer solar system on satellites (Clark and McCord, 1980; Clark et al., 1984), Kuiper Belt Objects (KBOs) (Brown et al., 1997), and comets (Bregman et al., 1988; Brooke et al., 1989)

as ice, and on the planets as vapor (Larson et al., 1975; Encrenaz et al., 1999). It is also found bound into minerals (as well as at the polar caps) on Mars (Sinton, 1967; Blaney, 1991; Bell and Crisp, 1991), Europa (McCord et al., 1999), and some asteroids



Feldspars		Pyroxenes	
Anorthite $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$		Diopside	Hedenbergerite
Albite $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$		$\text{MgCaSi}_2\text{O}_6$	$\text{FeCaSi}_2\text{O}_6$
K-Feldspar KAlSi_3O_8		Enstatite	Ferrosilite
		$\text{Mg}_2\text{Si}_2\text{O}_6$	$\text{Fe}_2\text{Si}_2\text{O}_6$
		Wollastonite $\text{Ca}_2\text{Si}_2\text{O}_6$	
		(not a true pyroxene)	
Olivines		Oxides	
100%Fo	100%Fa	Ilmenite FeTiO_3	
0%Fa	0%Fo	Chromite FeCr_2O_4	
			
Forsterite	Fayalite		
Mg_2SiO_4	Fe_2SiO_4		

(Lebofsky, 1978; Feierberg et al., 1981, A. S. Rivkin, E. S. Howell, F. Vilas, L. A. Lebofsky, 2003).

Moon sources

This image /Image Credit: ISRO/NASA/JPL-Caltech/Brown Univ/of the moon is from NASA's Moon Mineralogy Mapper on the Indian Space Research Organization's Chandrayaan-1 mission. It is a three-color composite of reflected near-infrared radiation from the sun and illustrates the extent to which different materials are mapped across the side of the moon that faces Earth. Small amounts of water and hydroxyl (blue) were detected on the surface of the moon at various locations. This image illustrates their distribution at high latitudes toward the poles. Blue shows the signature of water and hydroxyl molecules as seen by a highly diagnostic absorption of infrared light with a wavelength of three micrometers. Green shows the brightness of the surface as measured by reflected infrared radiation from the sun with a wavelength of 2.4 micrometers, and red shows an iron-bearing

mineral called pyroxene, detected by absorption of 2.0-micrometer infrared light.

Major Lunar minerals

In this image, an early mineral map derived from different reflected light, or spectral signatures, measured by NASA's Moon Mineralogy Mapper on board the Indian Space Research Organization's Chandrayaan-1 spacecraft. The green, purple and blue areas are covered with iron-rich lava flows. The red and pink regions contain the mineral plagioclase. Plagioclase is an important series of tectosilicate minerals within the feldspar family. The series ranges from albite to anorthite endmembers (with respective compositions $\text{NaAlSi}_3\text{O}_8$ to $\text{CaAl}_2\text{Si}_2\text{O}_8$), where sodium and calcium atoms can substitute for each other in the mineral's crystal lattice structure. The Apollo program brought back 381.7 kg (841.5 lb) of lunar surface material, most of which is stored at the Lunar Receiving Laboratory in Houston, Texas. Lunar rocks are in large part made of the same common rock form-



ing minerals as found on Earth, such as olivine $(\text{Fe,Mg})\text{SiO}_4$, pyroxene $(\text{Ca,Fe,Mg})\text{Si}_2\text{O}_6$, plagioclase $((\text{Na,Ca})\text{Al}_2\text{Si}_2\text{O}_8)$, plagioclase feldspar $(\text{Ca,Na})(\text{Al,Si})_4\text{O}_8$ (anorthosite). Plagioclase feldspar is mostly found in the lunar crust, while pyroxene and olivine are typically seen in the lunar mantle.

The mineral ilmenite is highly abundant in some mare basalts, and a new mineral named armalcolite $((\text{Mg,Fe}^{2+})\text{Ti}_2\text{O}_5)$ was first discovered in the lunar samples.

Elements known to be present on the lunar surface include, among others, oxygen (O), silicon (Si), iron (Fe), magnesium (Mg), calcium (Ca), aluminium (Al), manganese (Mn) and titanium (Ti). Among the more abundant are oxygen, iron and silicon.

Highland Regolith element Wt. %: oxygen 44.6, silicon 21, aluminium 13.3, calcium 10.7, iron 4.87, magnesium 4.55, so-

dium 0.31, titanium 0.31, chromium 0.085, potassium 0.08, manganese 0.0675, phosphorus 0.05 (fig.). The exact composition varies from site to site, and possibly from sample to sample at a given site. Regolith composition is discussed in detail in the Lunar Sourcebook (McKay, D., et al., «The Lunar Regolith,» Chapter 7, Lunar Sourcebook, Heiken, G., Vaniman, D., and French, B., eds., pp. 285-356, Cambridge University Press, Cambridge, 1991).

Moon dust composition: The oxygen content is estimated at 42%, Silicon 20% Iron 12%, Calcium 8.5%, Aluminum 7.3%, Magnesium 4.8%, Titanium 4.5%, Sodium 0.33%, Chromium, 0.2% Manganese 0.16%, Potassium 0.11%, Sulfur 540 ppm, Carbon 200 ppm, Nitrogen 100 ppm, Hydrogen 40 ppm, Helium 4 28ppm Helium 3 0.01 ppm. Carbon and nitrogen appear to be present only in trace quantities from deposition

by solar wind. Mare Regolith element Wt.%: oxygen 41.7, silicon 21.2, iron 13.2, calcium 7.88, aluminium 6.97, Magnesium 5.76, titanium 3.1, sodium 0.29, chromium 0.26, manganese 0.17, potassium 0.11, phosphorus 0.066.

Neutron spectrometry data from the Lunar Prospector indicate the presence of hydrogen (H) concentrated at the poles (S. Maurice, W. C. Feldman, D. J. Lawrence, O. Gasnault, R. C. Elphic, and S. Chevrel, Lunar and Planetary Science XXXIV (2003).

Nearly the entire lunar surface is covered with regolith, bedrock being exposed only on very steep-sided crater walls and the occasional lava channel. The regolith is generally from 4 to 5 meters thick in mare areas and from 10 to 15 meters in the older highland regions (Heiken et al. (1991) Lunar Sourcebook, a user's guide to the Moon. New York: Cambridge University Press. 736p. ISBN 0-521-33444-6).

Below this true regolith is a region of blocky and fractured bedrock created by larger impacts, which is often referred to as the «megaregolith». «Lunar dust» generally connotes even finer materials than lunar soil, the fraction which is less than 30 micrometers in diameter.

The studies of lunar mare soil show bulk oxide content, which is dominated by SiO₂, FeO, TiO₂, Al₂O₃, MgO, and CaO [Papike et al., 1991]. These elements are found in minerals such as olivine, pyroxene, and ilmenite (FeTiO₃). Distribution of those oxides on the Lunar studied by different authors. For example BrucAe. Campbell, B. Ran the work (Hawke, Tomas W. Thompson, JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH, VOL. 102, NO. E8, PAGES 19,307-19,324, AUGUST 25, 1997) show distribution of TiO₂ in different mare regions. Regolith minerals from Moon and Mars can be used for production of different materials such as cast basalt, glass and glass fiber, cement, oxygen, silicon, bricks, metals, alloys, ceramic materials /G.Xanthopoulos. Development of new processes for in-situ resource utilization (ISRU) on Moon and Mars, Space research & Technologies, N1, 2013, p.24-40/.

A fusion-powered rocket could cut trip to Mars down to months

Although it has recently become popular to discuss the possibility of sending people to Mars, what is often not mentioned is how long the trip will take using current technology. According to NASA, the overall trip would take a year to three years round trip, depending on the speed of the spacecraft. But now a group of researchers claim to have propulsion technology that could cut the one-way travel time down to just a few months.

Researchers from the University of Washington, along with

a company called MSNW, have published papers that describe a type of fusion propulsion that would allow spacecrafts to travel to Mars in as little as 30 to 90 days. According to the research group, their method of fusion would be achieved by “compressing the hydrogenic fuel by magnetically driving barrel size rings of lithium metal radially inward, compressing the fuel to high temperature and density. These converging rings merge to form a shell that compresses and ignites the fusion fuel...”/http://www.dvice.com/2013-4-9/new-fusion-powered-rocket-could-cut-trip-mars-down-months, April 9, 2013 /

By reducing the amount of time passengers spend in space, fusion propulsion could help astronauts avoid muscle and bone loss, as well as potential cancer risks associated with exposure to cosmic rays. And, if the group's findings turn out to be solid, this development could also dramatically improve the prospects of realizing the oft-mentioned colonization of Mars.

Fission-ignited fusion systems have been operational — in weapon form — since the 1950's. Leveraging insights gained from the weapons physics program, a Z-Pinch device could be used to ignite a thermonuclear deuterium trigger. The fusion neutrons will induce fission reaction in a surrounding uranium or thorium liner, releasing sufficient energy to further confine and heat the fusion plasma. The combined energy release from fission and fusion would then be directed using a magnetic nozzle to produce useful thrust. This type of concept could provide the efficiency of open cycle fusion propulsion devices with the relative small size and simplicity of fission systems and would provide a radical improvement in our ability to explore destinations across the solar system and beyond./ Rob Adams, NASA Mar-

shall Space Flight Center, proposal to NASA 2013 for NIAC, Pulsed Fission-Fusion (PuFF) Propulsion System http://www.nasa.gov/content/pulsed-fission-fusion-puff-propulsion-system/#.UtkXMtK1ZcR/

Apparently, such fission-ignited fusion systems research is funded by NASA through its Innovative Advanced Concepts Program. The NASA Innovative Advanced Concepts (NIAC) Program nurtures visionary ideas that could transform future NASA missions with the creation of breakthroughs — radically better or entirely new aerospace concepts — while engaging America's innovators and entrepreneurs as partners in the journey. NIAC projects study innovative, technically credible, advanced concepts that could one day «Change the Possible» in aerospace /http://www.nasa.gov/directorates/spacetechniac/index.html#.UtkVLtK1ZcQ/.

CONCLUSION

Space exploration has recently been put on the back-burner in many countries due to the global financial crisis that has resulted in major spending cuts. However, exploration will and must continue, especially considering Hawking's dire prediction. NASA's Kepler mission, for example, has been discovering scores of potentially habitable planets/ http://www.dvice.com/2013-4-15/stephen-hawking-humans-must-escape-earth-or-perish/. And with new technology, such as fusion-powered rockets, the journey to those planets could be possible in the future. It's what we do today that will get us there: let's continue to look to the stars. Scientific knowledge has value beyond the measurements of cost, the cost for space exploration isn't actually very high, many discoveries have been made as a result of space exploration, investment in exploration is necessary for progress. ■

Космические технологии на службе человечества

Галина КСАНДОПУЛО

Институт нанонауки и нанотехнологий, Греция
e-mail: g.xanthopoulou@inn.demokritos.gr



ВВЕДЕНИЕ

За последние 30-40 лет мнение о том, что реализация программ по космическим исследованиям является дорогим удовольствием, стало довольно популярным. Сторонники этой точки зрения уверены, что лучше потратить деньги на огромное количество нерешенных земных проблем, чем на космос. Следовательно, освоение последнего необходимо исключить из списка приоритетных задач и ограничиться лишь коммерческими запусками телекоммуникационных спутников и орбитальными полетами в околоземном пространстве.

Многие из сторонников таких взглядов думают: зачем тратить деньги, исследуя пространство и искать воду на Марсе, когда ученые могут заниматься нахождением более эффективных способов получения энергии и производством продуктов

питания для миллионов голодающих на земном шаре? Зачем расходовать так много времени и финансов на исследования других планет, когда мы так мало знаем о собственной?

Кроме того, напоминают некоторые, вопросы экономической целесообразности и активного развития космоса тесно сопряжены с проблемами экологической безопасности. До 97-99% веса ракетных конструкций — топливо, которое загрязняет окружающую среду (гептил и азотный тетраоксид), а также фрагменты ступеней. Например, у американской ракеты-носителя «Сатурн 5» полезная нагрузка при выводе на земную орбиту была около 4% от общей массы при старте, а у Шаттла — лишь около 1% http://www.nasa.gov/mission_pages/station/expeditions/expedition30/tryanny.html/.

Большинство противников изучения космоса много говорят и об изменении приоритетов в научно-исследовательской космонавтике. Например, о полной ее замене на более дешевые и безопасные беспилотные программы. Есть также радикальные точки зрения: за полное прекращение исследований дальнего космоса, якобы они далеки от реальности. Например, строительство лунной базы в 2025-м или посадка на Марс в 2035-м году невозможны; и говорить, колонизации Марса — несерьезно, так как для этого

нет ресурсов.

Учитывая тот факт, что такого мнения придерживаются даже правительственные структуры некоторых ведущих стран, такое негативное отношение к изучению космоса требует серьезного анализа, так как может стать тормозом в сфере космических исследований и будущего человечества.

Напротив, сторонники освоения космоса считают, что научное знание имеет огромную ценность, и стоимость освоения космоса на самом деле не очень высока, так как многие открытия были сделаны в результате таких исследований.

Таким образом, противники освоения космоса и даже многие сторонники имеют очень смутное представление о значении космических исследований, мы решили в данной статье проанализировать некоторые результаты исследований и их важность для всего человечества. Кроме того, в условиях прохождения опасных процессов на нашей планете и угроз из космоса, очень важно объяснить, как важны космические исследования для улучшения жизни, решения многих жизненно важных проблем и даже спасения человечества — сохранения нашей планеты.

Что дает людям космонавтика?

Космонавтика стимулирует фантазию и исследования в различных направлениях нау-

ки. С первого полета человека в 1961 году 536 космонавтов/астронавтов из разных стран отважились покорить космическое пространство. Вовлечение в этот процесс все большего количества стран означает, что освоение космоса в настоящее время приобретает поистине глобальный характер. Значительный вклад в его изучение внесла МКС (Международная космическая станция, 14 стран-участниц) <http://www.astronautix.com/project/iss.htm/>.

В 2010 году было решено использовать МКС как минимум до 2024 года.

https://en.wikipedia.org/wiki/International_Space_Station_program/.

МКС обеспечивает уникальные условия для научных открытий, которые не могут быть осуществлены на Земле. Результаты исследований орбитальной лаборатории приводят к многочисленным изобретениям и нацелены на улучшение жизни на Земле.

Если рассматривать экономическую целесообразность освоения космоса, то тезис о «чрезмерности» расходов на космические программы по сравнению с общими расходами, выглядит несостоятельным. *Например, создание космического телескопа «Хаббл» стоило \$1,5 млрд* <http://www.space.com/15892-hubble-space-telescope.html/>. *Для сравнения бюджет НАСА 2014 составил \$17,647 млрд, или около 0,5% от федерального бюджета США* https://en.wikipedia.org/wiki/Budget_of_NASA/. *Другой пример для сравнения: только шесть дней военной кампании в Ираке соответствуют стоимости проекта «Хаббл»* <http://usgovinfo.about.com/library/weekly/aaiaqwarcast.htm/>.

Космические технологии открывают обширные возможности для решения мно-



гих важных задач, например, строительство солнечных ферм на Луне /G.Xanthopoulos. Development of new processes for in-situ resource utilization (ISRU) on Moon and Mars, Space research & Technologies, N1, 2013, p.24-40/, что в перспективе приведет к решению энергетической проблемы на Земле. Население Земли растет, и мы должны уже сейчас думать о последствиях этого процесса, решать проблемы возможного переселения людей на другие планеты.

Космические технологии уже вошли в нашу повседневную жизнь, рассмотрим некоторые из них.

ЭЛЕКТРОНИКА

Системы связи

Современные космические технологии качественно повышают скорость, эффективность, надежность связи

и диапазон передачи информации во все уголки земного шара. Передача телевизионных программ производится с помощью спутников. А спутниковая система навигации не только экономит время и делает вождение любого вида транспорта комфортным, оптимизируя маршруты в различные пункты назначения, но и очень важна для спасения жизней. Все эти технологии, как и сотовые, и спутниковые телефоны, интернет, цифровые часы пришли в повседневную жизнь из космических исследований.

Новая промышленная революция

3D печать — новое революционное производство — сначала использовалась для быстрого копирования. За последние несколько лет технология продвинулась значительно вперед. Ее стали использовать



в изготовлении деталей реактивных двигателей, автомобилей, ювелирных изделий, обуви, одежды, имплантантов и многого другого. Эту удивительную технологию используют для печати металлических, полимерных, керамических, текстильных, стеклянных, бетонных и деревянных изделий. В ближайшем будущем 3D принтеры смогут печатать изделия из различных материалов / <http://www.huffingtonpost.com/daniel-burru/>.

Изделия на этом фото были показаны в Лондонском музее науки 15 октября 2013 года. Международные эксперты из Европейского космического агентства (ЕКА) и стран ЕС (включает 28 промышленных партнеров по всей Европе) представили самый большой в мире проект по применению 3D-принтеров для производства высокотехнологичных изделий из металла с минимальными отходами

и максимальной гибкостью <http://www.space.com/23240-3d-printing-space-photos-amaze-program.html/>, /<http://www.space.com/25706-3d-printing-transforming-space-travel.html#sthash.PQc1d92a.dpuf/>.

Теперь космонавтам на Международной космической станции не придется ждать месяцами запасных частей с Земли. Вместо этого они могут использовать 3D-принтер, который работает в невесомости и впервые был установлен на МКС 17 ноября 2014-го для изготовления инструментов и деталей, в которых они нуждаются /<http://www.space.com/27790-zero-gravity-3d-printer-space-station.html/>. Таким образом, 3D-принтеры помогут исследованиям Солнечной системы, делая их менее зависимыми от земной индустрии.

Специалисты провели важнейшие эксперименты по 3D-печати с использованием

металлического порошка, полученного из метеорита и состоящего из никеля, кобальта и железа /<http://www.space.com/31553-asteroid-metal-3d-printing-test-planetary-resources.html#sthash.iZEvHvSr.dpuf/>.

Одно из самых больших преимуществ 3D-печати — изготовление сложных деталей, например, титанового шарика со сложной внутренней геометрией. Такую структуру невозможно получить иным методом, полые шарики получаются невероятно легкими и очень прочными, что делает их отличным материалом для разных конструкций. Например, для сверхлегких спутников /<http://www.space.com/25706-3d-printing-transforming-space-travel.html#sthash.4WGs4Q8r.dpuf/>.

3D-принтер используется для изготовления керамических деталей без трещинообразования (что нелегко сделать



при производстве сложных керамических изделий другими методами). Легкие, прочные, с низкой теплопроводностью — они идеально подходят для производства самолетов или ракет. Это открытие открывает дверь новому классу керамических изделий. Например, высокотемпературным теплозащитным покрытиям или керамическим форсункам двигателей сверхзвуковых самолетов <http://www.space.com/31516-3d-printed-ceramics-next-gen-spaceships.html> ~ ~ HEAD = p o b j ~ ~ n u m b e r = p l u r a l # s t h a s h . n 3 t 7 b m d P . d p u f / .

3D-принтеры активно используют инженеры ЕКА. С помощью 3D-оборудования создаются масштабные модели космических кораблей, роботов, строений для будущей жизни на Марсе. Их применяют для изготовления сложных деталей (ракетные сопла, камеры сгорания, впрыскивающие устройства с диаметром

головки 25 мм и 150 отверстиями микронного диаметра), оборудования для тестирования и изготовления космических аппаратов <http://www.space.com/25706-3d-printing-transforming-space-travel.html#sthash.PQc1d92a.dpuf>, <http://www.space.com/25706-3d-printing-transforming-space-travel.html#sthash.PQc1d92a.dpuf>.

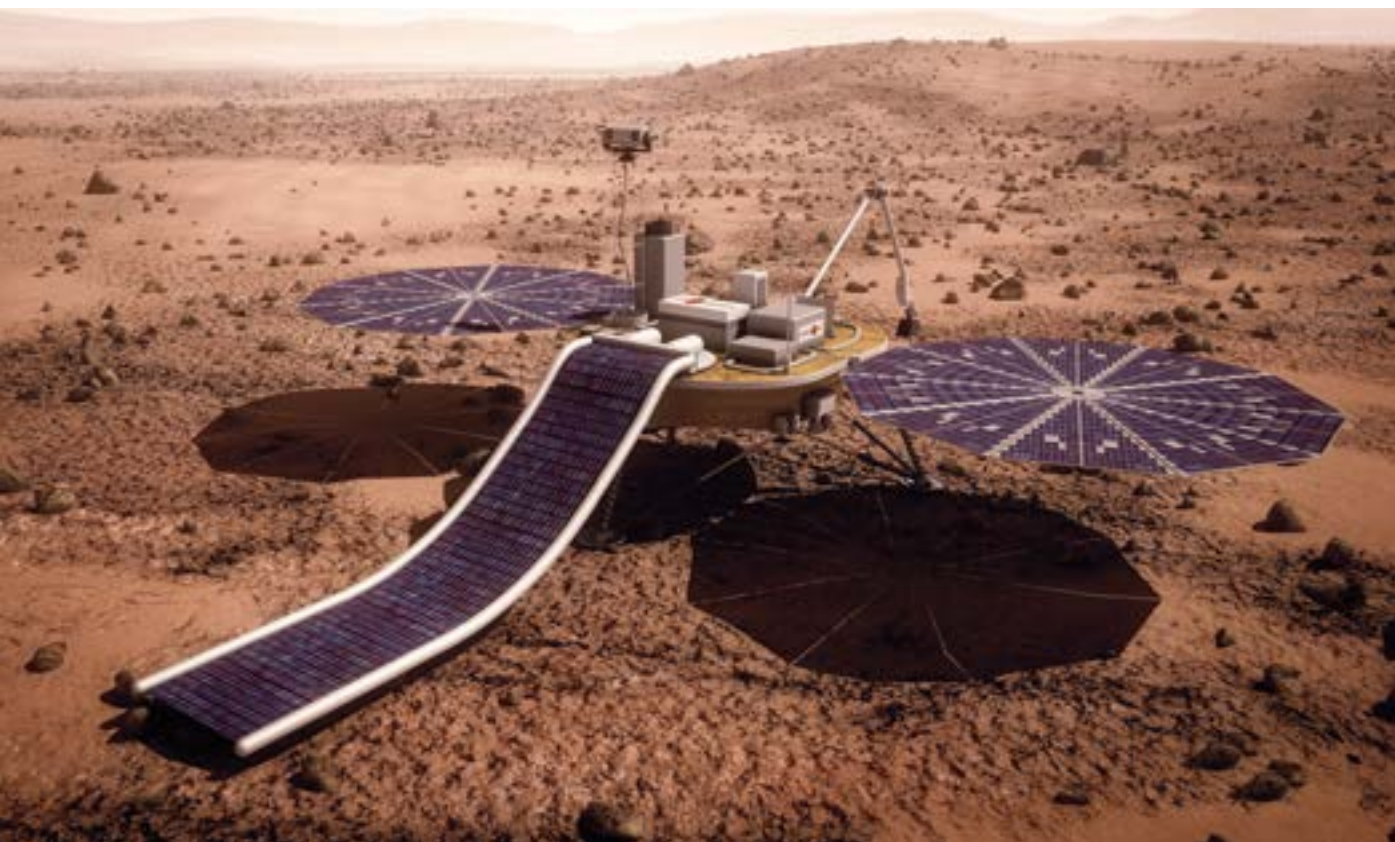
ВВС США в ноябре 2015 года заключили с университетом Джона Хопкинса контракт на \$545 тыс. для производства с помощью 3D-принтера камер охлаждения для жидкостных ракетных двигателей www.space.com/22568-3d-printed-rocket-engine-test-video.html. Именно в НАСА сделали первую попытку по использованию 3D-печати для изготовления ракетных двигателей <http://www.space.com/31102-air-force-3d-printing-rocket-engines.html#sthash.iNpkfzo5.dpuf> 3D-

Printed Rocket Part Passes Biggest NASA Test Yet /

Самый большой по величине, изготовленный в НАСА, 3D-печатный ракетный компонент — это инжектор ракетного двигателя, который прошел серьезные испытания в Центре космических полетов им. Дж. Маршалла в городе Хантсвилл, штата Алабама. Это произошло 22 августа 2013 года. Такой инжектор генерирует в 10 раз большую тягу, чем любой инжектор, сделанный 3D-печатным способом ранее. Этот успешный тест 3D-печатного ракетного инжектора доказывает, что данная инновационная технология может быть использована для снижения стоимости полета космических аппаратов.

3D печать на Марсе

Поскольку строительство базы на Марсе уже запланировано, ученые разрабатывают план использования 3D печати для строительства различных объектов (укрытия, теплицы



цы, промышленные здания) и производства продуктов питания на поверхности Марса. Объекты будут строиться на основе марсианского реголита и льда, для их использования нужно будет привезти соответствующее оборудование. Брюс Маккензи, основатель Mars Foundation, организации, целью которой является создание и эксплуатация первого постоянного поселения на Марсе, сказал: «Ключом к жизни на Марсе является использование сырья, которое там есть» <http://www.space.com/23059-3d-printing-mars-colony.html/>. НАСА уже выбрали трех победителей конкурса по дизайну 3D-печатных помещений, в которых будут жить на Марсе будущие астронавты.

Пирамида будет построена из марсианского льда и служить защитой от радиации, защищая обитателей и растения <http://www.space.com/30854-nasa-3d-printed->

mars-habitat-contest-winners.html#sthash.TrfnVoVO.dpuf/. Таким образом, 3D печать может стать ключом к колонизации Марса.

Микрочипы

Космические технологии дали миру микроэлектромеханические системы (МЭМС) и наноэлектромеханические системы (НЭМС). Чип представляет собой МЭМС-жидкостную структуру, поры которой селективно отбирают необходимые молекулы. Вероятно, в будущем размеры таких чипов существенно уменьшатся, т.к. развивается производство НЭМС — наножидкостных структур, способных выявлять и сортировать ДНК, РНК, белки и другие молекулы.

Специалисты американского космического центра им. Маршалла (Marshall Space Flight Center) развивают технологию по созданию биохимической лаборатории в чипе. Она представляет собой сте-

клянную пластину, размером не больше монеты, содержащую хитроумное переплетение капилляров для исследуемых растворов, в которую впечатаны электрические компоненты.

Этот прибор уже можно назвать маленьким чудом в медицине. Сегодня, чтобы понять причину болезни, пациента отправляют сдавать большое количество анализов. Проходит несколько дней, прежде чем становится известен диагноз. **С данной технологией достаточно взять каплю крови у пациента и поместить ее в чип. Прибор в состоянии обеспечить очень быстрый, недорогой и самый точный диагноз.**

<http://www.novomedicina.ru/index.php?page=page&pageid=185>

ИССЛЕДОВАНИЯ ЗЕМЛИ

В связи с парниковым эффектом ученые интенсивно отслеживают результаты

деятельности спутников, изучающих нашу планету: направления и силу ветров, океанических течений, колебания температур, рост растений и многое другое. Сегодня спутники участвуют в повседневной жизни. *Когда хотите узнать прогноз погоды, посмотреть новости или найти нужный адрес на Google Maps, вы делаете то, что было бы невозможно без автоматизированной спутниковой системы, находящейся на орбите за сотни миль над вашей головой.*

Прогноз погоды

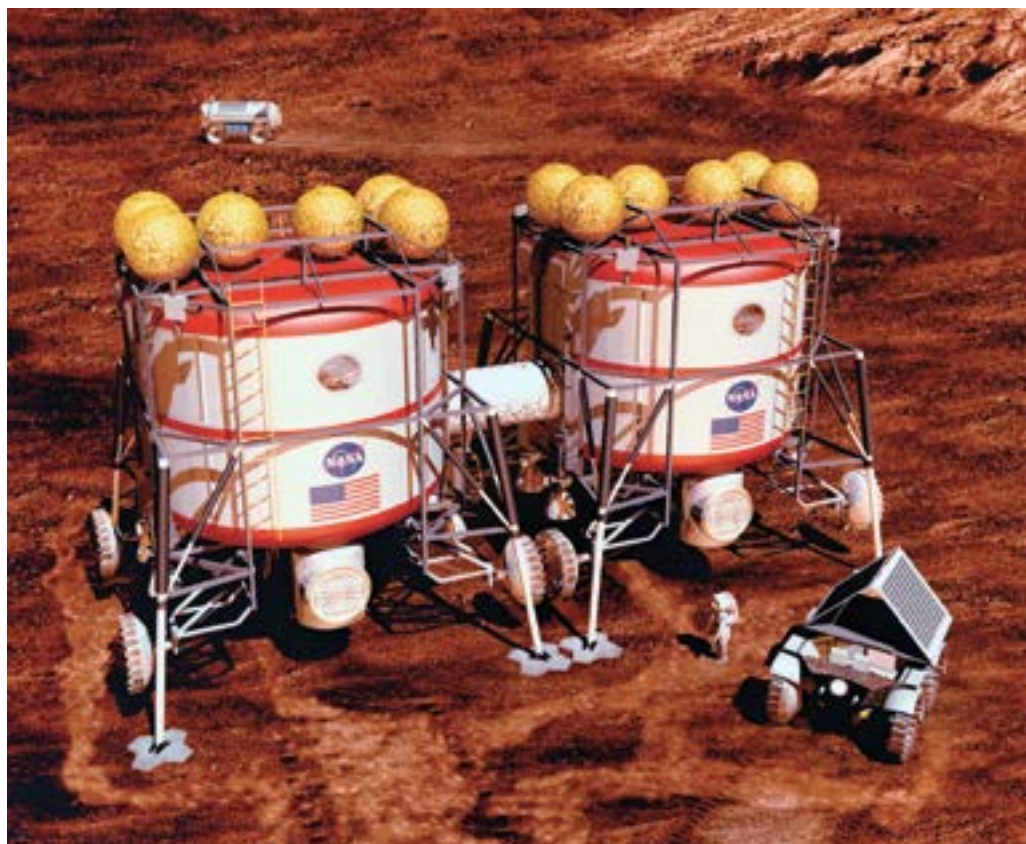
На космической станции ведутся оперативные наблюдения за погодными явлениями, космонавты могут быстро давать информацию, не дожидаясь специальной обработки метеоинформации. Прогнозирование погоды, ураганов и опасных штормов с помощью спутниковой информации спасает жизни и помогает готовиться к экстремальным ситуациям. Спутниковая метеорология является одним из наиболее показательных примеров применения космических технологий для потребностей человечества.

Космическая геология

Она играет ведущую роль в обнаружении закономерностей формирования и распределения полезных ископаемых, содействует интеграции отдельных данных о природных процессах, происходящих на планете.

Сельское и лесное хозяйство

Эти сферы получают много важной информации от искусственных спутников Земли. Сравнение снимков, сделанных в разное время, дает возможность изучить процессы восстановления лесов, предсказать запасы различных видов древесных пород, определить рациональные условия выруб-



ки деревьев, планировать оптимальное развитие лесной промышленности. Спутниковые данные играют особую роль в деле охраны лесов от пожаров.

Европейская программа спутникового дистанционного зондирования была первой программой наблюдения Земли на полярной орбите. Первый спутник был запущен 17 июля 1991 года, в гелиосинхронной полярной орбите на высоте 782-785 км. ERS-1 осуществлял массивные наблюдения за поверхностью Земли (землей, водой, льдом, атмосферой) с использованием различных принципов измерения. 336-дневная ERS-1 миссия (Геодезическая миссия) позволила осуществить батиметрию (измерить глубины озер или океанов) Земли и геоида (выпуклой замкнутой поверхности, совпадающей с поверхностью воды в морях и океанах в спокойном состоянии и перпендикулярной к

направлению силы тяжести в любой ее точке) над морями с использованием радиолокационных высотометров.

ERS-2 был запущен 21 апреля 1995 года. Во многом похожий на ERS-1, он был оснащен усовершенствованными приборами и дополнительным прибором GOME (Эксперимент по глобальному мониторингу озона), сканирующим спектрометром в ультрафиолетовой и видимой области, специализирующимся на анализе хлорофилла и растительности.

Envisat (Environmental Satellite — Экологический спутник) был запущен ЕКА 1 марта 2002 года. Это крупнейший спутник наблюдения Земли. Цель работы Envisat — исследование Земли в глобальном масштабе, обеспечение непрерывности европейской спутниковой системы. Спутник осуществлял дополнительные наблюдения для экологических исследований,



химии атмосферы, процессов разрушения озонового слоя, биологической океанографии, температуры океана и его цвета, ветровых волн, гидрологии (влажности, наводнений), сельского хозяйства и садоводства, опасных природных явлений, моделирования рельефа (с использованием интерферометрии), мониторинга морских перевозок, загрязнения атмосферы, мониторинга количества снега и льда.

Earth Explorers (Исследователи Земли) — это более мелкие спутники с исследовательскими миссиями по изучению атмосферы, биосферы, гидросферы, криосферы и недр Земли. В целом, акцент делается на получение дополнительной информации о взаимодействиях между этими компонентами и влиянии человеческой деятельности на природные процессы Земли. Миссии Earth Explorer делятся на две: «Миссия ядро»

(спутники GOCE, ADM-Aeolus, EarthCARE) нацеленная на конкретные задачи, имеющие большой научный интерес, и «Миссия возможность» — для решения экологических задач (спутники SMOS, CryoSat, Swarm).

GOCE (Исследование гравитационного поля и океана). Спутник был запущен 17 марта 2009. По результатам измерений гравитационного поля Земли был смоделирован геоид с беспрецедентной точностью и пространственным разрешением. Эти данные расширили наши знания о циркуляции течений в океане, которые играют ключевую роль в теплообмене на планете, изменении уровней морей и внутренних процессов Земли. Результаты измерений GOCE также внесли значительный прогресс в геодезию

[/http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/GOCE/](http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/GOCE/).

SMOS спутник был запущен 2 ноября 2009 года и является активным до сих пор, изучает изменения климата по отношению к ускорению водного цикла. Целью миссии является измерение влажности почвы и солености океана, создание карты данных. Данные по этим геофизическим параметрам имеют ключевое значение в улучшении климатологического прогнозирования, понимании водного цикла, дают новые подходы к приобретению знаний об изменениях климата, а также мониторингу запасов пресной воды планеты. Данные влажности почвы требуется для гидрологических исследований, а данные о солености океана являются жизненно важными для улучшения нашего понимания циркуляции океанских течений [/http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/SMOS/](http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/SMOS/).

CryoSat был запущен 8 апреля 2010 года и является активным до сих пор. http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/CryoSat/Sea_ice/. Миссия данного проекта посвящена измерению толщины льда в полярных регионах, мониторингу изменений льдов в Гренландии и Антарктиде. CryoSat измеряет также толщину дрейфующего морского льда и поверхность континентальных ледовых щитов, фиксирует сезонные и годовые изменения ледового покрова по регионам. Данные CryoSat помогут определить вклад, который антарктический и гренландский ледяные щиты вносят в повышение уровня мирового океана.

Три спутника **Swarm** запущены 22 ноября 2013 года на орбиту — около 490 км над уровнем моря и являются активными до сих пор. Целью Swarm является измерение силы, направления и ослабления магнитного поля Земли под действием солнечной радиации. Составленные по этим результатам модели геомагнитного поля, возможно, сформируют новый взгляд на глубинные процессы Земли, дадут более глубокое понимание атмосферных процессов, связанных с климатом и погодой, а также будут иметь практическое применение в самых различных областях, таких как, космическая погода и радиационная опасность

http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Swarm/.

Будущие миссии

Следующие миссии планируются ЕКА в ближайшем будущем: ADM-Aeolus, ExoMars, EarthCARE, James Webb Space Telescope, MTG, BIOMASS.

ADM-Aeolus (Миссия — атмосферная динамика, запуск в 2017 году). Главной целью этой миссии является изучение глобального поля приземного ветра и создание карты ветров

Земли. Эта миссия не только предоставит столь необходимые данные для улучшения качества прогноза погоды, но также будет способствовать долгосрочному моделированию климата http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/The_Living_Planet_Programme/Earth_Explorers/ADM-Aeolus/.

ExoMars (Экзобиология Марса). Первый запуск в 2016 году включает орбитальный и спускаемый аппарат, второй в 2018-м — ровер. Главной целью является поиск биосигнатур прошлого или настоящего марсианской жизни. Эта миссия находится в стадии разработки в сотрудничестве ЕКА с Федеральным космическим агентством (Роскосмос) http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Science/ExoMars_ESA_and_Roscosmos_set_for_Mars_missions/.

ExoMars Orbiter (TGO) доставит стационарный посадочный модуль «Скиапарелли», который приступит к картированию источников метана и других газов на Марсе и поможет выбрать место посадки для марсохода ExoMars. Последний будет запущен в 2018 году на российской ракете-носителе «Протон» и будет доставлен на поверхность Марса <http://apnews.excite.com/article/20140327/DACQ6UH0.html/>.

EarthCARE — изучение роли облаков и аэрозолей в нашем климате. Дата запуска: 2018. *EarthCARE является плановым совместным европейско-японским спутником, который будет изучать, в какой степени облака и аэрозоли влияют на глобальное потепление, и внесет вклад в понимание взаимодействия между облаками, радиационными и аэрозольными процессами, которые влияют на климат планеты*

http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/The_Living_Planet_Programme/Earth_Explorers/EarthCARE/.

Космический телескоп им.

Джеймса Уэбба (James Webb Space Telescope, JWST) первоначально назывался «Космический телескоп нового поколения». Является флагманом среди космических обсерваторий, находится в стадии строительства, планируется к запуску в октябре 2018 года. Этот телескоп обеспечит беспрецедентные чувствительность и разрешение длинноволнового (оранжево-красного) видимого света, через ближнюю ИК-область (14 000-4000 см⁻¹) к средней ИК-области (4000-400 см⁻¹). Он станет преемником космического телескопа Хаббла и космического телескопа Spitzer.

Проект представляет собой плод международного сотрудничества 17 стран во главе с НАСА, при содействии Европейского и Канадского космических агентств. Первичными задачами JWST являются: обнаружение света первых звезд и галактик, сформированных после Большого взрыва, изучение формирования и развития галактик, звезд, планетных систем и происхождения жизни. Также «Уэбб» сможет рассказать о том, когда и где началась реионизация Вселенной и что ее вызвало <http://www.jwst.nasa.gov/people.html/>.

Meteosat — геостационарные метеорологические спутники, дата запуска: 2018.

Биомасса (Biomass) (пуск запланирован на 2020 год). Спутник нацелен на применение РЛС с синтезированной апертурой. Он измерит количество биомассы и углерода, накопленных в лесах Земли, с большей точностью, чем когда-либо прежде. Эти данные будут использоваться для формирования понимания роли



лесов в углеродном цикле, для создания 3D карты лесной биомассы с разрешением 200 м. http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/The_Living_Planet_Programme/Earth_Explorers/Future_missions/Biomass/.

Исследователь флуоресценции (Fluorescence Explorer (FLEX)) является спутником ЕКА, который будет запущен в 2022 году. Будет следить за глобальной флуоресценцией хлорофилла у наземной растительности и давать количественную оценку активности фотосинтеза. Как известно, концентрации CO₂ и CH₄ в атмосфере растут, как результат человеческой деятельности. Уменьшение выбросов этих газов считается одной из важнейших экологических задач XXI века. Первостепенное значение в решении этой проблемы уделяется поиску источников загрязнений и определению распределения этих газов в региональных и субсезонных масштабах. Это позволит идентифицировать процессы, контролирующие скорость увеличения концентрации в

атмосфере этих газов и их потенциальное воздействие на климат http://www.esa.int/Our_Activities/Observing_the_Earth/Earth_Explorers_overview

Спутники США (USA) осуществили запуск 246 спутников, но не все из них активны в настоящее время). Ниже приведены данные о некоторых из них:

Galaxy 14 является геостационарным спутником связи с 22 транспондерами С-диапазона, запущенным с Байконура в 2005 году. Спутник предназначен для предоставления развлекательных и информационных услуг по кабельным каналам для Северной и Южной Америки / <http://nssdc.gsfc.nasa.gov/nmc/spacecraftDisplay.do?id=2005-030A/>.

GOES 12, известный и как GOES-M, является метеорологическим спутником, предназначенный для наблюдения за погодой в большинстве стран Северной Америки. LANDSAT является самой продолжительной (с 1972 года) программой наблюдения Земли. Спутником сделаны миллионы изо-

бражений, которые являются уникальным ресурсом для исследования глобальных изменений. Используются в сельском хозяйстве, картографии, геологии, лесном хозяйстве, в региональном планировании, надзоре и образовании, могут быть просмотрены на сайте «EarthExplorer».

ОБРАЗОВАНИЕ

Достижения космонавтики не только стимулировали интерес к образованию, но и позволили использовать великолепное оборудование — спутники вещания и телевидение — в образовательных целях. Широкие слои населения Земли теперь могут получать через общую глобальную образовательную систему обширные знания и техническую подготовку. Международная телевизионная сеть со 100-процентным охватом населения планеты — это новый технический инструмент, который уравнивал всех живущих на Земле.

Hubble Space Telescope

Одним из впечатляющих примеров применения космических технологий для образования является телескоп Хаббл, который был запущен на низкую околоземную орбиту в 1990 году (работы ЕКА с НАСА над его созданием были начаты в 1975 году). Хаббл работает в ближней ультрафиолетовой, видимой и ближней инфракрасной области

<http://www.davidreneke.com/hubble-telescope-may-operate-until-2018/>.

На Хаббле получены изображения более 3000 галактик, которые не были обнаружены другими телескопами. Хаббл помог астрономам оценить, сколько времени прошло с момента Большого взрыва. Измеряя особый вид пульсирующей звезды, известной как цефеиды, и имеющей довольно точную зависимость «период—свети-

мость», ученые смогли конкретизировать возраст Вселенной: с 10-20 млрд лет до более точного 13,7 млрд лет. Кроме галактик Хаббл ведет наблюдения за отдельными звездами на разных стадиях их эволюции — от облаков пыли, которые образуют молодые звезды, до их гибели. Хаббл смог заглянуть даже за пределы нашей Галактики, Млечного Пути — в Магеллановы Облака и Туманность Андромеды.

Увидеть планеты еще сложнее, чем увидеть звезды. В 2008 году Хаббл сделал фотографии планеты Фомальгаут В (экзопланета у звезды Фомальгаут). Впервые экзопланета была изображена в видимом свете. Были получены фотографии высокого разрешения Юпитера, Сатурна и даже Плутона. Хаббл дал ученым более глубокое понимание планет, галактик и всей Вселенной.

Самые удивительные открытия Хаббла:

- **Создание 3-D карты таинственного темного вещества**
- **Открытие Никс и Гидры (спутники Плутона)**
- **Данные для определения скорости расширения Вселенной**
- **Обнаружение, что почти все основные галактики находятся на якоре у черных дыр**
- **Данные по уточнению возраста Вселенной**

<http://www.space.com/15892-hubble-space-telescope.html#sthash.IfxfguUeD.dpuf>

КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПЛАНЕТ, СПУТНИКОВ И АСТЕРОИДОВ

«Люди не выживут еще 1000 лет на нашей хрупкой планете», — сказал 11 апреля 2013 года Стивен Хокинг. Британский физик и популяризатор науки отметил, что



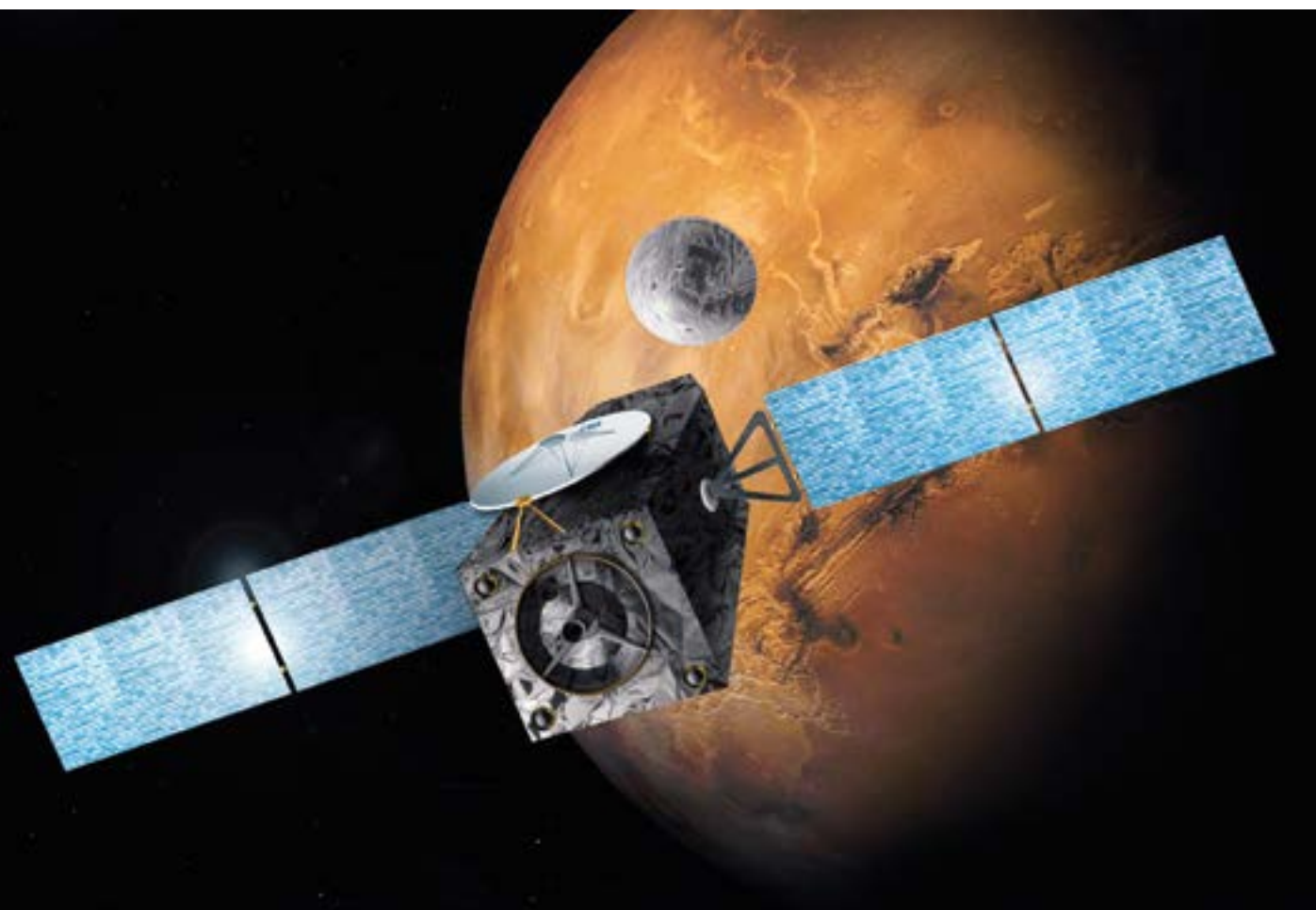
«колонизация космоса является ключом к выживанию человечества». «Мы вступаем в наиболее опасный период нашей истории... Население и использование ограниченных ресурсов планеты Земля растут в геометрической прогрессии, как и наши возможности по изменению экологии в лучшую и худшую стороны. Но наш генетический код по-прежнему несет эгоистичные и агрессивные инстинкты», поэтому «достаточно сложно избежать катастрофы в ближайшие сто, не говоря уже о тысяче или миллионе лет». «Наш единственный шанс долговременного выживания — не затаиваться на планете Земля, а рассредоточиться в космосе», — напоминает Хокинг. Именно поэтому ученый выступает за пилотируемые космические полеты и призывает к дальнейшему изучению того, как сделать колонизацию космоса возможной.

http://www.huffingtonpost.ca/2011/11/18/stephen-hawking-space-exploration_n_1101975.html, 11/18/2011/

<http://www.dailymail.co.uk/sciencetech/article-2307418/Professor-Stephen-Hawking-plea-space-exploration-claims-humans-survive-1-000-year-fragile-planet.html#ixzz2qdzU52sV>

В 21-го веке увеличивается число катастроф, и все большее число людей страдают от бедствий: засух, цунами, ураганов, тайфунов, землетрясений и наводнений /Courtney Brown, The 21st Century Urban Disaster Humanitarian Assistance CHF International / www.alnap.org/pool/files/2012-chf-urban-disasters.pdf.

Например, на международном конгрессе «Глобальная и национальные стратегии управления рисками катастроф и стихийных бедствий» пришли к заключению, что к 2050 году в мире можно ожидать 4-кратный рост природных катастроф, увеличение ущерба от их последствий — в 9 раз. Ученые отметили заметный рост в последние годы числа опасных природных явлений и крупных техногенных катастроф, риски возникновения



которых увеличиваются в процессе глобального изменения климата и хозяйственной деятельности человека. В течение прошедших 20 лет в результате техногенных и природных катастроф погибли более 3 млн человек, еще свыше 800 млн — пострадали /<http://360tv.ru/news/chislo-stihijnyh-bedstvii-katastrof-vozrastet-k-2050-godu-37384/>.

Одна из угроз — астероиды. ЕКА и НАСА отслеживают все опасные астероиды, работают над тем, чтобы избежать столкновения с ними. Цель экспериментов — изменение направления движения астероида. Так, в 2005 году космический аппарат Дип Импакт впервые в истории сбросил на комету Темпеля, имеющую 16 км в ширину, 370-килограммовый медный зонд, который

протаранил ее поверхность, это воздействие изменило орбиту кометы на 10 см.

Миссия Аида (AIDA) имеет схожую цель с Дип Импакт. Она состоит из двух основных компонентов: обсерватории «Миссия Удара Астероида» (AIM), которая разрабатывается ЕКА, и ударного устройства «Двойной Перенаправляющий Астероид эксперимент», разрабатываемый НАСА. AIM будет запущен в сторону околоземного астероида под названием Дидимос (Didymos). Он был выбран потому, что его очень легко достичь с Земли. Его параметры: около 800 м в диаметре, и он также имеет спутник Диди-луну (Didi Moon) диаметром 150 м. Диди-луна будет целевым астероидом, потому что ее легче сдвинуть и легче измерить изменение ее орбиты.

Затем с новой орбиты Диди-Луна сдвинет орбиту двойной системы в целом. При ударе со скоростью 6 км/с Диди-луна получит громадное количество энергии. AIM будет запущен в 2020 году, удар запланирован на 2022-й.

Этот подход не единственный способ, с помощью которого можно отклонить астероид от столкновения с Землей. Данные исследования имеют чрезвычайную важность для сохранения жизни на Земле / <http://spectrum.ieee.org/tech-talk/aerospace/space-flight/esa-and-nasa-will-try-to-smash-an-asteroid-out-of-orbit-in-2022/>.

Землетрясения

Более 13000 человек погибают каждый год во всем мире в результате землетрясений, почти 5 млн получают травмы. Добавьте к этому \$12

млрд в год потерь для мировой экономики. Потому-то ученые работают над предсказанием землетрясений. Сеть спутников, вращающихся вокруг Земли, способна обнаруживать надвигающееся землетрясение путем мониторинга ионосферы нашей планеты. Так, разрушительное землетрясение, обрушившееся на Японию в марте 2011 года, отразилось на высоких слоях атмосферы еще до того, как толчки были зафиксированы на Земле. К таким выводам пришли японские ученые из университета Хоккайдо. Перебои с электрическими заряженными частицами в ионосфере привели к сбоям радиосигналов между глобальной системой позиционирования спутников (GPS) и наземными приемниками, данные которых ученые могут измерить.

Исследователи проанализировали данные около 1000 приемников GPS в Японии. Был обнаружен рост примерно на 8% полного электронного содержания в ионосфере над областью, пострадавшей от землетрясения, за 40 минут до того, как землетрясение началось. Это увеличение было самым сильным над эпицентром и уменьшалось по мере удаления от него. Анализ GPS записей во время землетрясения в Чили в 2010 году (магнитуда 8,8) показал аналогичную картину [/http://www.sciencemag.org/news/2015/12/can-electric-signals-earth-s-atmosphere-predict-earthquakes/](http://www.sciencemag.org/news/2015/12/can-electric-signals-earth-s-atmosphere-predict-earthquakes/).

Компания Terra Seismic (США) использует спутниковые данные для прогнозирования крупных землетрясений в любой точке мира с точностью до 90%. Хотя компания была образована в 2011 году, систему тестировали с 2004 года. Первоначально использовались данные спутниковой связи США, Европы и Азии, а также назем-

ные инструменты, чтобы измерить отклонения в атмосфере в результате выделения энергии и выброса газов, которые обнаруживаются задолго до землетрясения. Генеральный директор Terra Seismic, Олег Елшин утверждает: «Благодаря нашей беспрецедентной спутниковой технологии, во многих случаях мы можем прогнозировать большие (магнитудой 6+) землетрясения за 1-30 дней до того, как они произойдут».

[/http://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2015/04/21/big-data-saving-13000-lives-a-year-by-predicting-earthquakes/#7e86e3e9282c/](http://www.forbes.com/sites/bernardmarr/2015/04/21/big-data-saving-13000-lives-a-year-by-predicting-earthquakes/#7e86e3e9282c/).

Система Поиск (Finder) — спутниковая система, которая обнаруживает людей, заваленных под разрушенными зданиями после землетрясения, анализирует их состояние и дает точные данные о местонахождении и состоянии здоровья, при этом используется тот же тип обработки сигнала, как для определения небольших изменений в движении космических аппаратов. Эти космические технологии спасают человеческие жизни [/http://www.space.com/24274-robot-simian-four-footed-robot-competes-at-darpa-challenge-video.html/](http://www.space.com/24274-robot-simian-four-footed-robot-competes-at-darpa-challenge-video.html/).

Почему люди должны летать в космос?

Сегодня, когда многие из задач, выполняемых на орбите, осуществляются роботами, и когда межпланетные полеты проходят полностью в автоматическом режиме, многие задаются вопросом: зачем посылать людей в космос, рискуя жизнью, если работу можно проделать с помощью автоматической станции? Действительно, спутники и орбитальные станции выполняют множество полезных операций в космосе. Но это только машины, и они нуждаются в обслуживании. Во время работы космического аппарата часто возникают чрезвычайные

ситуации, которые могут быть решены только с помощью человеческих рук и ума.

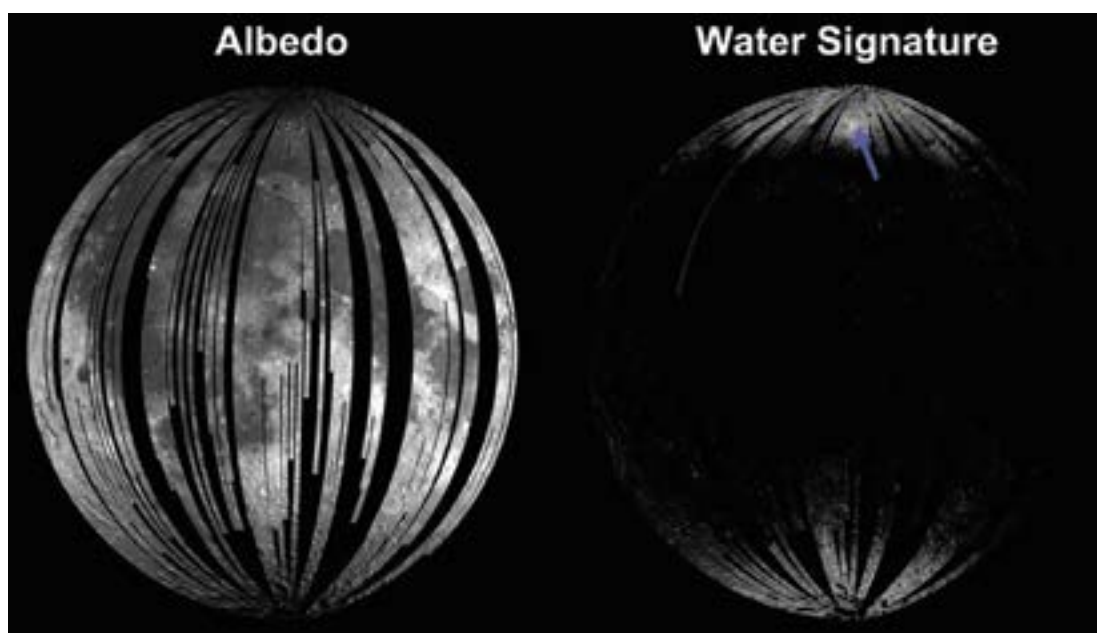
Так, например, произошло с автоматической орбитальной обсерваторией «Хаббл». В течение первой недели после запуска ученые обнаружили дефект в оптической системе из-за ошибок во время установки. Замена зеркала на орбите была невозможной, везти телескоп обратно на Землю для ремонта оказалось слишком дорого и отняло бы много времени. Поэтому было разработано специальное устройство коррекции, установленное людьми — членами первой экспедиции «Обслуживание Хаббла». Обслуживание было выполнено в открытом космосе из космического челнока. В общей сложности были организованы четыре экспедиции по обслуживанию телескопа. Их участники проводили ремонтные работы и модернизацию оборудования на борту.

Впрочем, участие человека необходимо не только для исправления недостатков орбитальных машин. Так, например, исследования (изучение биологических процессов в условиях невесомости, тестирование новых фармацевтических технологий, новых материалов и устройств для использования в космосе и др.), проводимые на МКС, также невозможно выполнить без участия людей.

Преимущества производства за пределами планетарной атмосферы

Дешевая добыча и использование сырья в пределах Солнечной системы. Например, близкие от Земли астероиды, Луна, Марс имеют значительные ресурсы и использование их экономически более выгодно, чем привозить материалы с поверхности Земли.

Некоторые различия между свойствами материалов, полученных в космосе и на Земле:



а) В космосе возможен контроль конвекции в жидкостях или газах и устранение осадений. Кроме того, среда позволяет добиваться улучшенного роста крупных кристаллов и более высокого качества в растворе.

б) Проведение синтеза в вакууме позволяет создавать очень чистые материалы. Осаждение из паровой фазы может быть использовано для получения многослойных материалов без дефектов.

в) Поверхностное натяжение жидкости в условиях микрогравитации формирует идеально круглые шары. Возможно получение сфер идеально одинаковых размеров.

д) В космосе доступны сверхвысокие и сверхнизкие температуры. Солнечный свет может дать достаточное количество тепла, чтобы расплавить материалы, в то время как объекты в тени подвергаются температурам, близким к абсолютному нулю. Температурный градиент может быть использован для получения прочных стекловидных материалов.

Внеземные источники минералов

Разработка месторождений на кометах, астероидах, Луне и

Марсе оказывается гораздо дешевле перевозок грузов с Земли на Луну или Марс. Это сырье может быть использовано при разработке космических конструкций и в производстве ракетного топлива, которые будут необходимы для изучения и колонизации Солнечной системы в XXI веке.

Подсчитано, что стоимость минералов, находящихся в поясе астероидов между орбитами Марса и Юпитера, эквивалентна \$100 млрд для каждого человека на Земле /Lewis, John S. Mining the Sky: Untold Riches from the Asteroid, Comets, and Planets. Addison-Wesley, 1996/. Астероиды, Луна, Марс богаты минеральным сырьем (есть минералы, содержащие железо, титан, кремний, кислород, магний, марганец, кальций и алюминий), необходимым для построения металлоконструкций /G.Xanthopoulou. Development of new processes for in-situ resource utilization (ISRU) on Moon and Mars, Space research & Technologies, N1, 2013, p.24-40/, кометы богаты льдом и углеродными веществами, необходимыми для поддержания жизни. Из льда комет могут быть получены водород и кис-

лород — основные элементы ракетного топлива. Вполне вероятно, что в нашем столетии, когда мы начали колонизацию Солнечной системы, кометы станут «заправочными станциями» для межпланетных космических кораблей.

На астероидах есть железо, никель, золото, платина, палладий. Высокие концентрации металлов платиновой группы были выявлены в околоземных астероидах, известных как LL хондриты. Предполагается, что внеземные источники металлов платиновой группы станут доступны на мировом рынке в XXI веке /Anstett, T.F., Bleiwas, D.I., and Sheng-Fogg, C., (1982), Platinum Availability — Market Economy Countries: A Minerals Availability System Appraisal, U.S. Bureau of Mines Information Circular 8897, United States Department of the Interior, Washington, D.C., 16p./.

Выживание человечества на других планетах в будущем в решающей степени будет зависеть от наличия источников воды. Вода (в виде льда) есть и вне Солнечной системы на спутниках /Clark and McCord, 1980; Clark et al., 1984/, в Поясе Койпера (область Солнечной

системы от орбиты Нептуна (30 а. е. от Солнца) до расстояния около 55 а. е. от Солнца) / Brown et al., 1997/, на кометах / Bregman et al., 1988; Brooke et al., 1989/, на некоторых астероидах /Lebofsky, 1978; Feierberg et al., 1981, A. S. Rivkin, E. S. Howell, F. Vilas, L. A. Lebofsky, 2003/ и на планетах в виде паров /Larson et al., 1975; Encrenaz et al., 1999/. На Марсе и Луне вода найдена в связанном состоянии в минералах, а также полярных шапках /Sinton, 1967; Blaney, 1991; Bell and Crisp, 1991, S. Maurice, W. C. Feldman, D. J. Lawrence, O. Gasnault, R. C. Elphic, and S. Chevrel, Lunar and Planetary Science XXXIV (2003)/.

Минералы реголита Луны и Марса могут быть использованы для производства различных материалов, таких как литой базальт, стекло и стекловолокно, цемент, кислород, кремний, кирпич, металлы, сплавы, керамические материалы /G. Xanthopoulos. Development of new processes for in-situ resource utilization (ISRU) on Moon and Mars, Space research & Technologies, N1, 2013, p.24-40/.

Ракета с термоядерным ракетным двигателем может сократить полет на Марс до месяца.

По расчетам НАСА, полет на Марс займет от года до трех лет туда и обратно, в зависимости от скорости корабля. Но появилась технология, которая может сократить время в пути в одну сторону от 30 до 90 дней /http://www.theregister.co.uk/2013/04/10/nasa_fusion_engine_fast_mars_trip/.

При снижении длительности полета астронавты могут избежать потерь мышечной и костной массы, а также потенциального риска рака, связанных с воздействием космических лучей.

Термоядерный ракетный двигатель (ТЯРД) — перспек-

тивный двигатель для космических полетов, в котором для создания тяги предполагается использовать истечение продуктов управляемой термоядерной реакции или рабочего тела, нагретого за счет энергии термоядерной реакции.

Устройство ТЯРД выглядит следующим образом: основной частью двигателя является реактор, в котором происходит управляемая реакция термоядерного синтеза (нейтроны вызывают реакцию деления урана или тория, при этом полученной энергии достаточно для получения тепловой термоядерной плазмы). Реактор представляет собой полую «камеру» цилиндрической формы, открытую с одной стороны, установку термоядерного синтеза по схеме «открытая ловушка».

В настоящее время наиболее перспективной считается схема т. н. «амбиполярного удержания» или «магнитных зеркал». Генераторы магнитных полей (магнитные катушки той или иной конструкции), окружающие активную зону, создают в камере реактора поля большой напряженности и сложной конфигурации, которые удерживают высокотемпературную термоядерную плазму от соприкосновения с конструкцией реактора и стабилизируют происходящие в ней процессы. Зона термоядерного «горения» (плазменный факел) формируется по продольной оси реактора. Полученная плазма, направляемая магнитными управляющими системами, истекает из реактора через сопло, создавая реактивную тягу.

Этот тип концепции может обеспечить эффективность двигателей относительно небольшого размера и обеспечить радикальное улучшение нашей способности исследовать объекты Солнечной системы и

за ее пределами /Rob Adams, NASA Marshall Space Flight Center, proposal to NASA 2013 for NIAC, Pulsed Fission-Fusion (PuFF) Propulsion System <http://www.nasa.gov/content/pulsed-fission-fusion-puff-propulsion-system/#.UtkXMtK1ZcR/>.

Такие исследования финансируются НАСА в рамках Программ инновационных передовых концепций (NASA Innovative Advanced Concepts (NIAC) Program), развивающих идеи, которые могли бы трансформировать будущие миссии НАСА с радикально новым подходом /<http://www.nasa.gov/directorates/spacetech/niac/index.html#.UtkVLtK1ZcQ/>.

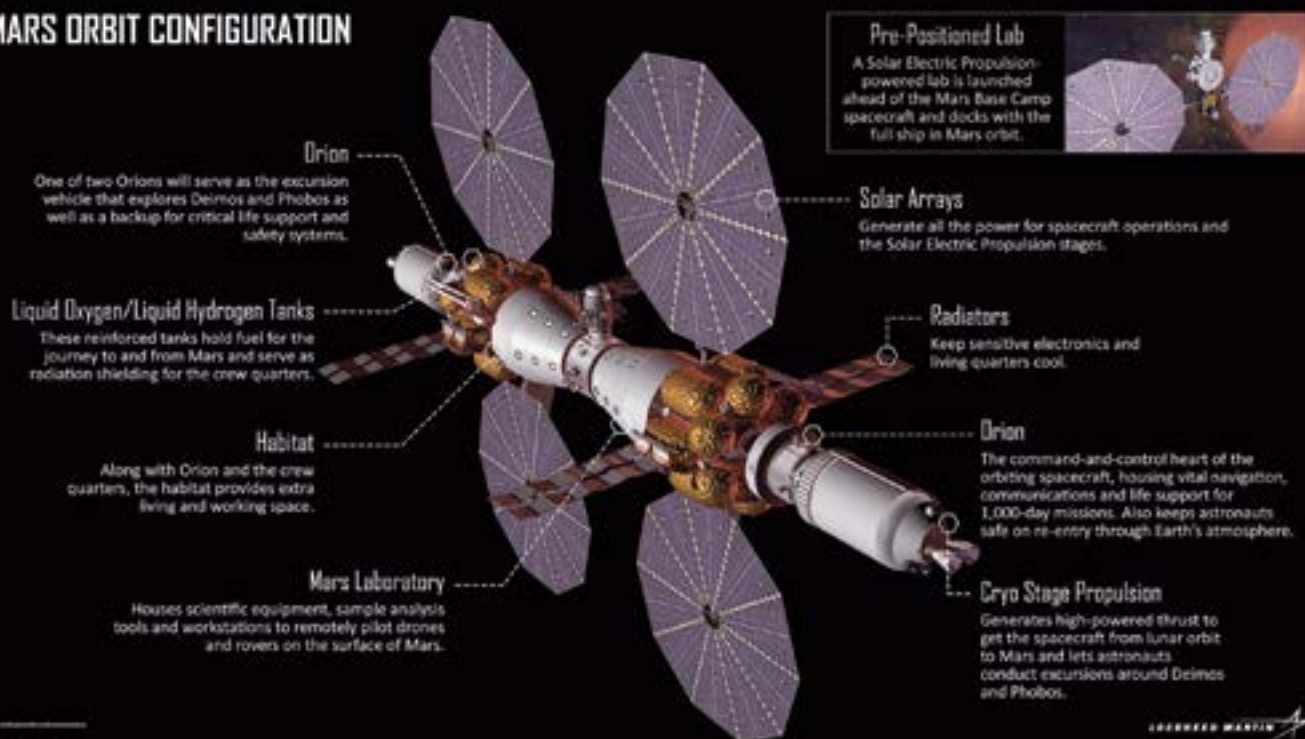
В настоящее время ведутся теоретические разработки таких видов двигателей. Существуют серьезные теоретические и инженерные предпосылки для осуществления такого типа двигателя в обозримом будущем. Исходя из расчетных характеристик, термоядерные ракетные двигатели смогут обеспечить создание скоростного и эффективного межпланетного транспорта для освоения Солнечной системы. Однако реальные образцы ТЯРД пока не созданы.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Исследования космоса во многих странах в некоторой степени отошли на задний план из-за мирового финансового кризиса, что привело к крупным сокращениям финансирования. Однако, давайте продолжим смотреть на звезды, ведь научные знания бесценны, а расходы на освоение космоса на самом деле не очень высоки. Богатства космоса (минеральное сырье и энергия) достижимы, но это наукоемкие и длительные исследования, которые должны продолжаться интенсивно во имя будущего всего человечества. ■

Полеты в дальний космос становятся реальностью

MARS ORBIT CONFIGURATION



В последние годы были представлены ряд схем и вариантов пилотируемых полетов за пределы земной орбиты, в том числе к Марсу. Известная презентация NASA продемонстрировала масштаб проекта. Его реализация была отнесена на 2030 год. Видимо, это было связано с серьезными технологическими и финансовыми трудностями предлагаемой экспедиции. Для отработки будущего полета к планете Марс, еще в 2012 году предложена специальная предварительная программа NASA

под названием ARM (Asteroid Redirect Mission) стоимостью в 2.6 млрд долларов. Она включает в себя захват мини-астероида и вывод его на стационарную орбиту вокруг Луны с помощью беспилотного космического аппарата с ионным двигателем, а затем высадку астронавтов на этот астероид до 2025 года.

С 2013 года NASA ведет разработку сверхтяжелого носителя SLS. Ракета SLS будет иметь длину больше 100 метров и массу около 3000 тонн, при 130 тоннах полезной нагрузки. Ее первые испытания заплани-

рованы на 2017 год, а первый тестовый полет — на 2018 год. Именно на этой ракете США планируют в 2030-х годах запустить в космос многоразовый космический корабль «Орион» с астронавтами на Марс.

8 октября 2015 года НАСА опубликовала новый план подготовки к полету на Марс под названием «Путешествие НАСА на Марс: готовя следующие шаги в освоении космоса» («NASA's Journey to Mars: Pioneering Next Steps in Space Exploration»). В новом плане осталось много от предыду-

щего Evolvable Mars Campaign (опубликованного в апреле 2015) в плане подхода к самому перелету на Марс. К планете планируется лететь после создания запаса топлива на марсианской орбите (заранее доставленными туда тягачами на ионных двигателях) через ретроградную орбиту Луны (где будут ждать заправленные добытым на Луне топливом танкеры). Делается большой упор на использование местных ресурсов и с Марса.

Роскосмос намерен осуществить пилотируемый полет на Марс в первой половине 21-го века. В институте медико-биологических проблем, в наземном экспериментальном комплексе проводилась имитация марсианского полета под названием «Марс-500».

В начале 2010 года было объявлено о начале разработки ядерной энергодвигательной установки мегаваттного класса для будущего поколения ракетной техники. В 2012 году был разработан эскизный проект установки, а к 2018 году — транспортный модуль, который использовал бы ее. Создание ядерной энергодвигательной установки поручено Росатому, а разработкой двигателей, турбокомпрессоров и генераторов будут заниматься предприятия Роскосмоса. Весь проект до 2018 года оценивается в 17 миллиардов рублей. Двигатели такого типа будут иметь удельный импульс до 20 раз больший, чем у нынешних химических двигателей, что должно существенно сократить время полета к Марсу.

«Программу строительства базы на Луне и полет оттуда к Марсу с помощью сверхтяжелых ракет, запускаемых с нового космодрома Восточный, осуществит подрастающее поколение», — заявил советник начальника Центра подготовки космонавтов Василий Циблиев.



«На космодроме Восточный один из стартовых комплексов будет построен для запусков сверхтяжелой ракеты-носителя. Именно на ней в будущем предстоит выводить модули и грузы для лунной базы. И мы прекрасно понимаем, что лететь, например, к Марсу на существующих двигателях слишком долго. Поэтому, скорее всего, сначала будет поселение на Луне, где и планируется собирать марсианский корабль. На спутнике Земли в шесть раз меньше тяготение, поэтому и топлива

для вывода на марсианскую орбиту этого корабля потребуется меньше. Проект очень интересный, и дети, которые сейчас подрастают, — это то поколение, которое будет его реализовывать», — сказал Циблиев.

Есть предложения и частных компаний.

Mars One — частный проект (под руководством Баса Лансдорпа), предполагающий полет на Марс с последующим основанием колонии на его поверхности и трансляций всего происходящего по телевиде-



нию. Проект поддерживает лауреат Нобелевской премии по физике за 1999 год Герард Хооф.

Inspiration Mars Foundation — американская некоммерческая организация (фонд), основанная Деннисом Тито, планирующая отправить в январе 2018 года пилотируемую экспеди-

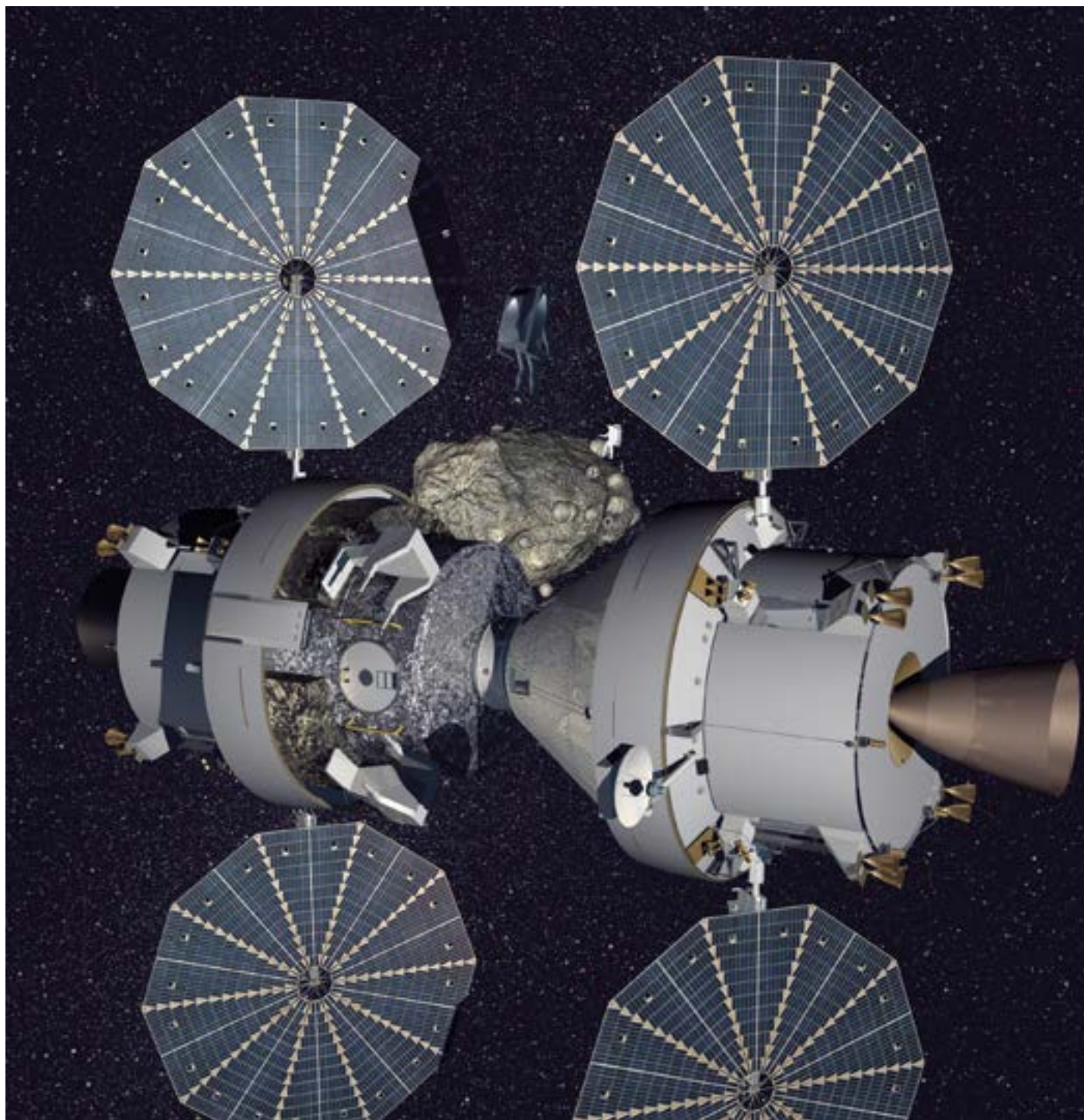
цию для облета Марса. Организация планирует использовать преимущество пускового окна для запуска в январе 2018 года экспедиции облета Марса с возвращением на Землю. Фонд считает, что исследование космического пространства служит катализатором роста, национального процветания, знаний и глобального лидерства. Используя преимущество уникальной возможности, Inspiration Mars Foundation собирается оживить образовательный интерес к науке, технике, инженерному делу и математике.

Все эти проекты носят либо крайне затратный характер, либо авантюрный. Они также связаны с созданием образцов техники и освоением технологии, которые на сегодня находятся в самом начале разработки. Организация пилотируемой экспедиции на Марс с высадкой на его поверхность это задача, находящаяся на грани реализуемости для существующей космической техники. Для возвращения на орбиту Марса космонавтов предварительно придется доставить взлетную ступень мощностью с ракеты «Союз-2». Более рациональным видится продолжение изучения Марса при помощи автоматических зондов и марсоходов.

Однако появляются и альтернативные предложения. Еще в начале 70-х годов прошлого века на излете программы Apollo рассматривался вариант экспедиции к астероиду продолжительностью 8 месяцев. Был задействован потенциал сверхтяжелого носителя «Сатурн-5» и опыт долговременных полетов на станции «Скайлэб». Разработчик «Ориона» компания Локхид Мартин предложила несколько лет назад очень оригинальную схему полета к объектам дальнего космоса.

Пилотируемый комплекс собирается из двух состыкованных кораблей «Орион». Около Земли пилотируемый и беспилотный «Орионы» должны состыковаться нос к носу, после чего разгонный блок переведет комплекс на траекторию полета к астероиду. По прибытии на место у экипажа в распоряжении окажутся два космических корабля, оснащенных двигателями и всеми необходимыми средствами для выполнения программы полета. Общая масса комплекса составила бы 50 тонн. По плану, пребывание комплекса из двух «Орионов» около астероида должно продолжаться пять дней, при необходимости срок можно будет расширить недель до двух. Всего предполагалось добыть до 100 килограммов образцов грунта астероида. После обратного полета состыкованных «Орионов» к Земле они должны разъединиться, и экипаж спустится на родную планету в конической капсуле корабля. На всю экспедицию в целом ушло бы всего шесть месяцев — обычный срок вахты на МКС. Нетрудно увидеть в этом проекте отголоски опыта миссии Apollo-13, когда в условиях серьезной аварии, были использованы ресурсы лунного модуля и происшествие не стало катастрофой.

На основе этой инициативной разработки компания Локхид Мартин обнародовала новую космическую программу под названием Mars Base Camp, которая подразумевает отправку к Марсу космической исследовательской лаборатории, на которой будут жить и работать шестеро астронавтов. Аппарат выйдет на орбиту Красной планеты спустя 10-11 месяцев, после чего команда начнет научные исследования Марса, а также осуществит высадки на спутники — Фобос и Деймос. В рамках программы также планируется десантиро-



вать на поверхность планеты несколько новых марсоходов и дронов, которыми операторы впервые смогут управлять в реальном времени. Возможно, параллельно с пилотируемой экспедицией к Марсу будет отправлен зонд для доставки грунта на марсианскую орби-

ту. Наличие экспедиционного комплекса вблизи Красной планеты обеспечит доставку его на Землю. «Мы думаем, что выход на марсианскую орбиту — это обязательный и необходимый шаг, прежде чем человек впервые ступит на эту планету. Мы полагаем, что

доставка ученых и исследовательской лаборатории непосредственно к Марсу позволит нам всего за несколько месяцев узнать об этой планете больше, чем мы узнали о ней до этого за 40 последних лет», — заявил Тони Антонелли, руководитель отдела космических ис-



следований Локхид Мартин и бывший астронавт NASA.

Космическая база будет построена на основе существующих и проверенных временем технологий. Она будет состоять из жилого отсека, исследовательской лаборатории, двух транспортных кораблей «Орион», четырех массивных солнечных панелей, раскладывающихся радиаторов для отвода тепла, а также из разгонных блоков с криогенным топливом, которое понадобится астронавтам для того, чтобы добраться до Марса, выполнить поставленную задачу, а затем вернуться обратно.

Транспортный корабль «Орион» впервые отправили в космос 5 декабря 2014 года. Сле-

дующие беспилотные испытания, включающие облет Луны, запланированы на 2018 год. В миссии Локхид Мартин корабль «Орион» будет выступать в качестве ядра космической базы и центром коммуникаций с Землей. Запасной корабль «Орион» в составе базы играет роль подстраховки, если вдруг что-то пойдет не так и команде необходимо будет эвакуироваться. Между двумя кораблями «Орион» будут располагаться жилой отсек и лаборатория. Местом сборки комплекса планируется орбита Луны.

Специалисты оценивают проект как вполне реалистичный. Такой комплекс сможет летать к Луне, в точки Лагранжа, повстречаться с пролетаю-

щими астероидами и кометами, посетить окрестности Марса и Венеры. Сборка из двух Орионов, двух разгонных блоков, жилого и лабораторного модулей собирается на орбите с помощью сверхтяжелой ракеты SLS. И все это без использования сложного и небезопасного ядерного мегаваттного ускорителя. Все силовые установки на водороде и кислороде, электроэнергия — от солнечных батарей. Недавно Илон Маск сообщил о планах отправить версию корабля Dragon к Марсу. Возможно, эти проекты будут скооперированы. Ждать осталось недолго. Есть вероятность, что полеты в дальний космос в обозримом будущем все-таки состоятся. ■

Launchers

Приложение к журналу «Космические исследования и технологии»

**КОСМОДРОМЫ
И НОСИТЕЛИ**



**Казахстан принимает Байконур
«Ангара»: возможны варианты
«Зенит» не уйдет с космодрома
SpaceX открывает новую эру**

Космический порт на казахстанской земле



Космодром Байконур — крупнейший объект космической инфраструктуры — сегодня переживает непростые времена. С 1994 года он находится в аренде Российской Федерации, на нем проводится пусковая деятельность, реализуются федеральные и международные программы. На протяжении ряда лет Байконур сохраняет лидирующее место в мире по числу пусков: в частности, в 2015 году отсюда за год было запущено 18 ракет-носителей (второе место занимает космодром Мыс Канаверал (США) с 17 пусками за год, на третьем — Гвианский космический центр (космодром Европейского космического агентства с 12 пусками за год). Эксплуатация космодрома стоит около 5 млрд рублей в год (стоимость аренды комплекса «Байконур» составляет 115 млн долларов — около 7,4 млрд рублей в год; еще около 1,5 млрд рублей в год Россия тратит на поддержание объектов космодрома), что состав-

ляет 4,2 % от общего бюджета Роскосмоса на 2012 год.

Несмотря на позитивные результаты, есть целый ряд нерешенных вопросов. Один из них — это продолжение эксплуатации ракет-носителей на токсичных компонентах — амиле и гептиле. Так и не сдвинувшийся с мертвой точки совместный проект «Байтерек» не обеспечил условий для смены поколений ракет, новый носитель на космодроме не появился.

Механизм взаимодействия

Различные вопросы двустороннего взаимодействия по комплексу «Байконур» урегулированы в целом ряде международных договоров межгосударственного, межправительственного и межведомственного уровней. Тем не менее, ряд соглашений уже не соответствуют современным реалиям, в том числе по стратегическим вопросам развития и совместного использования космодрома Байконур, использования объектов и имущества

комплекса «Байконур», соблюдения конституционных прав граждан, проживающих в городе Байконур. Для решения этих проблем создана и функционирует Казахстанско-Российская Межправительственная комиссия (МПК) по комплексу «Байконур», под руководством заместителей глав правительств двух стран.

В Договоре между Республикой Казахстан и Российской Федерацией о добрососедстве и союзничестве в XXI веке от 11 ноября 2013 года говорится, что Стороны развивают стратегическое партнерство в деле совместного использования комплекса «Байконур», содействуют повышению степени взаимной вовлеченности в модернизацию инфраструктуры космодрома с учетом новых технологий и соображений экологической безопасности, вкладываются в реализацию совместных космических проектов, в том числе по оказанию пусковых услуг. На заседании Казахстанско-Российской межправительственной комиссии состоявшемся 28 марта 2013 года было принято решение продолжить работу над проектом нового соглашения на базе разрабатываемой Дорожной карты по совместному использованию комплекса «Байконур».

В настоящее время реализуется Дорожная карта по совместному использованию комплекса «Байконур» на 2014–2016 годы, утвержденная сопредседателями Казахстанско-Российской МПК, в которой предусмотрены мероприятия по развитию космодрома и города Байконур, а также по совершенствованию договорно-правовой базы по комплексу «Байконур».

Меняющаяся ситуация

В связи со строительством Российской Федерацией нового космодрома «Восточный»



и постепенным переводом большей части пусков с космодрома «Байконур» на российскую территорию будет происходить существенное снижение загрузки космодрома уже в ближайшие годы. В соответствии с Федеральной космической программой России пуски РН «Протон-М» планируется осуществлять до 2025 года, РН «Союз» — до 2024 года, а РН «Зенит» — до 2017 года. Таким образом, перспективы функционирования космодрома после 2025 года неясны. Казахстан, имеющий на своей территории «Байконур» и активно развивающий свою космическую программу, заинтересован в сохранении и развитии комплекса путем реализации долгосрочного перспективного проекта по созданию и эксплуатации космического ракетного комплекса на основе международного сотрудничества.

Возникает и ряд других обстоятельств. За более чем 20-летний срок аренды космо-

дрома произошли существенные изменения в вопросах использования ряда его объектов и имущества, в том числе в отношении их сохранения и обновления. С учетом изменяющихся потребностей космической программы России стали неэксплуатируемыми и перестали эксплуатироваться и поддерживаться в пригодном состоянии многие объекты космодрома. В настоящее время российской стороной не используется более половины объектов и имущества космодрома и их количество скорее всего будет возрастать. Более 1700 неиспользуемых объектов предложено к выводу из аренды. У большинства из этих объектов не истекли нормативные сроки эксплуатации, их утилизация потребует значительных средств.

Проблемы города

Численность населения города Байконур составляет 73 тыс. человек: 60,5% — граждане Казахстана, 36% — граждане России. Ключевые во-



просы развития города — это трудоустройство, обеспечение жильем, развитие предпринимательства, поддержание и развитие инфраструктуры. Двойное налогообложение, наличие режима, нахождение объектов в государственной собственности сдерживает развитие предпринимательства. Предприятия Роскосмоса и администрации города обеспечивают работой свыше 30 тыс. человек, из которых 16 тыс. — граждане РК. Проводимая оптимизация структуры космической отрасли РФ усилит давление в вопросе обеспечения работой жителей города. В 2015 году российские предприятия сократили больше 400 работников с казахстанским гражданством. Местным властям удалось трудоустроить всего 75 человек. В этой связи казахстанским чиновникам пришлось разработать специальную программу по поддержке сограждан. Первая волна сокращений на Байконуре началась еще в 2014 году. Тогда под нее попали специалисты центральной медико-санитарной части № 1. Сразу 163 человека. Из них только

двое — граждане Российской Федерации, остальные — казахстанцы. С начала 2015 года в больнице сократили еще 219 граждан нашей страны.

Говорит Серик Кожаниязов, специальный представитель президента РК на комплексе «Байконур»: «У России есть сложности, у них есть сокращения, при этом они не могут создать новые рабочие места. Мы не можем, у нас нет юрисдикции, у нас нет земли, чтобы там создавать производство, открывать, обеспечивать. Даже то, что у нас трасса проходит, но вокруг трассы не можем объекты придорожного сервиса строить, потому что земля вся находится в аренде «Роскосмоса». Сейчас стороны достигли соглашения о том, что 11 600 га выводятся из аренды, и на этих землях будут в том числе — создавать производства для трудоустройства высвободившихся рабочих.

Руководитель Кызылординской области Крымбек Кушербаев заявил: «Мы договорились с главой администрации Байконура, что казахстанская сторона открывает новые рабочие места, тем са-

мым обеспечивает своих земляков работой. А российская сторона оставляет за ними их квартиры. В городе много пустующих, неэксплуатируемых объектов. Хотим тоже их взять, реанимировать и открыть новые рабочие места для байконурцев. Мы отдали в аренду город, космодром, но свой народ в аренду не отдавали. Поэтому никогда не стоит забывать, что целиком и полностью мы несем ответственность за социальное положение жителей Байконура, Торетама и Акая.

Недавно в Байконуре было трудоустроено более 300 казахстанцев. В основном в школах, детских садах и поликлиниках соседних поселков Торетам и Акай. Скоро заработает филиал областного медцентра, где появится еще около 300 рабочих мест. Кроме этого, выделено 300 млн тенге для микрокредитования байконурцев, чтобы они развивали свой бизнес».

Казахстанская сторона намерена участвовать в развитии города путем создания за свой счет жилых, производственных и иных инфраструктурных объектов. Однако необходимо решение ряда организационных вопросов, связанных с арендными отношениями, юрисдикцией РФ, режимностью объектов. Город нуждается в финансировании для поддержания на должном уровне систем жизнеобеспечения. За последние три года в городе Байконур увеличивается дефицит бюджета, который в 2013 году составил 3,8 млн руб., в 2014 году — 50,4 млн руб., а в 2015 — 118 млн руб. В связи с отсутствием необходимых средств не завершена газификация города, хотя казахстанской стороной в 2015 году выполнены работы по подведению природного газа в Байконур.

Для стабильного функционирования российской и казахстанской сторонам необходимо обеспечить надежную работу всех объектов жизнеобеспечения, а также развитие города путем создания новых социальных, жилых и производственных объектов, создания благоприятной среды для привлечения инвестиций и роста бизнеса.

Наши российские коллеги в Центре эксплуатации наземной космической инфраструктуры Роскосмоса также будут реализовывать перспективные планы. «Мы готовим программу стратегических преобразований Байконура», — сказала его глава Рано Джураева.

«Сейчас мы анализируем работу космодрома, прогнозируем его жизнь на ближайшие 10 лет. Программа будет готова к концу этого года. Вопрос не стоит о массовых увольнениях, речь скорее о повышении производительности труда. Сейчас на Байконуре у нас работают порядка 8 тыс. человек. Из них 4 тыс. заняты операционной деятельностью, остальные — это обеспечивающий персонал: охрана, транспортники и т.д.

Вот нам предстоит понять, нужно ли такое количество обеспечивающего персонала, могут ли они работать более эффективно. На будущий год такая же работа по оценке эффективности будет произведена во всех наших производственных филиалах. Следующий год будет для нас очень важным с точки зрения конкретных шагов. А в 2017 году мы планируем подготовить компанию к акционированию. Мы недавно завершили работу по техническому аудиту всего технологического оборудования, которое используется на Байконуре. По результатам аудита были сформированы перечни работ. Прежде всего



они направлены на поддержание готовности пусковых установок. В транспортную инфраструктуру также предусмотрены определенные инвестиции — это поможет снизить затраты.

Сейчас завершается первый этап реконструкции аэропорта Крайний на Байконуре, в 2016 и 2017 годах намечены еще два этапа, в результате проект будет завершен. Потом там предусмотрен целый ряд работ по обеспечению охраны и повышению уровня антитеррористической защиты. Что касается развития туризма, то мы сами вкладывать средства в гостиницы не планируем. На Байконуре есть четыре гостиницы, в принципе этого достаточно. Есть возможность для развития еще двух, но это точно будет не за наш счет. Скорее всего, будем привлекать инвесторов. Это могут быть гостиничные сети или казахстанские инвесторы».

Свое мнение о необходимости взаимодействия на Байконуре высказал и глава региона Крымбек Кушербаев: «Тут надо понимать одну вещь, мы не можем допускать по-

пулизма в решении таких вопросов. Если бы Россия тогда не взяла в аренду космодром Байконур, там была бы сегодня пустыня. У Казахстана тогда не было денег на содержание космодрома, зарплату, пенсии, стипендии... Вы забыли о том, что было 20 лет назад, что происходило?! Сейчас идет непростая работа по составлению «Дорожной карты» по развитию Байконура, и там оговаривается внесение изменений и дополнений во все соглашения, в которых, как мы считаем, ущемляются права Казахстана. Поэтому говорить, что надо отказаться от договора, не стоит, а надо вносить изменения и дополнения, которые защищают интересы РК».

Сегодня остро стоит вопрос об интеграции комплекса Байконур в экономику страны и региона. Космодром не может быть изолированным анклавом, его связи и жизнедеятельность будут укрепляться при опоре на территорию, страну.

Казахстан берет на себя ответственность за его сегодняшнюю деятельность и будущее, как мы все надеемся, процветание. ■

Ракетный «хаб» на Байконуре



Дмитрий ВОРОНЦОВ,

независимый эксперт в области ракетно-космической техники,
Россия



За последние годы журнал неоднократно обращался к теме национальных средств выведения Казахстана. По понятным объективным причинам, такой проект может быть реализован лишь в международной кооперации. Получается что-то вро-

де «национально-интернациональной» ракеты-носителя!

Наряду с проектом «Байтерек» мы несколько раз рассматривали возможность создания международного коммерческого носителя для использования с космодрома Байконур. В 2012 году в качестве такового был предложен «Зенит», оснащенный криогенным разгонным блоком. Годом позднее за основу был взят американский носитель Antares. В прошлом году анализировалась возможность использования в «Байтереке» РН «Союз-2» с новым экологически чистым разгонным блоком. Также рассматривался вариант модульного носителя с двигателями НК-33.

Как известно, в соответствии с последними российско-казахстанскими договоренностями, в качестве основы обновленного проекта комплекса «Байтерек» вновь выбрана «Ангара». Что проекту не сулит ничего хорошего. Надо вообще признать, что попытка построения на Байконуре с нуля нового стартового комплекса, тем более под несерийный носитель, обречена если не на провал, то на неоправданно длительную и дорогую реализацию. Причин здесь множество: от «национальных особенностей» проектирования и освоения финансов до банальной нехватки ресурсов.

Для того, чтобы понять эту нехитрую истину, достаточно посмотреть, как долго и мучительно строился СК в Плесецке. Или сравнить темпы строительства СК «Союз-2» в Восточном в 2011-2015 гг. и СК для ракеты Р-7 на Байконуре в 1954-57 гг. И дело здесь не только в банальном «распиле» бюджетных средств, сколько в объективной реальности. «Проклятые девяностые» нанесли тяжелый удар по кадровому ресурсу постсоветской ракетно-космической отрасли (в любой стране СНГ, не только в России). Воздействие на индустрию было примерно таким же, как запрет для Германии и Японии на разработку военных самолетов. Всего 15-20 лет запрета — и ни та, ни другая страна длительное время не способны полностью самостоятельно разрабатывать и серийно выпускать военные самолеты даже класса истребителей.

Нечто похожее произошло и в России, и на Украине. Удар по высокотехнологичным отраслям, которые прекратили финансировать «за ненужностью», привел к вымыванию из отрасли среднего кадрового звена, т.е. высококвалифицированных инженеров, уже имевших опыт реальных разработок. Выпало связующее звено между многоопытными ветеранами и молодыми спе-

циалистами. Отсутствие реальных стимулов для работы в отрасли привели к тому, что значительную часть работников КБ и заводов составляли ветераны предпенсионного возраста и неопытные молодые специалисты. Последние зачастую шли в ракетостроение чтобы «откосить» от армии или переждать трудные времена в поисках более высокооплачиваемой работы.

Вызванная данными обстоятельствами высокая текучка кадров вовсе не способствовала стабильному качеству и сокращению сроков разработки. Есть сильное подозрение, что проектировать «Ангарту» начали одни люди, а завершили — совсем другие. Остается удивляться, как в это время российская ракетно-космическая отрасль ухитрилась запустить в производство несколько новых изделий: разгонные блоки «Бриз-К» «Бриз-М», «Фрегат», а также разработать новые РН «Ангара» и «Союз-2.1в».

Таким образом, минусы создания комплекса «Байтерек» с нуля — очевидны. А то, что стартовый комплекс «Байтерека» под «Ангарту» придется создавать с нуля не вызывает никаких сомнений. Любая попытка реконструкции СК «Зенит» или «Протон» приведет примерно к тем же последствиям, что и переделка под «Ангарту» стартового комплекса «Зенита» в Плесецке. Единственное, на чем можно сэкономить — это технический комплекс (ТК), который с разной степенью модернизации можно взять от уже эксплуатируемых изделий.

С другой стороны, использование в проекте «Байтерек» наземной инфраструктуры и летной матчасти комплекса «Союз-2» позволит получить максимальную эффективность проекта лишь в части запусков низкоорбитальных космических аппаратов научного

и прикладного назначения. Между тем, состояние рынка коммерческих космических запусков далеко от стабильного.

Фактический уход с рынка консорциума Sea Launch, аварии «Протона» и Falcon 9 вызывают определенную тревогу операторов, эксплуатирующих геостационарные спутниковые группировки (а этот сегмент рынка наиболее «денежный»). Некоторые из них прямо заявляют, что рынок, поделенный между двумя провайдерами (сейчас это Arianespace и SpaceX), не является устойчивым. По их мнению, на рынке должны работать, как минимум, три поставщика пусковых услуг. В свое время, когда Sea Launch заявил о своем банкротстве, а Falcon 9 еще не вышел на рынок, желаемое число игроков на пусковом рынке определялось как три или четыре. Компания ILS, продвигающая на рынок «Протон», может войти в тройку лидеров только в случае решения проблем с качеством ракеты-носителя. Конечно, есть еще Индия, Китай и Япония. Но их носители по разным причинам пока погоды не делают.

Вывод прост — есть одно вакантное место на рынке коммерческих запусков геостационарных телекоммуникационных запусков. Но занять его надо быстро. Для этого нужен носитель, адекватный по цене и надежности. Пока на эту роль лучше всего подходит «Зенит» или подобная ему ракета. Очевидно, этот вывод требует некоторых обоснований. Попробуем их дать.

С точки зрения энергетики, «Зенит», оснащаемый различными разгонными блоками, является примером достаточно гибкой транспортной системы. Во-первых, с блоком класса ДМ он обеспечивает выведение на геопереходные орбиты (ГПО) легких и средних



спутников с жидкостными ракетными двигательными установками, а также «полностью электрических» космических аппаратов. К последним относятся спутники, оснащенные электроракетными двигательными установками (ЭРДУ), которые потребляют малое



количество рабочего тела. Их стартовая масса близка к легким и средним аппаратам, тогда как полезная нагрузка примерно такая же, как у тяжелых.

Во-вторых, как было показано в публикации 2012 года (см. №1, 2012 г.), оснащение «Зенита» кислородно-водородным разгонным блоком, превращает его в носитель тяжелого класса, способный доставить на ГПО один тяжелый (массой свыше 6 с лишним тонн) или два легких спутника. Заметим, что эта гибкость обеспечивается без использования модульной структуры ракеты.

Самые большие возражения против «Зенита» сейчас носят политический и экономический характер. Политическую составляющую мы рассматривать не будем — она общеизвестна. Экономические

возражения сводятся к тому, что завод «Южмаш» — изготовитель РН «Зенит» — не способен в нынешнем своем состоянии оплачивать российские комплектующие. В первую очередь, двигатели РД-171М — «сердце» ракеты.

Итак, что мы имеем в промежуточном итоге? Потребность в еще одном игроке на рынке есть. Производственные мощности есть. Нет денег у производителя — нет ракеты. Нет ракеты — нет заказов. Но этот порочный круг в принципе можно разорвать. Для этого надо вырваться из схемы «отстаивание позиций» и перейти к более прагматичной — «отстаивание интересов». В чем они состоят?

Интерес России в целом, и РКК «Энергия» вместе с НПО «Энергомаш» в частности: со-

хранение серийного производства двигателя РД-171М, как единственного доступного двигателя, на базе которого можно относительно просто создать сверхтяжелый носитель. В этот же интерес вписывается и сохранение производства РН «Зенит» в целом, поскольку его блок первой ступени — почти готовый модуль «супертяжа».

Интерес Украины, «Южмаша» и КБ «Южное» — заработать деньги и сохранить рабочие места. Интерес компании «Международные космические услуги» — конкурентоспособный серийный носитель, с помощью которого компания сможет зарабатывать деньги.

Интерес Казахстана — сохранение космодрома Байконур и получение доступного средства выведения как осно-



вы статуса космической державы. Ну, и деньги, конечно же, которые можно заработать на пусковом рынке.

Совместить эти интересы можно созданием своеобразного «ракетного хаба» на базе Байконура. Сейчас не так уж и важно, в каких организационных формах он будет существовать. Главное, определить функционал. А он достаточно прост: закупать компоненты «Зенита» у изготовителей и интегрировать их в ракету-носитель на космодроме Байконур. У «Южмаша» нет денег на закупку РД-171М? Неважно — движки у НПО «Энергомаш» будет закупать «хаб», а «Южмаш» будет поставлять на космодром комплектный блок второй ступени и основную конструкцию (без двигателя) блока первой ступени. Поставщиком головно-

го обтекателя может быть как «Южмаш», так и НПО им. Лавочкина. Последнее может быть поставщиком разгонного блока «Фрегат». РКК «Энергия» будет продавать «хабу» блок ДМ.

Понятно, что для интеграции РД-171М в конструкцию блока первой ступени придется доработать МИК комплекса «Зенит». Но затраты на это, как представляется, не идут ни в какое сравнение с запрашиваемыми финансами на строительство стартового комплекса «Ангары».

Ключевым вопросом проекта будет обеспечение надежности ракеты и ее экономической эффективности. Для устойчивости проекта и обеспечения качества РН необходимо выполнять несколько (экспертно — от двух до шести) пусков в год. В этом случае

обеспечивается ритмичность производства, поддержание и воспроизводимость технологических процессов и сохранение компетенций разработчиков, производителей и эксплуатантов.

Ничего фантастического в данном проекте, как видим, нет. По сути он является продолжением «Наземного старта» и, отчасти, проекта «Морской старта». В последнем случае требуется создание криогенного разгонного блока — об этом мы уже писали. В принципе, как было показано, для «Зенита» годится бок КВТК («Кислородно-водородный тяжелого класса»), разрабатываемый в Центре им. Хруничева для «Ангары-А5». Но вполне может подойти и блок КВСК, проектируемый там же для «Ангары-А3». Будущее этой ракеты неизвестно,



а вот разгонный блок мог бы пригодиться.

Вопрос — согласится ли Центр им. Хруничева работать с конкурентом? Ответ зависит от баланса интересов предприятия. Лично автору в данный момент представляется, что вряд ли. Но есть еще РКК «Энергия», имеющая опыт работы с водородом и заинтересованная в сохранении «Зенита». В конце концов, есть блок «Центавр»! По расчетам, с ним «Зенит» обладает примерно той же энергетикой, что и с блоком

КВТК (если не лучше). Другое дело, что американцы не согласятся продавать «Центавр», да и очень уж дорогой данный разгонный блок.

Однако свет не сошелся клином на КВТК или «Центавре». Почему бы не обратить свой взгляд на Китай и Индию, которые также обладают технологиями криогенных ракетных блоков? Да, водородные изделия этих стран, наверное, пока далеки от наивысших мировых достижений, зато стоимость производства там ниже. Дума-

ется, и Индия, и Китай заинтересованы в продвижении своей продукции на внешние рынки. Но, не будем категоричными — данный вопрос требует глубокой проработки. В частности, можно проработать с группой SAFRAN вопрос поставок или лицензионного воспроизведения европейского двигателя НМ-7В, используемого в настоящее время в верхней ступени РН Ariane 5.

С технической точки зрения возможны вариации проекта. Например, на первой сту-



пени «Интернационального носителя» возможно применение двигателей НК-33, РД-191, РД-193, РД-180 или РД-181. Кстати, в 1980-х гг., когда проблемы преследовали разработку двигателей РД-170/171, изучался вопрос «четвертования» четырехкамерного ЖРД. По имеющимся данным, четыре однокамерных двигателя МД-185 (такое название получила «четвертушка») компоновались в хвостовом отсеке блока А ракеты «Энергия» и блока первой ступени «Зени-

та». Понятно, что при замене двигателя речь может идти о разработке практически нового носителя. Но он по крайней мере должен без особых проблем «вставать» на пусковую установку РН «Зенит».

Несмотря на обилие альтернативных способов реализации, все же совершенно понятно, что наилучшим вариантом является именно «оригинальный» «Зенит», производство которого пока живо. К тому же, эта ракета, на наш взгляд, обладает немалым модернизационным



потенциалом. Тем не менее, несколько вариантов комплектации двигательной установки первой ступени повышают гибкость и живучесть ракеты.

В целом, идея «ракетного хаба» выглядит вполне здоровой, поскольку обеспечивает баланс интересов всех участников проекта. Насколько она реализуема на практике — зависит от множества факторов: политической воли руководства России, Украины и Казахстана, экономической целесообразности и конъюнктуры рынка. ■

«Ангара»: мечты, фантазии и реальность

Дмитрий ВОРОНЦОВ,

независимый эксперт в области ракетно-космической техники,
Россия



Успешное начало летных испытаний, а также изменения на рынке космических запусков, послужили основой новых вариантов использования космического ракетного комплекса «Ангара».

«Ангара» в «Морском старте»?

22 августа 2014 г. международный консорциум SeaLaunch («Морской старт»)

приостановил свою деятельность до середины 2015 года. Но проект так и не смог оправиться от финансовых потерь середины 2000-х, приведших к банкротству компании. «Морской Старт» с трудом вышел из банкротства, сменив владельца. Сейчас им, посредством аффилированных структур, фактически владеет РКК «Энергия», которая на протяжении двух лет пытается преодолеть кризис.

Компания «объявила о серии мероприятий, связанных с сокращением затрат в связи с предстоящим перерывом в пусковой деятельности комплекса «Морской старт». По текущим планам, возобновление миссий по программе «Морской старт» и наращивание пусковой активности ожидается в период: середина 2015 года — середина 2016 года». Об этом сообщается на сайте «Морского старта».

Мероприятия по оптимизации затрат предполагают сокращение численного состава работников, а также выведение судов из эксплуатации. «Временное выведение судов из эксплуатации на период снижения деятельности ракетно-космического комплекса не новое решение, которое уже реализовывалось ранее и является общепринятой практикой на морском транспорте», — говорится в сообщении консорциума.

«Морской старт» также «будет проводить необходимую работу по повышению своей эксплуатационной эффективности, в том числе проведение доработки ряда пусковых и технологических систем, включая рассмотрение вопроса о переводе морских судов комплекса на береговое электропитание во время их нахождения в базовом порту, а также оформление

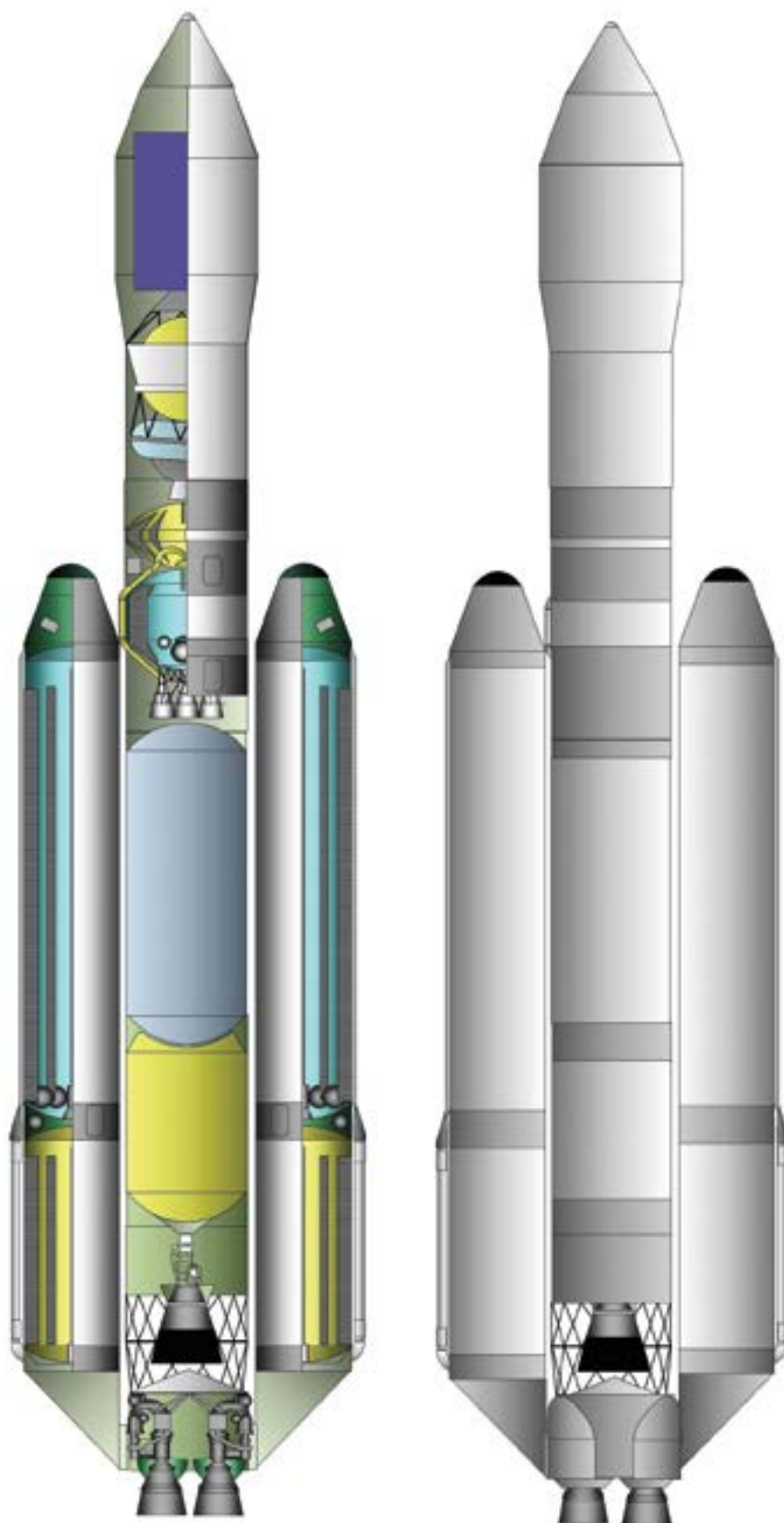
результатов проведенной работы по внутренней оценке имеющихся вариантов различной конфигурации ракеты космического назначения».

Однако новых заказов пока не видно. Проект «Наземный старт» также находится в стагнации, хотя в рамках проекта планируется выполнить несколько запусков. В частности, на 18 ноября 2015 г. планируется запуск метеоспутника Электро-Л №2. В 2016 г. на орбиту должен быть выведен украинский спутник «Либідь», а в 2017 — российская космическая обсерватория «Спектр-РГ».

В любом случае главной причиной умирания данных проектов будут не столько деньги, сколько недоступность ракет-носителей «Зенит». Причины здесь даже не столько политические (запрет на сотрудничество в военной сфере, введенный президентом Петром Порошенко, не затрагивает сферу гражданских космических проектов). Беда в том, что у украинских ракетостроителей банально нет денег на оплату поставки российских комплектующих. В частности, на закупку двигателя РД-171М в НПО «Энергомаш».

Сейчас РКК «Энергия» ищет возможность «пристроить» проект, ставший «чемоданом без ручки». Некоторое время назад, в 2013-2014 гг., обсуждалась возможность продажи «Морского старта» государству с перебазированием технических средств проекта на территорию РФ. Например, во Владивосток.

Соответственно, после того, как разразился «украинский кризис», РКК «Энергия» предложила заменить «Зенит-3SL» на свою ракету, известную как «Энергия-К». В данном случае «Энергия» «убивала сразу двух зайцев»: получала средний коммерче-





ский носитель и основу для сверхтяжелых РН.

Летом 2015 года по инициативе Центра имени Хруничева обсуждался вопрос использования в проекте «Морской старт» РН «Ангара-А3». «Перспективная ракета-носитель среднего класса «Ангара-А3» может быть использована в проекте «Морской старт» вместо российско-украинского «Зенита», — сообщил генеральный конструктор Центра им. Хруничева Александр Медведев. — Пока эта идея остается. Мы должны дождаться некоторых решений, после этого можно будет о чем-то серьезном говорить».

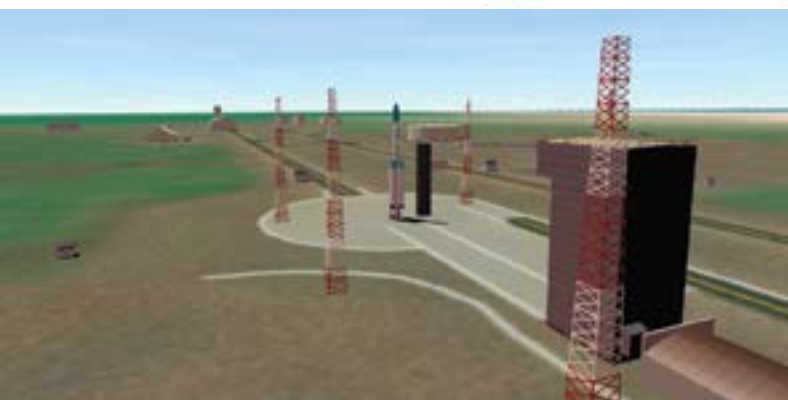
Идея Центра им. Хруничева имела причины, прямо противоположные резонам «Энергии». Если у последней был стартовый комплекс, но не было ракеты, то у Центра Хруничева под «Ангару-А3»

не было стартового комплекса. Строго говоря, средний носитель из семейства «Ангара» вполне можно эксплуатировать с универсального стартового комплекса (УСК) в Плесецке. Однако коммерчески привлекательных полезных нагрузок отсюда ни «Ангарой-А3», ни даже «Ангарой-А5» вывести невозможно. Экваториальный плавучий космодром в данном случае дает прекрасную возможность выйти в нишу запусков тяжелых телекоммуникационных спутников массой не менее 6 тонн.

По словам Александра Медведева, рассматриваются, как минимум, два варианта адаптации плавучего космодрома «Морского старта» и «Ангара». «Например, не трогаем (ракету) А-3 совсем, но подстраиваем и изменяем оборудование, которое ранее было установлено на платформе. В

другом варианте оставляем оборудование, но тогда требуется серьезно видоизменить саму конфигурацию «Ангары-3». Сейчас не форсируем события, а просто рассматриваем оба варианта параллельно», — пояснил Медведев. Ранее глава Роскосмоса Игорь Комаров заявил, что «Морской старт» могут перебазировать из Калифорнии в Бразилию, однако перспективы проекта остаются под вопросом из-за судебного процесса с американским Boeing.

Оба варианта взаимной увязки ракеты и пускового комплекса не дают быстрых решений. Для того, чтобы привязать «Ангару-3» к имеющимся интерфейсам и оборудованию платформы «Одиссей», ракету надо коренным способом переделать. Вариант подобной переделки иллюстрируется рисунком. От ис-



ходной «Ангара-А3» в данном случае удастся сохранить лишь УРМ-2 и баковые отсеки УРМ-1. Понятно, что такая переконфигурация равносильна полной переделке ракеты. Даже с учетом того, что все двигатели имеются, а производственную оснастку можно сохранить, срок разработки может занять минимум 3-5 лет. За это время все коммерческие возможности могут быть упущены.

Или в Алкантаре?

Некоторое время обсуждался вопрос базирования «Морского старта» в Бразилии. Страна БРИКС, дружественная России, да к тому же еще и экваториальная — места лучше не найдешь! Но тут подвернулся другой случай. Как раз нынешним летом приказал долго жить бразильско-украинский проект «Алкантара-Циклон-Спейс». Согласно проекту, история ко-

торого восходит еще к 1999 году, обе страны договаривались построить космодром, с которого будет стартовать украинская РН «Циклон-4». Вообще-то, «Циклоны» — легкие ракеты. Но экваториальное расположение места творит чудеса. Стартуя из Алкантары, «Циклон-4» обретал свойства среднего носителя и, теоретически, мог побороться и за сегмент легких геостационарных спутников, и за сегмент спутников ДЗЗ.

Однако, столкнувшись с множеством проблем организационного, технического и финансового плана, проект приобрел все характеристики долгостроя. И, вероятно разувверившись в успехе предприятия, Бразилия в одностороннем порядке расторгла контракт с Украиной.

Свято место пусто не бывает, и практически сразу же были озвучены идеи разместить

в Алкантаре российские РН «Ангара» с постройкой соответствующей стартовой инфраструктуры. В данном случае не требуется кардинальной переделки ракеты, необходимо лишь приспособить ее к условиям старта из тропиков. Аналогичную задачу с успехом решили в РКЦ «Прогресс» в рамках проекта «Союз» из Гвианского космического центра». Более того, в случае эксплуатации «Ангара-1.2», не исключено, что под нее можно «малой кровью» переделать задел по стартовому комплексу «Циклона-4». «Были соображения и предложения по постройке отдельного стартового комплекса под «Ангару» на космодроме Алкантара в Бразилии. С экватора пускать — интересный вариант. Получается очень конкурентоспособно. Сейчас ведутся переговоры», — заявлял летом Александр Медведев.



Насколько серьезно?

Вышеописанные сообщения СМИ и заявления руководителей вызвали большой резонанс в среде околокосмической общественности. Но насколько серьезны проекты продолжения использования «Морского старта» или размещения «Ангара» в Бразилии? Представляется, что это всего лишь пожелания, не подкрепленные ни реальными ресурсами, ни серьезной проработкой проектов.

В нынешней экономической ситуации, когда речь идет об урезании многих космических программ, никто не будет ввязываться в дорогостоящие проекты, под которые нет серьезно обоснованных потребностей. Реально, и реконструкция «Морского старта», и строительство СК «Ангара» в Алкантаре — проекты стои-

мостью несколько миллиардов долларов каждый и длительностью 5-7 лет минимум. Более того, реализация этих проектов не дает России новых возможностей. В лучшем случае страна получит средства выведения, которые смогут выводить на ГСО ровно столько же, сколько «Ангара-A5», оснащенная криогенным разгонником класса КВТК из Восточного.

Наконец, в России для «Ангара» предполагается построить еще один стартовый комплекс УСК в Плесецке, и две пусковые площадки на Восточном. Причем в те же сроки, в которые могли быть реализованы «заграничные проекты». В общем, смысла в постройке космодрома в Бразилии или реконструкции «Морского старта» очень мало, если он вообще

есть. Не зря просочилась информация, что руководство Роскосмоса в лице И.А.Комарова, пресекло на корню все разговоры о бразильских и «морских» проектах. В любом случае надо понимать, что государство в России не даст ни копейки на них. По крайней мере, в нынешней экономической ситуации.

А как же Байтерек?

Надо признать, что проект Байтерек, вероятнее всего, попал в ту же категорию «чемоданов без ручки», что и проекты космодрома в Алкантаре или на возрожденном «Морском старте». Повторимся: у России сейчас в приоритете — строительство и модернизация наземной инфраструктуры «Союзов» и «Ангара» на космодромах Плесецк и Восточный.



Очередное «переформатирование» Байтерека, связанное с возвратом к «Ангаре-А5» и идеями реконструкции под нее площадок «Протона» и УКСС, напоминает бег по кругу. Если в 2012 году \$1,5 млрд за строительство СК «Ангары» на Байконуре казались — и были — совершенно неподъемной цифрой для участников проекта, с чего бы ей вдруг стать реальнее в наши дни?

У России не появится ресурсов на такую стройку года до 2021-го, когда с Восточного должен быть запущен беспилотный корабль ПТК НП. И вот тогда, может быть, будут даны какие-то деньги на строительство стартового комплекса на Байконуре. Пройдет еще лет 5, и если бюджет стройки будет выдержан, то году в 2025-26, не исключено, что Байтерек будет реализован. Но

сроки, отстоящие от наших дней больше чем на 10 лет, навевают мысли о сказке про Ходжу Насреддина, падишаха и ишака.

Вообще все идеи, базирующиеся на возможности реализации Байтерека на базе еще толком не летающей технике, стоит признать беспочвенными. Что же делать? Если Казахстан желает реально участвовать в космической деятельности и становиться космической державой, он в данной ситуации должен опираться на уже летающую технику.

На наш взгляд, после выхода из игры «Зенита», наиболее интересным вариантом могло бы стать участие Казахстана в модернизации и коммерческой эксплуатации «Союзов». РН серии «Союз» производятся серийно и, при необходимости, их выпуск может быть увели-

чен (во времена СССР производилось до 60 ракет в год). Далее, в рамках модернизации «Союзов» проектируется экологически чистый разгонный блок по теме ОКР «Двина-МЛ». В данном проекте, как мы писали ранее, участие Казахстана может быть как финансовым, так и материальным, например, в форме производства каких-то компонентов.

Кстати, такой вариант никак не противоречит возможности участия Казахстана в текущих проектах, например, в предложенной Роскосмосом подготовке к пускам РН «Протон-М».

В то же время налаживание сотрудничества с РКЦ «Прогресс» может открыть путь к участию Казахстана в перспективных проектах — таких как «Союз-5». ■

Многоразовые носители вышли на регулярку



Нурлан АСЕЛКАН

главный редактор журнала
«Космические исследования и технологии»



Очередной запуск ракеты-носителя Falcon 9 с девятой по счету миссией снабжения Международной космической станции (МКС) SpaceX пройдет 16 июля 2016 года в 01:32 по североамериканскому восточному времени. Об этом говорится в недавнем сообщении на официальном сайте NASA. Запуск ракеты состоится с космодрома на мысе Канаверал. В рамках миссии грузовой корабль Dragon доставит на МКС запасы продовольствия, научное оборудование, расходные мате-

риалы к приборам для научных исследований, а также «международный стыковочный узел», который в будущем позволит экипажам пилотируемых кораблей Boeing CST-100 Starliner и SpaceX Dragon пристыковываться к станции. Первые такие коммерческие полеты на МКС должны состояться уже в 2017 году.

Представитель SpaceX подтвердил, что компания попытается посадить первую ступень Falcon 9 на мысе Канаверал. Это будет первая попытка посадки первой ступени ракеты-носи-

теля Falcon 9 на твердую землю с момента успешной посадки в декабре прошлого года (в данном случае речь идет только о посадках на твердую землю).

С тех пор, как SpaceX впервые удалось посадить ступень ракеты Falcon 9 на бетонную платформу на мысе Канаверал, произошло много исторических событий. Компании Илона Маска с пятой попытки удалось произвести успешную посадку Falcon 9 на плавучую платформу, а затем еще и повторить этот успех, причем во второй раз скорость приземления была ощутимо выше.

На данный момент в ангаре стартового комплекса, расположенного на территории космического центра Кеннеди на острове Мерритт, который SpaceX арендует у NASA, находится три приземлившихся ракеты Falcon 9. После успешного возврата третьей Илон Маск даже пошутил, что вскоре нужно будет расширять ангар.

Многие эксперты высказывают сомнения в целесообразности многоразового использования Falcon 9 ввиду якобы больших затрат на восстановительные работы из-за повреждений при посадке. Между тем,



Илон Маск ранее пообещал, что SpaceX может повторно использовать сохраненную ракету уже этим летом.

Falcon 9 — семейство одно-разовых и частично многоразовых ракет-носителей среднего класса американской компании SpaceX. Falcon 9 состоит из двух ступеней и использует в качестве компонентов топлива керосин марки RP-1 и жидкий кислород, в качестве окислителя. Цифра «9» в названии обозначает количество жидкостных ракетных двигателей Merlin, установленных на первой ступени ракеты-носителя.

Ракета-носитель с момента первого запуска прошла через две существенные модификации. Первая версия, Falcon 9 v1.0, запускалась пять раз с 2010 по 2013 год, ей на смену пришла версия Falcon 9 v1.1, выполнившая 15 запусков; использование ее было завершено в январе 2016 года. Последняя версия, Falcon 9 full thrust (FT), впервые запущенная в декабре 2015 года, использует переохлажденные компоненты топлива и максимальную тягу двигателей для увеличения производительности ракеты-носителя на 30 %.

Falcon 9 изначально создавалась с расчетом на повторное использование. Во время первых запусков изучалась возможность возврата обеих ступеней с помощью парашютов, однако данная стратегия себя не оправдала и была изменена в пользу использования для посадки собственных двигателей ступени. На первую ступень ракеты-носителя установлено оборудование для ее возврата и вертикального приземления на посадочную площадку или плавающую платформу. Вторая ступень одноразовая, повторное использование ее не планируется, поскольку это существенно снизит показатели выводимой полезной нагрузки.

22 декабря 2015 года, после запуска на орбиту 11 спутников Orbcomm-G2, первая ступень ракеты-носителя Falcon 9 FT впервые успешно приземлилась на площадку космодрома.

8 апреля 2016 года, в рамках миссии SpaceX CRS-8, первая ступень ракеты Falcon 9 FT впервые в истории ракетостроения успешно приземлилась на морскую платформу.

Falcon 9 используется для запусков геостационарных

коммерческих спутников, научно-исследовательских космических аппаратов, грузового космического корабля Dragon в рамках программы Commercial Resupply Services по снабжению МКС, а также будет использоваться для запуска его пилотируемой версии Dragon V2. В 2016 году стоимость вывода коммерческого спутника (до 5,5 т на геопереходную орбиту) ракетой-носителем Falcon 9 для заказчика составит \$ 62 млн.

Falcon 9 full thrust

Обновленная и улучшенная версия ракеты-носителя, призванная обеспечить возможность возврата первой ступени после запуска полезной нагрузки на любую орбиту, как на низкую околоземную, так и на геопереходную. Новая версия, неофициально известная под названием Falcon 9 v1.1 FT (full thrust) или Falcon 9 v1.2, пришла на смену версии 1.1.

Основные изменения: модифицирована структура крепления двигателей (Octaweb); посадочные стойки и первая ступень усилены, для соответствия возросшей массе ракеты; изменен дизайн решетчатых рулей; композитная структура



между ступенями стала длиннее и прочнее; увеличена длина сопла двигателя второй ступени; добавлен центральный толкатель для повышения надежности и точности расстыковки ступеней ракеты-носителя. Топливные баки верхней ступени увеличены на 10%, за счет чего общая длина ракеты-носителя увеличилась до 70 м.

Стартовая масса выросла до 549 054 кг, за счет увеличения вместимости топливных компонентов, что было достигнуто благодаря использованию переохлажденного окислителя.

В новой версии ракеты-носителя применяются и более охлажденные компоненты топлива. Жидкий кислород будет охлаждаться с -183°C до -207°C , что позволит повысить плотность окислителя на 8 — 15%. Керосин будет охлажден с 21°C до -7°C , его

плотность увеличится на 2,5%. Повышенная плотность компонентов позволяет поместить большее количество топлива в топливные баки, что, в сумме с возросшей тягой двигателей, значительно увеличивает характеристики ракеты.

В новой версии используются модифицированные двигатели Merlin 1D, работающие на полной тяге (в предыдущей версии тяга двигателей была намеренно ограничена), что позволило значительно увеличить показатели тяги обеих ступеней ракеты-носителя. Так, тяга первой ступени на уровне моря выросла до 7607 кН, в вакууме — до 8300 кН. Номинальное время работы ступени уменьшилось до 162 секунд. Тяга второй ступени в вакууме возросла до 934 кН, удельный импульс в вакууме — 348 с, время работы двигателя увеличилось до 397 секунд.

Максимальная полезная нагрузка на низкую околоземную орбиту (без возвращения первой ступени) составляет 22 800 кг, при возвращении первой ступени уменьшится на 30 — 40 %. Максимальная полезная нагрузка на геопереходную орбиту составляет 8300 кг, при возвращении первой ступени на плавающую платформу — 5500 кг. На траекторию к Марсу полезная нагрузка составит до 4020 кг.

Первый запуск версии FT состоялся 22 декабря 2015 года, при возвращении к полетам ракеты-носителя Falcon 9 после аварии миссии SpaceX CRS-7. Были успешно выведены на целевую орбиту 11 спутников Orbcomm, а также впервые состоялась успешная посадка первой ступени на посадочную площадку на мысе Канаверал.



Как возвращается первая ступень?

Разогнав вторую ступень с полезной нагрузкой, первая ступень отключает двигатели и отделяется на высоте около 70 км. Время отстыковки составляет около 2,5 минут после запуска ракеты-носителя и зависит от конкретной миссии. Скорость при расстыковке ступеней также определена профилем миссии, в частности целевой орбитой (низкая орбита или геопереходная), массой полезной нагрузки, а также местом посадки ступени. При относительно низкоэнергетичных запусках на низкую околоземную орбиту скорость ступени при разделении составляет около 6000 км/ч (1700 м/с; 4,85 Махов), в то время как при высокоэнергетичных запусках на геопереходную орбиту, когда требуется посадка

на удаленную в океане плавающую платформу, скорость достигает 8350 км/ч (2300 м/с; 6,75 Махов). После расстыковки первая ступень ракеты-носителя осуществляет легкий маневр ухода от пламени второй ступени и производит разворот на 180° (двигателями вперед) в процессе подготовки к трем основным маневрам торможения:

1. Boostback burn

При возврате к месту запуска на посадочную площадку, вскоре после расстыковки ступень использует продолжительное (~40 с) включение трех двигателей для изменения направления своего движения на противоположное, выполняя сложную петлю с пиковой высотой около 200 км, при максимальном отдалении от стартовой площадки до 100 км в горизонтальном направлении.

В случае посадки на плавающую платформу после запуска на низкую околоземную орбиту, ступень по инерции продолжает движение по баллистической траектории приблизительно до высоты 140 км. При приближении к пиковой высоте, производится торможение тремя двигателями для сброса горизонтальной скорости и задания направления к платформе, находящейся приблизительно в 300 км от места запуска. Длительность работы двигателей составляет около 30-40 секунд. При запуске спутника на геопереходную орбиту, первая ступень работает дольше, используя больше топлива для набора более высокой скорости до расстыковки, резерв оставшегося топлива ограничен и не позволяет выполнить сброс горизонтальной скорости. После расстыковки



ступень движется по баллистической траектории без торможения, по направлению к платформе, расположенной в 660 км от места запуска.

2. Re-entry burn

В процессе подготовки к вхождению в плотные слои атмосферы первая ступень, на высоте около 70 км, осуществляет торможение путем включения трех двигателей с целью обеспечить вход в плотные слои атмосферы на приемлемой скорости. В случае запуска на геопереходную орбиту, в связи с отсутствием предыдущего маневра торможения, скорость ступени при вхождении в атмосферу превышает вдвое (2 км/с против 1 км/с), а температурная нагрузка в 8 раз превышает таковую, по сравнению с запуском на низкую околоземную орбиту. Нижняя часть первой ступени и посадочные стойки выполнены с использованием термостойких материалов, позволяющих выдержать высокую температуру, создаваемую при входе в атмосферу и движении

в ней. Продолжительность работы двигателей также разнится в зависимости от наличия достаточного резерва топлива: от более продолжительного (25 — 30 с) при запусках на НОО до короткого (15 — 17 с) для миссий на ГПО. На этом же этапе раскрываются и начинают свою работу решетчатые рули для контроля рыскания, тангажа и вращения. На высоте около 40 км двигатели выключаются и ступень продолжает падение до достижения конечной скорости, а решетчатые рули продолжают работать до самой посадки.

3. Landing burn

При достаточном резерве топлива, включение одного, центрального, двигателя происходит за 30 секунд до посадки, и ступень замедляется, обеспечивая мягкую посадку по схеме, отрабатываемой в рамках проекта Grasshopper (Кузнечик). Посадочные стойки раскладываются за несколько секунд до касания посадочной площадки. При запусках на геопереходную орбиту, для мак-

симально быстрого снижения скорости с меньшими затратами топлива, используют короткое 10-секундное торможение сразу тремя двигателями. Два внешних двигателя включаются раньше центрального и последние метры полета ступень завершает, используя один двигатель, который способен к дросселированию до 40 % от максимальной тяги. Перед финальным торможением ступень не нацеливается непосредственно на платформу, во избежание ее повреждения в случае, если двигатель не запустится. Окончательное выруливание происходит уже после запуска двигателя.

Возвращение первой ступени уменьшает максимальную полезную нагрузку ракеты-носителя на 30 — 40 %, в связи с необходимостью резервирования топлива для осуществления работы двигателей при маневрах торможения и посадки, а также из-за веса дополнительного оборудования (посадочные опоры, решетчатые рули, система реактивного управления и прочее). В SpaceX ожидают, что по меньшей мере половина от всех запусков ракеты-носителя Falcon 9 будет требовать посадки первой ступени на плавающую платформу, в частности все запуски на геопереходную орбиту и за пределы земной орбиты. В январе 2016, после неудачной посадки ступени в рамках миссии Jason-3, Илон Маск высказал ожидания, что 70 % попыток посадки ступени в 2016 году будут успешными, с увеличением процента успешных посадок до 90 в 2017 году.

8 апреля 2016 года, после успешной посадки ступени на плавучую платформу была проведена пресс-конференция. В ходе ее прозвучали такие факты:

- перед пуском вероятность успешной посадки оценивали 2 к 1

- ступень можно было посадить на сушу, но решили отработать посадку на корабль

- когда это станет безопасно (строят весь кислород?) команда поднимется на борт и приварит ступень к палубе

- корабль вернется в порт в воскресенье

- по возвращении ступень будет доставлена на старт (вероятно LC-39A) и пройдет серию тестов

- если все будет в порядке, повторный пуск может состояться в июне

- они надеются, что найдется клиент, который оплатит пуск, возможно это будет Iridium

- ожидается, что примерно половина посадок будет на сушу, а другая половина на корабль

- позже будет предпринята попытка спасти головной обтекатель. Это может сэкономить несколько миллионов.

А 6 мая прошла еще одна успешная посадка на платформу в океане.

Новым было следующее:

- 2 тормозных импульса вместо 3-х.

- посадочный тормозной импульс на 3-х двигателях, для уменьшения гравитационных потерь, соответственно экономия топлива.

- ступени позволили естественным способом уйти по параболе, что дало небольшую экономию топлива.

- инспекция спасаемого головного обтекателя покажет, возможно ли его повторно использовать и опять же сэкономить средства.

А кто был первый?

24 ноября 2015 года Blue Origin стала первой компанией, которой удалось произвести запуск ракеты-носителя в космос и успешно посадить ее обратно на Землю. Джефф Безос, основатель интернет-магазина



Amazon и Blue Origin, заявил, что его компании удалось создать многоразовую ракету: «Ракеты всегда были расходным материалом. Больше нет».

Корабль «Нью Шепард», установленный на ракете-носителе BE-3, успешно отделился на высоте 100 км и опустился на Землю на парашюте. Ракета-носитель, снизившись до высоты 1,5 км, начала управляемый полет и успешно приземлилась без повреждений.

Этот тестовый полет стал вторым для нового многоразового корабля «Нью Шепард». Первый, осуществленный в апреле этого года, завершился неудачей: гидравлическая потеря давления не позволила успешно посадить ракету.

Blue Origin является соперником компании Илона Маска (SpaceX), которая осуществляла запуски частично многоразовых носителей Falcon 9. Илон Маск, владеющий также инновационной компанией «Тесла», поздравил Джеффа Безоса в «Твиттере».

23 января 2016 года космический корабль New Shepard вновь успешно прошел испытания. Компания Blue Origin рассчитывает с его помощью организовывать туристические полеты в космос. Пуск был произведен с испытательного комплекса, что располагается в американском городе Ван-Хорн. New Shepard поднялся на высоту около 101 км, после чего капсула, рассчитанная на шесть человек, отделилась от космического судна. Затем и ракета, и капсула вернулись на землю. Приземление прошло успешно.

Как отмечают в компании, корабль сможет доставлять в космос полезный груз либо нескольких пассажиров. Blue Origin заявляла о намерении организовать регулярные туристические полеты в космос. Кроме того, компания занимается разработкой ракетного двигателя, который, как ожидается, сменит российский РД-180.

Разрабатываемый компанией трехместный корабль



New Shepard рассчитан на осуществление вертикальных взлетов и посадок. Космический аппарат конической формы имеет около 15 м в высоту и 6 м в диаметре у основания. Аппарат состоит из двух модулей — моторного отсека и капсулы экипажа, в которой могут находиться три и более человек. Общая масса топлива — около 54 тонн. Тяга двигателей, работающих на концентрированной перекиси водорода и керосине, должна составить приблизительно 100 тонн. За 110 секунд они должны поднять аппарат на высоту 40 км, далее двигатели выключатся, а подь ему продолжится по инерции.

Корабль должен подниматься на высоту около 100 км, после чего — переходить на посадочную траекторию. Повторный запуск двигателей проводится для посадки на космодром Корн Ранч в штате Техас. Длительность полета составит около 10 минут. Интервал между полетами должен составлять не более недели.

В сентябре 2015 года компания Blue Origin объявила о планах начала создания новой, более мощной многоразовой ракеты-носителя, в котором будет установлен новый двигатель BE-4 совместно разрабатываемый компаниями Blue Origin и United Launch Alliance. Планируется, что сначала ракета будет доставлять на орбиту спутники, а затем и людей.

Будущее уже наступило

Глобальный рынок сейчас живет под знаком снижения цен на запуски: все ждут начала полноценной пусковой компании ракеты Falcon Heavy от SpaceX, способной выводить на геопереходную орбиту (ГПО) до 19,5 тонн. По заявлению главы SpaceX Илона Маска, новая ракета начнет полеты в 2016 году. При этом объявленная ранее цена запуска аппарата с помощью Falcon Heavy составит около \$78 млн. Это приблизительно на 25% ниже цены запусков «Протонов», самых доступных на сегодня носителей тяжелого класса.

«Семейство ракет Falcon создается на основе новой для ракетостроения производственной модели, обеспечивающей ее конкурентоспособность по цене», — говорит российский эксперт Андрей Ионин. — «Все предыдущие ракеты — российские, американские, китайские — делались на основе той производственной модели, которая была заложена Королевым и фон Брауном в 50-х годах прошлого века. В основе этой модели — узкая специализация производителей. Это позволяло решать задачи в предельно сжатые сроки, при этом каждый занимался своим узким кусочком. Но обратная сторона узкой специализации — это уникальное производство и высочайшая цена. Маск спустя 50 лет подошел к задаче по-другому, отказавшись от узкой специализации. Он сказал, что все возможное сделает сам, и пошел по пути максимального сужения кооперации. Поэтому его ракеты дешевле остальных. И конкурировать с Маском в рамках старой производственной модели невозможно.

России нужно перестроить ракетно-космическую промышленность с учетом опыта Маска. Потому что он модернизировал производственный процесс

в такой же степени, как Генри Форд, предложивший конвейер. Не сделав свой конвейер, мы не сможем конкурировать с ним».

Еще одно новшество Маска — уникальный по простоте двигатель Мерлин. Имея тягу всего в 73 тонны с давлением в камере сгорания 97 атмосфер, он тем не менее в связке, обеспечивает пуски средних и тяжелых модификаций носителя Falcon. Для сравнения — РД-191, двигатель Ангары — тяга 212 тонн и давление в камере сгорания — 262 атмосферы. Двигатель Маска исключительно прост и надежен, работает в любых комбинациях, а РД-191 на грани взрыва. Можно добавить, что он еще и дороже Мерлина в 4 раза.

Все ведущие компании мира бьются над внедрением многоразовых технологий в конструкции ракет-носителей. Американцы — компании SpaceX и Blue Origin — идут по пути спасения первой ступени с помощью вертикальной посадки на штатных двигателях. Однако европейские инженеры считают, что проблемы восстановления до рабочего состояния ступени в данное время не оправданы ни с экономической точки зрения, ни с точки зрения надежности конструкции.

Европейская версия многоразовости (на перспективном носителе «Ариан-6») — это спасение маршевого водородно-кислородного двигателя первой ступени. Стоимость двигателя составляет от 40% до 50% стоимости всего носителя. Капсула под названием «Аделина» после отработки ступени, отделяется от нее, входит в атмосферу, выпускает пропеллеры и в автоматическом, щадящем режиме садится на ВПП аэродрома. После регламентных работ двигатель готов к новой установке на носитель.

Посмотрим, чья технология возьмет верх. ■

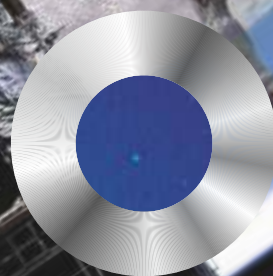


*Журнал «Космические исследования и технологии» — достоверная информация
о международном космическом сотрудничестве*



cosmos.kz

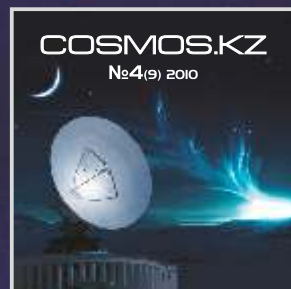
The first TV program
on space technologies
in Kazakhstan



Cosmos.kz

№1(6)

© Space Energy 2011



www.cosmos.kz