



ВКС

2

ВОЗДУШНО-КОСМИЧЕСКАЯ СФЕРА

Иллюстрированный научно-популярный журнал

2(91) июнь 2017

Космическое государство

20 фактов об Асгардии

Особое мнение

**«Томагавки» бьют по Сирии.
Полезные уроки**

Дальний космос

**Климатический
полигон Земли
на Красной планете**

Из личного архива

**Чудесное возвращение
погибшего спутника**

ЭТОТ ВРАЖДЕБНЫЙ МАРС

АО «Научно-исследовательский институт „Элпа” с опытным производством»

АО «НИИ „Элпа”»

124460, Москва, Зеленоград,
Панфиловский пр-т, д. 10

Тел.: (499) 710-00-31

Факс: (499) 710-13-02

E-mail: info@elpapiezo.ru

www.elpapiezo.ru

РАЗРАБОТКА И ПРОИЗВОДСТВО пьезокерамических материалов, пьезоэлектрических приборов:

- Пьезокерамические элементы
- Многослойные актюаторы
- Армированные актюаторы
- Пьезокерамические микрореле
- Датчики различных типов
- Пьезокерамические фильтры
- Гидроакустические модули
- Изделия на основе пьезопленок

РАЗРАБОТКА И ПРОИЗВОДСТВО приборов акустоэлектроники:

- Фильтры и резонаторы на ПАВ и ОАВ
- Генераторы на ПАВ
- Линии задержки

Персоны номера

Игорь АШУРБЕЙЛИ,

доктор технических наук, автор идеи журнала «ВКС», основатель и глава первого космического государства Асгардия:

«Сегодня только около 20 государств Земли из более двух сотен имеют присутствие в космосе, претендуют на разработку космических полезных ископаемых и на некую исключительность и монополию. Это, на наш взгляд, недопустимо. Новое космическое право должно в равной степени обеспечивать интересы каждого жителя Земли как в части его защиты от космических угроз, так и в части индивидуальных и государственных (в первую очередь для развивающихся стран) преференций от освоения космоса, как в области новых товаров и услуг, так и в экономическом смысле».

Стр. 4-7

Валерий АКСАМЕНТОВ,

директор космических программ Boeing:

«Я представляю ту идеологию, ту „дорожную карту“ к Марсу, которая имеется в понимании компании Boeing. У Илона Маска, мягко говоря, более агрессивный проект. Подход к решению многих важных задач у Маска и у Boeing разный. А значит, и решение задач будет разное».

Стр. 60-61

Владимир РЕМЕК,

посол Республики Чехии в Российской Федерации, космонавт, Герой Чехословакии, Герой Советского Союза:

«Сегодня деятельность в космосе в одиночку уже невозможна. Задачи, стоящие перед космонавтикой, под силу решить только группе государств. Младенец не останется в колыбели навечно. Я думаю, что мы пока еще в самом начале большого путешествия, которое может быть осуществлено только во имя спасения своего рода – переселения на другие планеты».

Стр. 62-65

Лев ЗЕЛЁНЫЙ,

доктор физико-математических наук, профессор, вице-президент Российской академии наук, директор Института космических исследований РАН:

«Марс – то место, где мы можем не просто применять готовые технологии, а отрабатывать новые. Это прекрасный полигон. Мы не можем производить глобальное воздействие на Землю – не имеем права на ошибку. А на Марсе мы это право имеем. Марс, во-первых, гораздо проще устроен, и даже нештатная ситуация там ничего не испортит. Там можно пробовать и можно ошибаться».

Стр. 76-87



КОСМИЧЕСКОЕ ГОСУДАРСТВО

- 4** 100 дней Игоря Ашурбейли в качестве главы Асгардии



НОВОСТИ ВЭС ВКС

- 8** ВЭС ВКС выступил соорганизатором научно-практической конференции в МГТУ им. Н. Э. Баумана
- 10** ВЭС ВКС наградил студентов за перспективные научные проекты

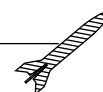


ОБОРОНА

- 12** Зенитная ракетная система С-300В4 – надежный страж неба в XXI веке / А. Лузан

ОСОБОЕ МНЕНИЕ

- 22** «Томагавки» бьют по Сирии. Полезные уроки / А. Лузан



КРУГЛЫЙ СТОЛ

- 30** Ученые из ВЭС ВКС обсудили актуальные вопросы космических технологий
- 32** О хранении времени и точности измерений в околоземном пространстве / А. Фатеев
- 36** Фракталы на службе у военной науки / Н. Бурцева



ОБРАЗОВАНИЕ

- 42** В МГУ создается факультет космических исследований



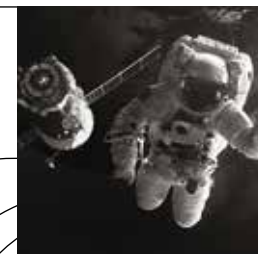
НАУКА

- 44** Почему мы – дети Галактики / А. Калашников



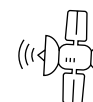
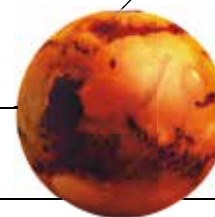
ФОРУМ

- 50** Журнал «ВКС» – информационный партнер Inspace Forum – 2017 / А. Руйбис
- 58** Улица с двусторонним движением. Возможно ли партнерство государства и частного бизнеса в космической сфере
- 60** Компания Boeing: частный бизнес в космосе
- 62** Владимир Ремек: «Космонавтика возможна только как международный и межгосударственный проект»
- 66** Разработка перспективного двигателя: как обеспечить вывод дополнительной полезной нагрузки на орбиту
- 70** Климатический полигон Земли на Красной планете



ДАЛЬНИЙ КОСМОС

- 76** Этот враждебный Марс / Н. Бурцева



НА ОРБИТЕ

- 88** Марсианский кефир и другие задачи экипажа «Союз МС-04» / Н. Бурцева

ИЗ ЛИЧНОГО АРХИВА

- 98** Памяти Бориса Чельцова / Б. Чельцов-младший
- 100** Чудесное возвращение погибшего спутника и пять первых уроков коммерческой космонавтики / А. Мержанов
- 108** Иду на таран / А. Мержанов



ПРОИЗВОДСТВО

- 120** Арзамасский приборостроительный завод имени П. И. Пландина в 2017 году отмечает 60-летний юбилей



100 дней Игоря Ашурбейли в качестве Главы Асгардии

20 ФАКТОВ О СОБЫТИЯХ В ПЕРВОМ КОСМИЧЕСКОМ ГОСУДАРСТВЕ >

Подведены итоги первых 100 дней деятельности российского ученого в качестве главы первого космического государства. Напомним, что Игорь Ашурбейли, объявивший в октябре 2016 года о создании Асгардии, был избран главой нации 20 января 2017 года.

1 мая 2017 года на официальном сайте Асгардии asgardia.space опубликованы результаты деятельности за 100 дней, прошедших с момента вступления Игоря Ашурбейли в должность главы нации.

1. 180 000 асгардианцев из 233 стран, прошедшие второй этап верификации данных, получили сертификат на гражданство Асгардии.
2. Создан сайт asgardia.space, который в новой версии станет сайтом государства, а также открыт соответствующий форум.
3. Выкуплены права на сайт asgardia.com, который станет коммерческим сайтом Асгардии.
4. Проведен конкурс на флаг Асгардии, в котором приняли участие 2852 представителя 124 стран, приславшие 7372 эскиза флага.
5. Проведен конкурс на герб Асгардии с участием 414 представителей 86 стран, приславших 6426 гербов.
6. Проведен конкурс на гимн Асгардии: 328 представителей 63 стран прислали 487 вариантов гимна первого космического государства.
7. Учрежден собственный календарь Асгардии.
8. Определены три государственных праздника Асгардии.
9. Разработано и опубликовано для обсуждения оглавление Конституции Асгардии.
10. Определен единый день голосования – 18 июня 2017 года (1 асгарда 0001).
11. Разработана и опубликована для обсуждения Декларация единства Асгардии.
12. Зарегистрировано некоммерческое негосударственное образование «Асгардия» – прообраз будущего полноценного государства. Начат прием благотворительных взносов.
13. Зарегистрировано акционерное общество «Асгардия», акции которого могут приобрести все асгардианцы.

Асгардия – полноценное независимое государство со всеми соответствующими атрибутами – правительством и посольствами, гимном, гербом, флагом и так далее. Суть Асгардии – мирный космос и недопущение перенесения в него земных конфликтов. Особенность Асгардии в философском плане – служение всему человечеству и каждому человеку, независимо от его личного благосостояния и благосостояния страны, где он случайно родился.

Из речи Игоря Ашурбейли, произнесенной на пресс-конференции в отеле «Ритц» в Париже 12 октября 2016 года

Философская оболочка Асгардии – это оцифрованная ноосфера, база глобальных знаний, зеркальное отражение человечества в космосе, но без земного разделения на государства, религии и нации. В Асгардии мы все – земляне!

Из речи Игоря Ашурбейли, произнесенной на пресс-конференции в отеле «Ритц» в Париже 12 октября 2016 года

14. Официально зарегистрированы по ряду классов в ЕС торговые марки Asgardia, AsgardiaSpace, Asgardia Space. Аналогичным образом в США зарегистрирована торговая марка Asgardia. Также поданы заявки на регистрацию по дополнительным классам.
15. Асгардианцы присоединились к платформе BOINC, которая позволяет задействовать вычислительные мощности персональных компьютеров для развития научных исследований.
16. Созданы новые сообщества в «Фейсбуке»: четыре официальные группы, включая Voice of Asgardia Radio и Asgardia TV, и 50 региональных групп, у которых около 145 000 подписчиков. В «Твиттере» 10 000 подписчиков.
17. Созданы группы волонтеров в разных странах.
18. В Международный день космонавтики, 12 апреля, Асгардия выступила спонсором музыкального фестиваля космической музыки на родине первого космонавта – в городе Гагарине в России.
19. Проведено множество международных встреч, на которых обсуждались вопросы признания Асгардии как государства, а также ряд других вопросов организационно-юридического характера.
20. Членами команды Асгардии даны многочисленные интервью СМИ, разъясняющие основные цели и задачи проекта.

Сегодня только около 20 государств Земли из более двух сотен имеют присутствие в космосе, претендуют на разработку космических полезных ископаемых и на некую исключительность и монополию. Это, на наш взгляд, недопустимо. Новое космическое право должно в равной степени обеспечивать интересы каждого жителя Земли как в части его защиты от космических угроз, так и в части индивидуальных и государственных (в первую очередь для развивающихся стран) преференций от освоения космоса как в области новых товаров и услуг, так и в экономическом смысле.

Из речи Игоря Ашурбейли, произнесенной на пресс-конференции в отеле «Ритц» в Париже 12 октября 2016 года



ASGARDIA

THE SPACE NATION

18 июня 2017

(1 Асгарда 0001)

Граждане Космического Государства Асгардия проголосуют за первую Конституцию космической нации и выберут государственные символы Асгардии - флаг и герб.



Каждый человек планеты Земля может стать асгардианцем и принять участие в создании космического будущего человечества. Станьте гражданином Асгардии! Ждем вас на www.asgardia.space.

Добро пожаловать в первое в истории человечества Космическое Государство Асгардия!



Глава нации, основатель Асгардии
Игорь Рауфович Ашурбейли

Зенитная ракетная система С-300В4 – надежный страж неба в XXI веке

В конце прошлого года в СМИ появилось сообщение о размещении в Сирии российской зенитной ракетной системы (ЗРС) С-300В4, развернутой на другой позиции, но как бы в дополнение к уже имевшимся в районе базирования наших ВКС ЗРС С-400 «Триумф» и ЗРПК «Панцирь-С1». Об этой же системе косвенно упоминалось и в сообщении о вторжении в воздушное пространство Сирии 17 марта сего года четырех истребителей Израиля F-16I Sufa, которые были предположительно обстреляны сирийской ЗРС дальнего действия С-200. В связи с этим многие читатели задают вопрос о назначении и возможностях ЗРС С-300В4, так как информации о ней публиковалось недостаточно.

Текст: Александр ЛУЗАН,
доктор технических наук, лауреат Государственной премии РФ,
генерал-лейтенант в отставке, бывший председатель Госкомиссии по
испытаниям ЗРС С-300ВМ – предшественницы С-300В4,
экс-заместитель командующего (начальника) войск ПВО Сухопутных
войск по вооружению – главный инженер войск ПВО Сухопутных войск

Немного истории

Уже во второй половине прошлого столетия стало очевидно, что первым эшелоном агрессии (военного конфликта) и ее острием становятся средства воздушного, а затем и воздушно-космического нападения (СВКН). Их роль и значимость в арсенале вооруженной борьбы приобретает все большее значение.

Наметились тенденции существенного роста типажа СВКН, оснащения их эффективным бортовым пилотажно-навигационным оборудованием, высокоточным оружием (ВТО), применения новых технологий, обеспечивающих малую радиолокационную (технология «Стелс») и тепловую заметность. ВТО, как показало развитие событий, по своей эффективности стало соизмеримо с тактическим ядерным оружием.

Важнейшее место среди СВКН начали приобретать баллистические ракеты (БР) различных классов наземного и воздушного базирования, которые стали рассматриваться как оружие устрашения и превентивного удара. БР средней дальности (БРСД) типа американских «Першингов», которые начали интенсивно размещаться в Европе, даже приобрели термин «евростратегические». Ракетные технологии, особенно на уровне БР оперативно-тактического и тактического классов, оказались доступными не только развитым, но и развивающимся странам. Начался опасный процесс «расползания» ракетных технологий и высокоточного оружия по земному шару.

Проведенные исследования показали, что существующее зенитное ракетное вооружение ПВО, базирующееся на аналоговых принципах построения и критически быстро устаревающей «ламповой» технологии, даже в ближайшей перспективе противостоять бурно развивающимся СВКН практически уже не сможет.

В этой связи было принято решение о разработке унифицированной межвидовой зенит-

ной ракетной системы массового применения на новой элементной базе, использующей цифровые способы обработки информации и другие инновации, получившей наименование С-300. Перед этой системой были поставлены грандиозные задачи как по типам поражаемых СВКН, зонам, вероятностям их поражения, тактике боевого применения, так и по помехозащищенности, мобильности, классам и типам прикрываемых от ударов СВКН объектов. Для решения этой глобальной задачи потребовалось сосредоточение усилий всего научно-производственного потенциала государства, ориентированного на разработку средств ПВО.

Однако решение такой многоплановой задачи с помощью одного унифицированного массового средства оказалось весьма проблематичным, что и показал аванпроект по ЗРС С-300. Наиболее острые проблемы возникли с решением задач борьбы с головными частями баллистических ракет средней дальности (ГЧ БРСД), то есть задач нестратегической противоракетной обороны (ПРО). Возникли также проблемы с мобильностью зенитных ракетных средств, удовлетворяющей требованиям всех заказчиков, с готовностью средств к боевому применению (временем перехода из дежурного режима в боевой), эргономикой, приемлемой транспортной базой, энергоснабжением и др.

В связи с этим в 1982 году под руководством Д. Ф. Устинова – в то время не просто министра обороны, но и крупнейшего «оружейника» – было проведено расширенное заседание коллегии Минобороны, Военно-промышленной комиссии и ведущих министерств. Участники заседания констатировали, что приемлемой единой унифицированной межвидовой системы ПВО создать не представляется возможным, и дальнейшие работы по ЗРС типа С-300 необходимо проводить в модификациях для Войск ПВО страны (С-300П), Военно-морского флота (С-300Ф) и войск ПВО сухопутных войск (С-300В).

Кроме того, было признано целесообразным работы по С-300П, С-300Ф и их модификациям ориентировать главным образом на эффективную борьбу с аэродинамическими целями, то есть создавать их как массовые эффективные средства противосамолетной обороны (средства ПВО), а на С-300В возложить в первую очередь функции борьбы с баллистическими целями – ориентировать их на возможность создания систем нестратегической ПРО на театре военных действий (ТВД) на их основе.

ЗРС ряда С-300В пришлось разрабатывать и развивать как самостоятельное направление, что вытекало из необходимости первоочередного решения задач нестратегической ПРО на театре военных действий.

Возможности и некоторые особенности конструкции ЗРС С-300В4

Анализ действий средств воздушно-космического нападения на ТВД показал, что в рамках воздушно-наземной наступательной операции (ВНО) предусматривается проведение не отдельных ракетных и отдельных авиационных ударов, а серия массированных ракетно-авиационных ударов (МРАУ).

МРАУ имеют комплексный характер, согласованы по времени, направлениям действий и объектам, что подтвердилось при проведении ВНО «Буря в пустыне» в Ираке, в других конфликтах и фактически стало классикой.

Стало понятно, что в связи с этим на театре военных действий должна создаваться комплексная взаимосвязанная система ПРО-ПВО, включающая в свой состав как подсистему нестратегической ПРО, так и высокоэффективную подсистему ПВО.

Разработка такой мобильной системы ПРО на ТВД показала, что это достаточно сложный процесс. Кроме того, специализированные (однородные) подсистемы нестратегической ПРО и подсистемы ПВО, в последующем объединяемые в единую группировку для решения комплексных задач, весьма дорогостоящи.

В этой связи в рамках решения минимаксной задачи (минимальные затраты средств при максимально эффективном решении задачи) на ЗРС ряда С-300В, кроме задач ПРО, было возложено и решение задач ПВО. При этом в части решения задач ПВО основное внимание

было обращено на борьбу с особо важными целями (VIP-целями): воздушными командными пунктами, самолетами дальнего радиолокационного обнаружения и управления (ДРЛОУ), самолетами-целеуказателями разведывательно-ударных комплексов (РУК), постановщиками коллективных активных помех на предельных дальностях. Для эффективного решения всей совокупности задач ПВО в список поражаемых целей пришлось, конечно же, включить тактическую и армейскую авиацию, крылатые ракеты и другие СВКН, способные действовать в воздушно-космическом пространстве ТВД.

Таким образом, ЗРС ряда С-300В по существу оказалась многофункциональной, способной решать как задачи нестратегической ПРО, так и задачи ПВО на ТВД. Но основной задачей, стоящей перед ЗРС ряда С-300В, являлось эффективное неядерное поражение гиперзвуковых малоразмерных головных частей БРСД и баллистических ракет других классов.

Определенными возможностями по борьбе с баллистическими целями, особенно с ТБР и ОТБР (с дальностью старта менее 1000 км), обладают и ЗРС ряда С-300П, и американские ЗРК «Пэтриот», построенные по схожим схемам, но их главная задача – эффективная борьба с аэродинамическими целями, а борьба с «баллистикой» – по остаточному принципу, в связи с чем причислять их к полномасштабным средствам тактической ПРО возможно лишь ограниченно.

Подтверждение тому – результаты боевого применения ЗРК «Пэтриот» в Ираке во время операции «Буря в пустыне». Даже при борьбе со сравнительно устаревшими БР типа «Скад» с дальностью старта 300-500 км боевая эффективность ЗРК оказалась на уровне 0,22-0,36, а дальность перехвата составила всего 7-15 км. При этом в ходе боевых действий пришлось использовать космический эшелон разведки и наземные средства СПРН для выдачи предварительного целеуказания батареям ЗРК «Пэтриот» и обеспечения захвата на автосопровождение одиночных атакующих БР МФ РЛС ЗРК.

В связи с этим хотелось бы еще раз подчеркнуть, что зенитные ракетные системы ряда С-300П и ряда С-300В – взаимодополняющие средства, способные в современных условиях и в перспективе совместно создавать высокоэффективные системы ПРО-ПВО на ТВД, предпочтительные по критерию «эффективность-стоимость».

В настоящее время ЗРС С-300В4 представляет собой серийно выпускаемую в соответствии с ГОЗ-2020 новейшую модернизированную версию систем ряда С-300В, способную поражать:

ОРГАНИЗАЦИЯ РАЗВЕДКИ БАЛЛИСТИЧЕСКИХ И АЭРОДИНАМИЧЕСКИХ ЦЕЛЕЙ В ЗРС С-300В4

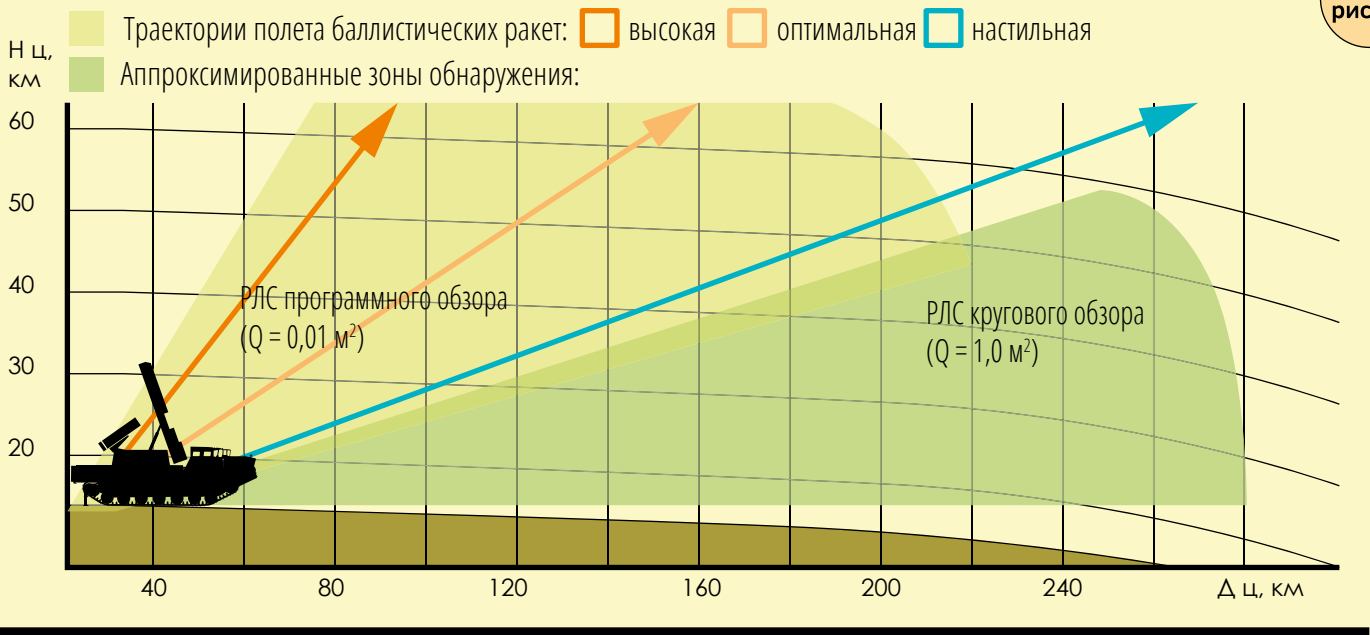
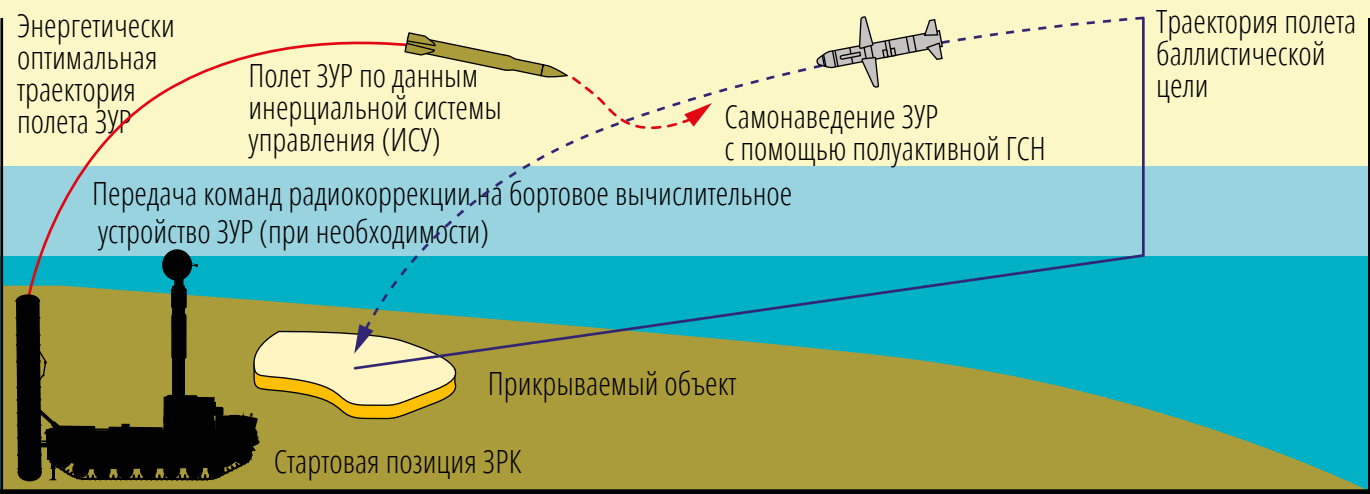
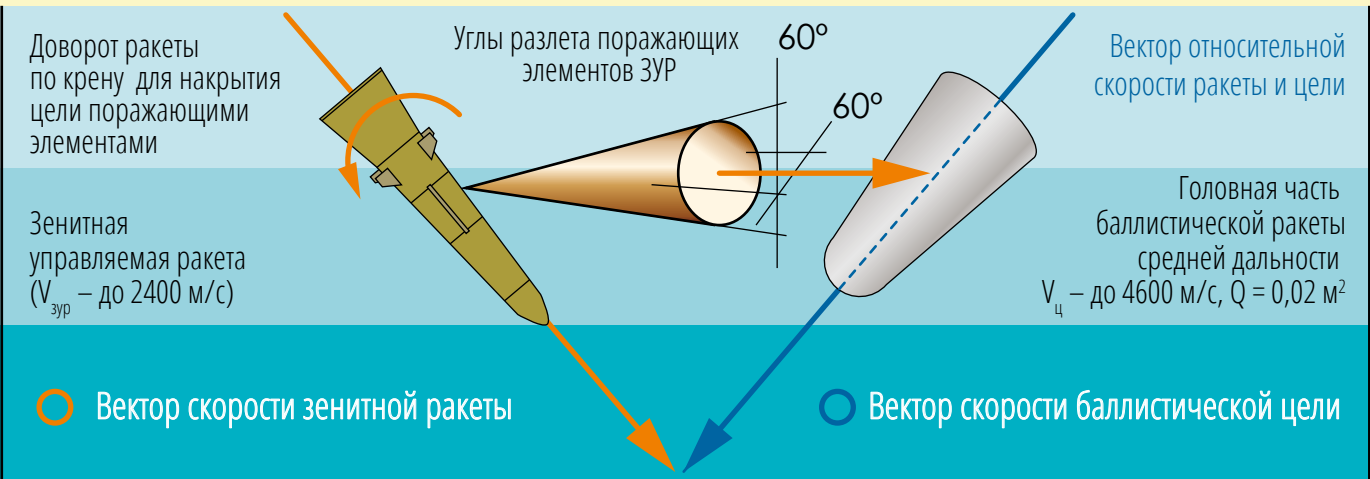


рис. 1

РЕАЛИЗОВАННЫЙ В ЗРС С-300В4 МЕТОД НАВЕДЕНИЯ ЗЕНИТНЫХ РАКЕТ



ПРИНЦИП ДЕЙСТВИЯ БОЕВОЙ ЧАСТИ НАПРАВЛЕННОГО ПОДРЫВА ЗУР ЗРС С-300В4 ПО ЦЕЛИ



– баллистические ракеты тактического, оперативно-тактического классов (ТБР, ОТБР) и средней дальности (БРСД) при дальности старта 2500 км и менее и скорости полета головных частей до 4500 м/с (то есть гиперзвуковой скорости более чем 12 М);

– все типы аэродинамических целей на дальностях до 380–400 км, в том числе выполненных по технологии «Стелс» (минимальная ЭОП поражаемых целей составляет 0,01 м²).

Отличительными особенностями системы являются ее исключительно высокая автономность в работе, в том числе при борьбе с БР, мобильность, помехозащищенность и огневая производительность, фактически не зависящая от тактики действий СВКН и построения налета, чем не может похвастаться ЗРК типа «Пэтриот».

Реализация перечисленных оперативно-тактических возможностей в одной универсальной системе потребовала внедрения ряда передовых («пионерских») решений на уровне ноу-хау. Перечислять и комментировать все достижения, впервые внедренные в системе, нет необходимости, остановимся лишь на некоторых, определяющих ее возможности, значимость и выгодно отличающих от других систем подобного класса (рис. 1).

ЗРС С-300В4 по замыслу должна обеспечивать создание эффективной системы ПРО-ПВО, в том числе на неподготовленных в военном и физико-географическом отношениях театрах военных действий. Это возможно только при обеспечении высокой автономности системы по разведке и обнаружению всех типов СВКН, в том числе БР, собственными (штатными) средствами.

Для решения этой задачи в состав системы был введен радиолокационный узел разведки и целеуказания, включающий в свой состав трехкоординатный радиолокатор кругового обзора (РЛС КО) 9С15МД «Обзор-ЗДМ» и многофункциональный радиолокатор программного обзора (РЛС ПО) 9С19М1 «Имбирь-М», информационно замкнутые на командный пункт (КП) системы.

Трехкоординатный радиолокатор кругового обзора производит регулярный обзор пространства и обеспечивает обнаружение в основном аэродинамических целей, их опознавание и автоматическую передачу информации о них на КП. В принципе, радиолокаторы подобного типа включаются и в состав других систем.

А вот многофункциональный радиолокатор программного обзора разработан и является прерогативой только ЗРС С-300В4. Он производит регулярный обзор пространства в секторе 90° по азимуту и до 50° по углу места. Центр сектора поиска и другие режимы работы радио-

локатора определяются и устанавливаются КП системы исходя из вероятности баллистических угроз.

При обнаружении высокоскоростной цели радиолокатор ПО производит завязку ее трассы и автоматическую передачу информации (траекторных параметров) на командный пункт. Максимальное количество сопровождаемых трасс баллистических целей – до 16, а темп обновления информации о них, передаваемой по цифровым каналам связи, – 1 с. Таким образом, РЛС ПО 9С19М1 «Имбирь-М» фактически обеспечивает в ЗРС решение задачи предупреждения о ракетном нападении, а в случае такового – автоматическую выдачу на КП системы трасс обнаруженных баллистических целей.

Кроме того, он обеспечивает вскрытие (определение) дальности до помехопоставщиков, пеленги на которые вырабатываются РЛС КО или многоканальными станциями наведения ракет (МСНР). Это в разы повышает помехоустойчивость ЗРС ряда С-300В, а РЛС ПО делает многофункциональной. Подобного средства ни одна из известных отечественных или зарубежных зенитных ракетных систем дальнего действия не имеет.

Высокие требования к надежному поражению системой С-300В4 высокоскоростных малоразмерных целей, таких как головные части БРСД, особенно в ядерном снаряжении, потребовали разработки принципиально новых методов и способов управления зенитной ракетой в полете, обеспечивающих высокую точность ее наведения независимо от дальности поражения, а также оснащения ее боевой частью повышенного могущества.

В ЗРС ряда С-300В впервые в мире был реализован способ инерциального управления полетом ракеты по энергетически оптимальной траектории в упрежденную точку с радиокоррекцией в полете (при необходимости) и реализацией полуактивного радиолокационного самонаведения на конечном участке полета (ИСУ с РК и СН). Это позволило получить минимальные ошибки наведения (10–15 м и менее) практически независимо от дальности перехвата при интенсивных маневрах малоразмерных поражаемых целей (до 20 единиц).

Учитывая чрезвычайно широкий спектр поражаемых системой С-300В4 целей и стремясь оптимизировать критерий «стоимость-эффективность», сочли целесообразным в составе системы иметь два типа зенитных управляемых ракет (ЗУР):

– «тяжелую» ракету 9М82М(Д), обеспечивающую перехват и поражение основных типов

БОЕВОЙ ПОРЯДОК ЗЕНИТНОГО РАКЕТНОГО ДИВИЗИОНА (ЗРДН) С-300В4 И ЕГО ВОЗМОЖНОСТИ ПО ПРОТИВОРАКЕТНОЙ И ПРОТИВОВОЗДУШНОЙ ОБОРОНЕ

ВОЗМОЖНОСТИ ЗРДН С-300В4 ПО ПРОТИВОРАКЕТНОЙ И ПРОТИВОВОЗДУШНОЙ ОБОРОНЕ

Основные характеристики:

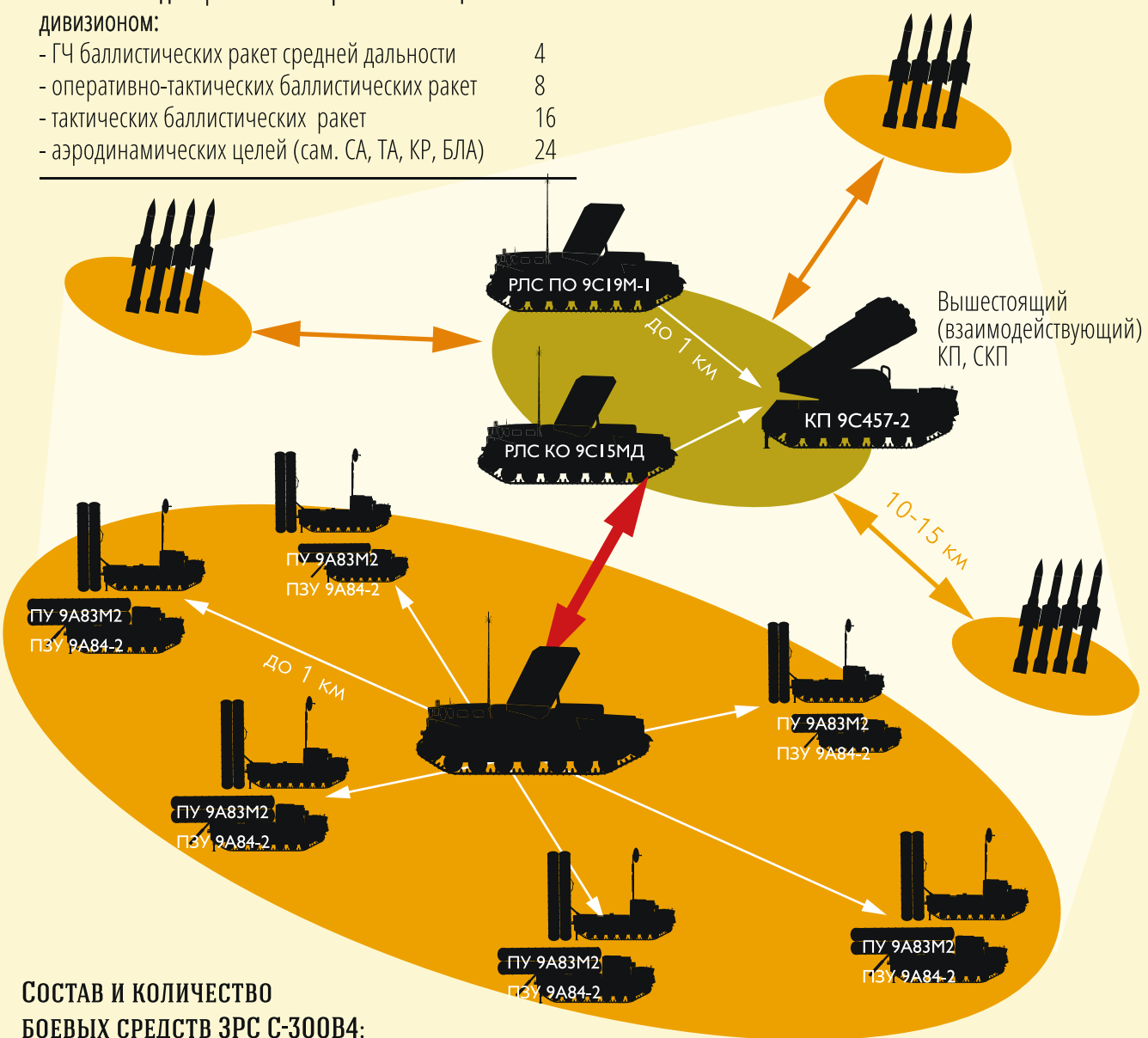
Количество зенитных ракетных батарей в дивизионе (зрдн) 4

Количество одновременно обстреливаемых целей дивизионом:

- ГЧ баллистических ракет средней дальности 4
- оперативно-тактических баллистических ракет 8
- тактических баллистических ракет 16
- аэродинамических целей (сам. СА, ТА, КР, БЛА) 24

ВОЗМОЖНОЕ НАПРАВЛЕНИЕ БАЛЛИСТИЧЕСКИХ УГРОЗ И УДАРОВ СВН

- Командный пункт зрдн с узлом разведки и целеуказания
- Зенитная ракетная батарея



СОСТАВ И КОЛИЧЕСТВО БОЕВЫХ СРЕДСТВ ЗРС С-300В4:

Боевые средства ЗРС:	РЛС	КП	МСНР	ПУ	ПЗУ
	9С15МД 9С19М1	9С457-2	9С32М1	9А83М2	9А84-2
	1	1	1	24	24 (16)



баллистических целей, в том числе малоразмерных головных частей БРСД, летящих со скоростью до 4600 м/с, а также аэродинамических VIP-целей на максимальных дальностях;

– «легкую» ракету 9М83М, обеспечивающую преимущественное поражение тактических баллистических ракет, остальных типов аэродинамических целей, в том числе крылатых ракет.

«Тяжелая» и «легкая» ракеты твердотопливные, двухступенчатые, гиперзвуковые (средние скорости полета 2400 м/с и 1700 м/с соответственно), максимально унифицированы между собой (практически отличаются только ускорителями).

Ракеты выполнены по аэродинамической схеме «несущий конус», что обеспечивает реализацию высоких располагаемых перегрузок в полете. В ЗРС реализован газодинамический («минометный») вертикальный старт ракет из транспортно-пусковых контейнеров (ТПК), что в целом позволило сократить время реакции системы и максимально упростить конструкцию пусковых и пускозаряжающих установок. Газодинамическое управление первой ступенью (управление вектором тяги) позволило сократить ближнюю границу зоны поражения. Кстати, реализовать вертикальный старт ракет из ТПК американцы не смогли ни при модернизации ЗРК «Пэтриот», ни в новейшей системе ТНААД.

Для получения наиболее высоких показателей эффективности поражения широкого класса целей в ЗУР впервые была применена боевая часть (БЧ) направленного подрыва, включающая в свой состав два типа (две фракции) полуготовых поражающих элементов: «тяжелых», массой 14,8 г, и «легких», массой 4,7 г.

БЧ направленного подрыва обеспечивает разлет поражающих элементов не вкруговую (360°), как в классических боевых частях, а в секторе 60° (точнее, в телесном угле 60°х60°). Таким образом, коэффициент направленности БЧ составляет 6 единиц (360°:60°). Следовательно, при массе БЧ направленного подрыва равной 150 кг ее воздействие по цели эквивалентно классической БЧ массой примерно 900 кг.

Наличие в БЧ двух фракций поражающих элементов обеспечивает поражение обшивки цели «легкими» поражающими элементами и полное разрушение цели «тяжелыми» поражающими элементами, в том числе практически без инициирования ядерного заряда, если таковой имеется на цели.

Для полного использования возможностей БЧ направленного подрыва бортовые систе-

мы ЗУР перед встречей с целью определяют ее пространственное положение относительно ракеты, осуществляют доворот ракеты по крену и вычисляют необходимый угол биссектрисы сектора разлета поражающих элементов относительно продольной оси ракеты. Это позволяет согласовать область срабатывания радиовзрывателя и телесный угол поражения БЧ с учетом информации о стороне пролета ЗУР, типе цели и векторе относительной скорости цели и ракеты (то есть решить в полете задачу по так называемой полной формуле согласования).

ЗУР системы сконструированы и выполнены по новейшей технологии (технологии «ракета-патрон»), они не требуют сборки, заправки, проверки в ходе эксплуатации.

Состав и структура ЗРС С-300В4, особенности построения ее боевого порядка

Зенитная ракетная система С-300В4 включает в свой состав боевые средства, средства технического обеспечения, обслуживания и вспомогательные средства.

В состав боевых средств системы входят (рис. 2):

– узел разведки и целеуказания, состоящий из радиолокаторов кругового (9С15МД) и программного обзора (9С19М1), и командный пункт (9С457-2), обеспечивающий проведение анализа воздушно-космической обстановки, решение задач целераспределения и выдачу целеуказаний зенитным ракетным комплексам системы, а также управление их боевыми действиями;

– зенитные ракетные комплексы (максимально – до четырех в системе), представляющие собой зенитные ракетные батареи (зрбтр).

Каждый зенитный ракетный комплекс (зрбтр) включает в свой состав:

– многоканальную станцию наведения ракет (МСНР) 9С32М1;

– пусковые установки (ПУ) 9А83М2 с четырьмя «легкими» ЗУР 9М83М в ТПК на каждой установке – всего до шести ПУ в составе ЗРК (до 24 ЗУР);

– до шести пускозаряжающих установок (ПЗУ) 9А84-2 с двумя «тяжелыми» зенитными управляемыми ракетами 9М82М(Д) в ТПК на каждой ПЗУ.

Таким образом, в системе С-300В4 «легкие» зенитные управляемые ракеты 9М83М размещаются только на пусковых установках 9А83М2,

а «тяжелые» зенитные управляемые ракеты 9М82М(Д) – только на пускозаряжающих установках 9А84-2. Это позволило исключить из состава боевых средств системы «тяжелую» пусковую и «легкую» пускозаряжающую установки, которые ранее входили в состав систем ряда С-300В – предшественниц системы С-300В4, упростив ее структуру и стоимость при практическом сохранении боевых характеристик. Кроме того, в системе С-300В4 пусковая установка 9А83М2 стала универсальной, способной формировать полетные задания и управлять в полете как «легкой», так и «тяжелой» ракетами. Учитывая огневую производительность зрбтр в ее составе, достаточно иметь всего четыре пускозаряжающие установки 9А84-2.

Все боевые средства системы С-300В4 размещаются на унифицированных гусеничных шасси высокой проходимости и маневренности, в состав которых входят автономные средства энергоснабжения на базе газотурбинных агрегатов. На шасси размещены также средства цифровой телекодировки аппаратуры связи, обеспечивающей функционирование боевых средств системы фактически по сетевому типу в режиме онлайн на требуемых дальностях с необходимым быстродействием.

Боевые средства системы оснащены аппаратурой автономной навигации, топопривязки и ориентирования, а также спутниковой навигацией, работающей в системе ГЛОНАСС – «Навстар». Это позволяет ЗРС С-300В4 с марша, без предварительной топогеодезической подготовки, занимать назначенные боевые и стартовые позиции. При этом время занятия позиции, автоматизированного развертывания, топо- и взаимопривязки каждого боевого средства и системы в целом не превышает пяти минут, что феноменально для систем этого класса.

Боевой порядок зрдн строится с учетом как боевых возможностей самой зенитной ракетной системы, так и с учетом назначения, размерности, конфигурации и других особенностей прикрываемого объекта.

Дальность действия цифровой системы телекодировки связи между боевыми средствами внутри подразделений (РЛС КО, РЛС ПО и КП в зрдн, МСНР и ПУ, ПЗУ в зрбтр) составляет до 1 км.

Дальность действия цифровой системы телекодировки связи между КП зрдн и зенитными ракетными батареями (МСНР) составляет до 20 км, что и определяет максимальное удаление между ними. В случае необходимости выноса одной-двух зенитных ракетных батарей на ракетноопасное направление (до 40 км) имеется возможность использовать для обмена

телекодировки информацией с этими батареями радиоретрансляторы.

В целом зенитный ракетный дивизион С-300В4 автономен и способен самостоятельно выполнять боевые задачи как нестратегической противоракетной обороны (ПРО), так и противовоздушной обороны (ПВО), обеспечивая одновременный обстрел четырех головных частей баллистических ракет средней дальности, восьми оперативно-тактических, 16 тактических ракет или до 24 аэродинамических целей, в том числе особо важных. Как модуль ПРО зрдн обеспечивает прикрытие от ударов вышеперечисленных типов ракет площади не менее 4800 км².

При вхождении зрдн в состав зенитной ракетной бригады КП 9С457-2 обеспечивает обмен телекодировки цифровой информацией с командным пунктом бригады, оснащенным АСУ типа «Поляна-Д4М». В случае необходимости интеграции ЗРС С-300В4 в другие системы обороны КП 9С457-2 может быть дооборудован соответствующими модулями сопряжения.

ЗРС С-300В4 – высоконадежная система-робот

ЗРС С-300В4 представляет собой сложную высокоавтоматизированную (по сегодняшним понятиям – роботизированную) боевую систему. Этого удалось достичь благодаря оснащению всех боевых средств быстродействующими вычислительными системами, внедрением современных средств и способов цифровой обработки сигналов, цифровых средств обмена информацией и элементов искусственного интеллекта.

При стрельбе по аэродинамическим целям, и особенно при стрельбе по баллистическим целям, все этапы боевой работы максимально автоматизированы, влияние человеческого фактора на боевую эффективность системы предельно сокращено, а временные параметры цикла стрельбы (время реакции системы) минимальны. Достаточно отметить, что при стрельбе по баллистической цели функции боевого расчета системы сводятся к нажатию трех кнопок – кнопки на КП системы, утверждающей решение на целераспределение и назначение конкретной батареи для стрельбы, кнопки на МСНР батареи на утверждение выбранной связки ПУ-ПЗУ для подготовки ракет и проведения стрельбы, кнопки «Пуск» на ПУ. Система С-300В4 действительно работает как противоракетно-противовоздушный робот.

При разработке ЗРС ряда С-300В особое внимание уделялось не только достижению высоких боевых характеристик и возможностей системы, но и обеспечению надежного функционирования входящих в ее состав средств в боевых условиях, сокращению времени простоя в неисправном состоянии и достижению тем самым максимального значения коэффициента технической готовности (Ктр) в условиях эксплуатации.

С целью сокращения времени простоя вооружения в неисправном состоянии все боевые средства ЗРС оснастили автоматизированными системами проведения функционального контроля, а также средствами тестирования и поиска неисправности, вплоть до типового элемента замены (ТЭЗ). В состав системы включили также специально разработанные технические и вспомогательные средства, состоящие из средств технического обслуживания (дивизионные средства) и средств ремонта и технического обслуживания (средства группы ЗРС, то есть бригадные средства).

Средства технического обслуживания включают в свой состав машины технического обслуживания (МТО), предназначенные для проведения технического обслуживания, текущего ремонта агрегатным методом (путем замены неисправных узлов и ТЭЗов), размещения, хранения и транспортировки комплектов запасного имущества и принадлежностей (ЗИП) и контрольно-измерительной аппаратуры. МТО оснащаются отделения технического обеспечения (ОТО) зенитных ракетных дивизионов.

К средствам ремонта и технического обслуживания относятся машины ремонта и технического обслуживания (МРТО), предназначенные для углубленного технического обслуживания боевых средств системы, а также ремонта неисправных блоков, узлов и ТЭЗов из комплекта ЗИП МТО. Комплектом МРТО оснащается ремонтное подразделение зенитной ракетной бригады.

Такое разделение функций обслуживания и ремонта и эшелонирование соответствующих средств позволило существенно сократить время, затрачиваемое на поиск неисправностей и их устранение.

В состав вспомогательных средств входит транспортная машина 9Т82М, три вида комплектов специальных ЗИПов (одиночный, групповой и ремонтный) и другое оборудование.

Транспортная машина (ТМ) 9Т82М предназначена для транспортировки по всем видам дорог, временного хранения и доставки на огневые (стартовые) позиции двух ЗУР 9М83М или одной ЗУР 9М82М в транспортно-пусковых

контейнерах, а также вывоза (эвакуации) с огневых позиций использованных транспортно-пусковых контейнеров многоразового использования.

Сравнение ЗРС С-300В4 с зарубежными системами

ЗРС С-300В4, как и большинство систем ПВО российского производства, прямых зарубежных аналогов не имеют. Вместе с тем на международных выставках вооружений конкуренцию российской системе С-300В4 пытается составить ЗРК Patriot PAC-3, на который полагают возможным возложить решение задач ПРО-ПВО на ТВД. Однако объективные оценки, в том числе зарубежных экспертов, показывают, что ЗРК Patriot PAC-3 не дотягивает даже до С-300ПМУ2.

Что касается ЗРС С-300В4, ее сравнительные возможности с ЗРК Patriot PAC-2 и PAC-3 по борьбе с баллистическими ракетами различных классов, а также площади, прикрываемые от ударов БР, представлены на рис.3. Эти авторские данные впервые демонстрировались на выставке вооружений в Объединенных Арабских Эмиратах применительно к предшественнице ЗРС С-300В4 – системе С-300ВМ «Антей-2500», обладавшей несколько меньшими возможностями, но возражений с американской стороны даже тогда не вызвали.

Как следует из представленных данных, ЗРК Patriot PAC-3 по площади, прикрываемой от ударов ОТБР типа «Скад-Б» (одна и та же ракета «Скад-Б» выбрана для достижения корректности расчетов), в 4,6 раза уступает ЗРС С-300В4, а с ракетами с дальностью старта более 1000 км ЗРК Patriot PAC-3 бороться вообще не способен.

По помехозащищенности ЗРК Patriot PAC-3 в целом существенно (не менее чем в два раза по прямым расчетам) проигрывает ЗРС С-300В4 (рис.3).

Что касается ЗРС HQ-9 (другое обозначение FD-2000) китайского производства, то она не является даже приближенным аналогом ЗРС С-300В4. Тем не менее появление на международном рынке подобной системы необходимо учитывать, особенно принимая во внимание ее цену.

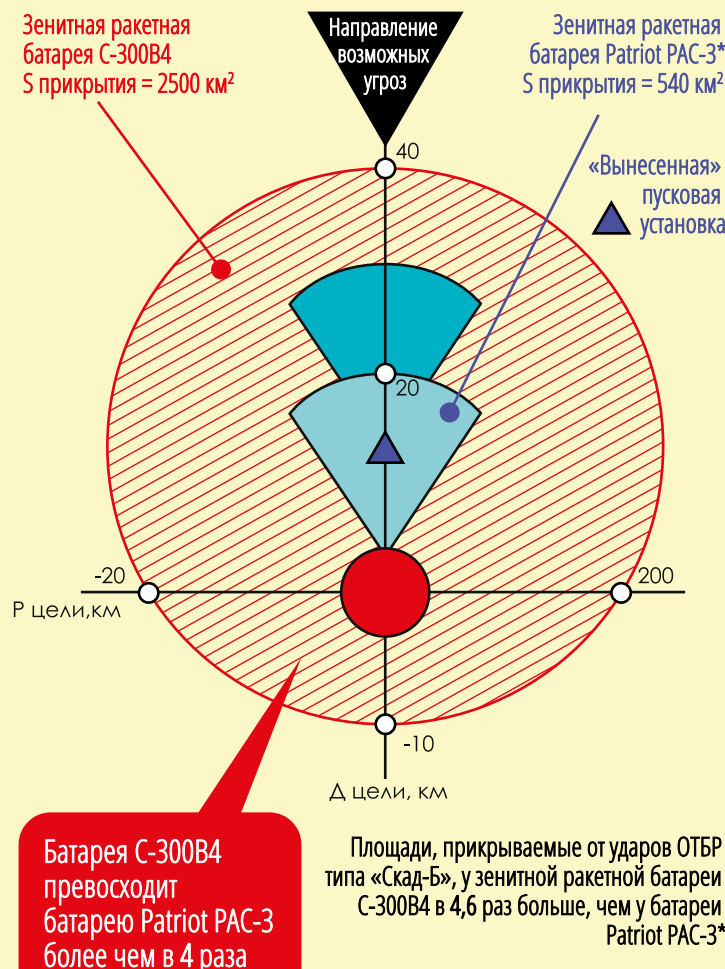
Известно, что для того, чтобы остаться на длительное время в кильватере научно-технического прогресса, любой образец вооружения должен непрерывно модернизироваться и совершенствоваться, что предусмотрено и в ЗРС С-300В4 – надежном страже неба в XXI веке.

СРАВНЕНИЕ БОЕВЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЗРС С-300В4 И ЗРК PATRIOT

по борьбе с баллистическими ракетами различных классов, а также уровней их помехозащищенности



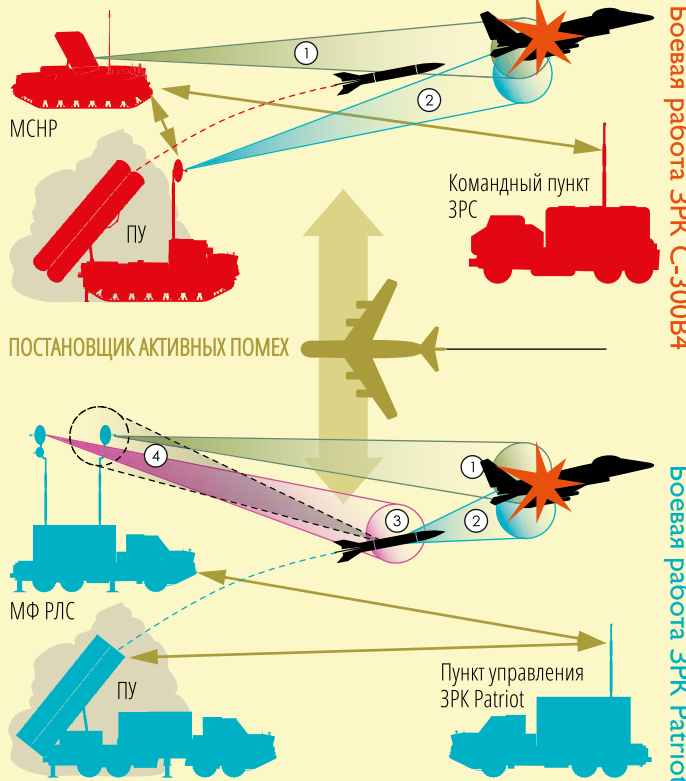
ПЛОЩАДИ, ПРИКРЫВАЕМЫЕ ОТ УДАРОВ БАЛЛИСТИЧЕСКИХ РАКЕТ (ОТБР типа Скад-Б Д старта = 300 км)



*Patriot PAC-3: вариант боевой работы с «вынесенной» пусковой установкой для максимального увеличения площади прикрития от ударов ОТБР

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ПОМЕХОЗАЩИЩЕННОСТИ

	С-300В4	Patriot
Количество основных радиоканалов, подверженных воздействию помех	2	4
Результат воздействия помех	Снижение вероятности перехвата цели	Срыв выполнения боевой задачи
Наличие резервных средств и способов для работы в помехах	Имеются	Отсутствуют



- 1 разведка, обнаружение, сопровождение цели и ее подсвет
- 2 сопровождение цели через ракету
- 3 передача команд управления на ракету
- 4 прием информации с борта ракеты

Текст: Александр ЛУЗАН,
доктор технических наук, лауреат Государственной премии РФ,
генерал-лейтенант в отставке, бывший председатель Госкомиссии
по испытаниям ЗРС С-300ВМ – предшественницы С-300В4, экс-
заместитель командующего (начальника) войск ПВО Сухопутных войск
по вооружению – главный инженер войск ПВО Сухопутных войск

«Томагавки» бьют по Сирии. Полезные уроки

**Анализ
нанесенного
массированного
ракетного удара
и его результатов**

США нанесли ракетный удар превентивно, без санкций Совбеза ООН, в ответ на якобы применение сирийскими ВВС химического оружия при бомбовом ударе, который был нанесен за несколько дней до этого по позициям заперщенного в России ИГ в районе Идлиб.

Этому акту агрессии со стороны США уже даны соответствующие оценки, в том числе президентом РФ. Но здесь хотелось бы провести не политический, а военный и военно-технический анализ этого ракетного удара, попытаться извлечь из него некоторые уроки, возможно, полезные и для нас.

Попытку разобраться в военных аспектах ракетного удара уже предпринял еженедельник «Военно-промышленный курьер» (№ 14 (678), 2017 г.), но, на мой взгляд, рассмотрены далеко не все проблемы. По возможности, переведем анализ в практическую плоскость.

Особенности и уроки нанесенного удара

В первую очередь необходимо отметить, что удар был нанесен именно крылатыми ракетами (КР). Выбор КР как основного носителя боевого потенциала США практически был сделан еще в 1991 году в ходе проведения операции «Буря в пустыне» против Ирака. С тех пор сменилось пять президентов США, но значимость, формы и способы боевого применения КР фактически не изменялись, а лишь совершенствовались.

Более того, кажущиеся успехи, достигнутые США и другими странами НАТО в ходе агрессии против Югославии, в том числе результативность масштабного применения крылатых ракет, послужили основанием для разработки и развития в США концепции «быстрого глобального удара».

Суть концепции сводится к нарушению существующего баланса стратегических ядерных сил сдерживания (СЯС), в первую очередь между США и РФ, еще до начала агрессии или в самом ее начале путем уничтожения большей части СЯС высокоточными средствами поражения в обычном (безъядерном) оснащении.

Основным средством поражения как в концепции «быстрого глобального удара», так и в превентивных ударах, подобных сирийскому, стали именно крылатые ракеты. Носителями таких ракет могут быть как военно-морские надводные или подводные средства, так и пилотируемая авиация. Не исключено также применение КР и с наземных пусковых установок. Таким образом, в понимании США крылатые ракеты большого радиуса действия с боевыми частями в обычном снаряжении продолжают оставаться основным носителем боевого потенциала и пре-

7 апреля 2017 года ВМС США из акватории Средиземного моря нанесли массированный ракетный удар (МРУ) по сирийской авиабазе «Шайрат». По данным Пентагона, удар был нанесен 59 крылатыми ракетами морского базирования (КРМБ) «Томагавк» с бортов двух эсминцев, специально подошедших к берегам Сирии. Результаты этого удара могут послужить уроком, полезным и для нас.

вентивным средством нападения, что необходимо учитывать.

Ракетный удар был нанесен, скорее всего, при следовании КР на предельно малых высотах с огибанием рельефа местности на всем маршруте полета, а не только на конечной его части, в ночное время (в 3 часа 40 минут по МСК). Этому тоже есть объяснение. Полет на предельно малых высотах способствовал созданию внезапности удара, так как имеющиеся на территории Сирии российские средства разведки, размещенные в локальных районах базирования ВКС, не могли обеспечить обнаружение факта старта КР и тем более траекторий их полета над территорией Сирии. Да и сами маршруты полета КР были выбраны так, что проходили по возможности вне зон видимости РЛС ВКС.

В понимании США крылатые ракеты большого радиуса действия с боевыми частями в обычном снаряжении продолжают оставаться основным носителем боевого потенциала и превентивным средством нападения, что необходимо учитывать.

Нанесение удара ночью было направлено на снижение возможностей и эффективности боевого применения против них наиболее массовых переносных зенитно-ракетных комплексов (ЗРК), не оснащенных прицелами ночного видения, и зенитной артиллерии без радиоприборного обеспечения, как это уже отрабатывалось и ранее (Ирак, Югославия, Ливия, Афганистан).

К сожалению, имеющиеся в Сирии ПЗРК ранних выпусков ночными прицелами дооснащены не были. Необходимо также отметить, что применение КР типа «Томагавк» в условиях Сирии (гористо-пустынная местность) потребовало привлечения американцами не только средств разведки космического базирования, но и космических средств ориентирования типа GPS. В связи с этим постановка помех системам GPS в районах прикрываемых от нападения КР объектов может оказаться достаточно эффективной, что заранее необходимо планировать.

Особенно необходимо акцентировать внимание на том, что в нанесенном по авиабазе «Шайрат» ударе сами средства воздушного

нападения, в данном случае – КРБМ, понесли весьма ощутимый урон, несоизмеримый с потерями СВКН в подобных ситуациях, имевших место в прошлом. Цели не достигло 36 крылатых ракет (61%) из числа запущенных с эсминцев 59 КР.

Во всех предыдущих конфликтах потери нападающей стороны, также выполненные в основном с применением КР, не превышали 6–12%, в том числе при достаточно интенсивном применении средств ПВО противоборствующей стороной. В Ираке, например, во время проведения операции «Буря в пустыне» наибольшие потери КР составили всего 12%.

К сожалению, этот достаточно важный момент не нашел отражения в СМИ. Вместе с тем уже неоднократно обращалось внимание на то, что к настоящему времени образовался все возрастающий разрыв между состоянием, темпами развития и возможностями СВКН и системами ПВО в ряде государств. Системы ПВО, не обновляемые и не модернизируемые на протяжении последнего ряда лет, оказались практически беспомощными в борьбе с современными СВКН, особенно при массированном применении КР.

Этого нельзя сказать о Сирии, которая к началу террористической операции и гражданской войны закупила ряд новейших средств ПВО, таких как ЗРС «Бук-М2» и ЗРПК «Панцирь-С1», а до этого уже располагала ЗРС С-300П ранних модификаций и «Бук-М1». В этой связи такие большие потери КР в ходе полета их к цели могли явиться следствием того, что их маршрут случайным образом прошел через позиции одного-двух дивизионов мобильных сирийских ЗРС «Бук-М2».

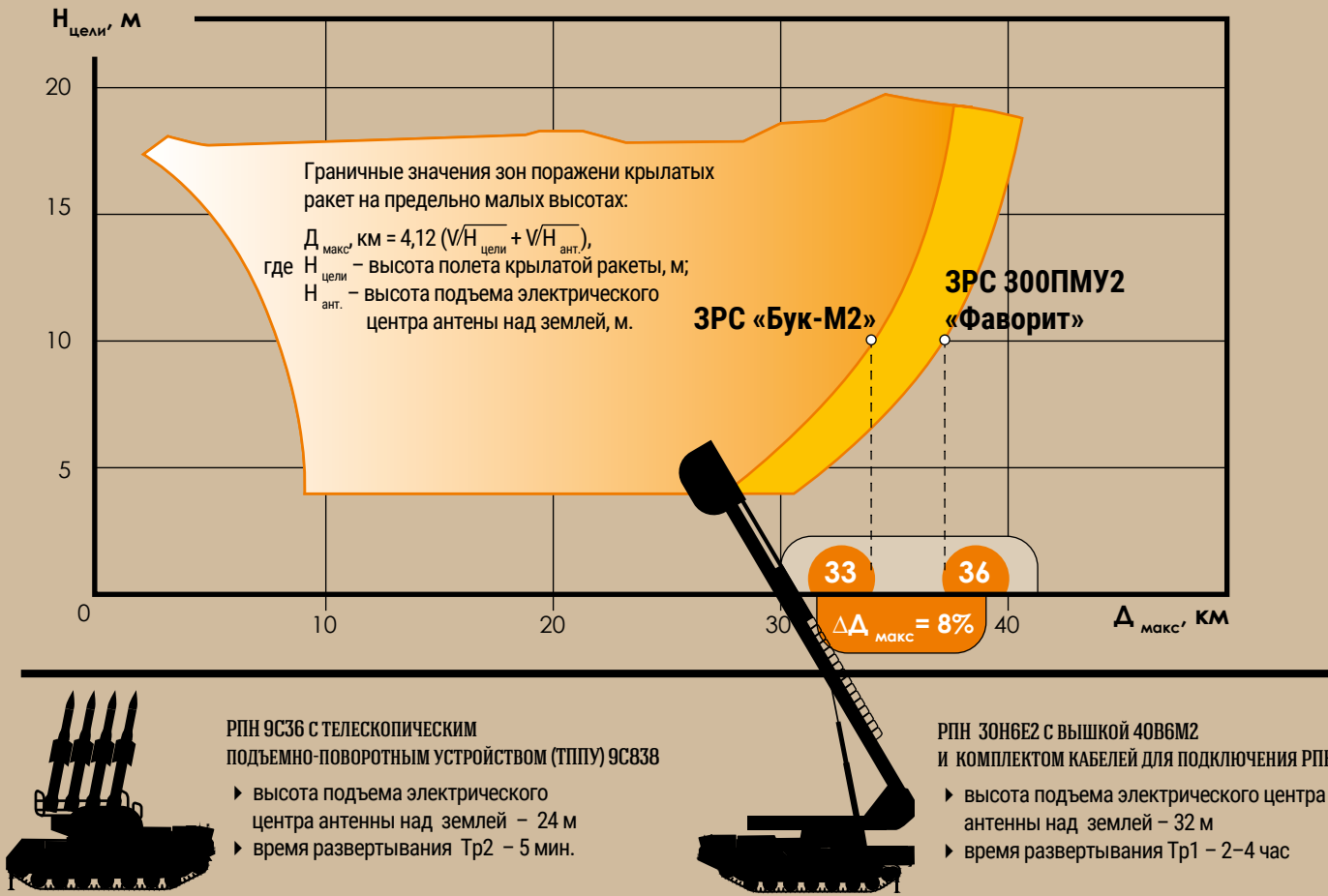
Именно зенитно-ракетная система «Бук-М2» является на сегодня самым эффективным наземным средством борьбы с крылатыми ракетами, действующими на предельно малых высотах. Она обеспечивает эффективное поражение всех типов аэродинамических целей, действующих под прикрытием активных и пассивных помех, а также способна вести борьбу с баллистическими ракетами тактического и оперативно-тактического классов. Максимальная скорость поражаемых целей составляет до 1200 м/с, а минимальная эффективная отражающая поверхность – 0,1 м².

Но самой главной особенностью ЗРС «Бук-М2», ее изюминкой, являются значительно расширенные возможности по борьбе с современными КР на предельно малых высотах. Так, при полете КР на высоте 15 м дальность ее поражения составляет до 30–35 км, что в 2–3 раза больше, чем у дру-

Возможности ЗРС СРЕДНЕЙ ДАЛЬНОСТИ «Бук-М2»

по борьбе с крылатыми ракетами при их полете на предельно малых высотах и их сравнение с другими ЗРС

Расчетные значения максимальных дальностей поражения крылатых ракет на предельно малых высотах ЗРС СД «Бук-М2» и ЗРС ДД С-300ПМУ2



гих зенитных ракетных средств. Это достигается за счет введения в состав ЗРС радиолокатора подсвета и наведения (РПН), антенные системы и приемно-передающие устройства которого размещены на мобильном телескопическом подъемно-поворотном устройстве, поднимающем их на высоту более 22 м в течение 2 мин.

Стрельбовый комплекс ЗРС «Бук-М2» выполнен в двух вариантах: в составе многоканального радиолокатора подсвета и наведения (РПН) и двух пускозаряжающих установок (ПЗУ) и в составе самоходной огневой установки (СОУ) и также двух ПЗУ. Всего в составе ЗРС может быть до шести стрельбовых комплексов (до шести РПН или СОУ в любом сочетании с соответствующим количеством ПЗУ). Каждый

стрельбовый комплекс любой комплектации обеспечивает обстрел одновременно до четырех аэродинамических целей.

Таким образом, полномасштабный ЗРС средней дальности «Бук-М2», организационно представляющий собой зенитный ракетный дивизион (зрдн), способен одновременно обстрелять 24 крылатых ракеты, маршрут которых пролегает в полосе 60 км и более относительно позиции зрдн. Всего за пролет зоны поражения дивизион способен уничтожить 24–36 крылатых ракет и более (на боевых средствах ЗРС находится от 48 до 72 готовых к пуску ЗУР в зависимости от структуры дивизиона), что хорошо согласуется с потерями американских КР в ходе налета на сирийскую авиабазу.

Возможности ЗРС «Бук-М2» по борьбе с крылатыми ракетами при их полете на предельно малых высотах, расчетные значения максимальных дальностей поражения КР в этих условиях и их сравнение с другими ЗРС, в частности с ЗРС ДД С-300ПМУ2 «Фаворит», приведены на рис. 1.

Сравнивать возможности ЗРС «Бук-М2» и ЗРС семейства С-300П по борьбе с крылатыми ракетами имеет смысл потому, что только эти средства имеют специальные устройства, позволяющие поднимать на значительную высоту (20–30 м) антенные устройства радиолокационных систем стрельбовых каналов для расширения зоны прямой видимости и увеличения тем самым дальней границы зоны поражения крылатых ракет, действующих на предельно малых высотах.

Так вот, по максимальной дальности поражения указанных целей возможности систем практически одинаковы (ЗРС «Бук-М2» всего на 8% проигрывает ЗРС С-300ПМУ2 по дальности поражения). Однако время развертывания вышек для подъема антенных систем в ЗРС С-300ПМУ2 почти в 20 раз больше, а ее стоимость – в 7,8 раза выше, чем у телескопических подъемно-поворотных устройств ЗРС «Бук-М2». Кроме того, в последнее время ЗРС семейства С-300П и С-400 по ряду причин вышками не доукомплектовываются.

Применение КР типа «Томагавк» в условиях Сирии (гористо-пустынная местность) потребовало привлечения американцами не только средств разведки космического базирования, но и космических средств ориентирования типа GPS. В связи с этим постановка помех системам GPS в районах прикрываемых от нападения КР объектов может оказаться достаточно эффективной, что заранее необходимо планировать.

Вероятность поражения КР одной ЗУР в системе «Бук-М2» выше, чем в других комплексах, в том числе за счет реализации в ней режима распознавания типа цели и адаптации боевого снаряжения ЗУР для максимально эффективно поражения распознанной цели. Это же позволяет сократить средний расход ракет на одну сбитую цель.

Ракетный удар по авиабазе Шайрат, как уже упоминалось в некоторых СМИ, был нанесен КРМБ одной из последних модификаций RGM/UGM-109E Blok4, называемых также Tactical Tomahawk, выпуска 2014–2015 гг. Отличительной особенностью этих КРМБ является повышенная эффективность их боевого применения в контртеррористических операциях, в том числе возможность барражирования в течение некоторого времени в районе цели, а также высокая точность поражения за счет сравнения текущего видеоизображения цели с запрограммированным. Правда, этого удалось достичь только путем снижения массы боевой части (БЧ) КР с 454 кг (классический вариант КРМБ модификации TLAM) до 317 кг (на 30%), но за счет повышения точности наведения (ошибка всего в десятки сантиметров) это практически не снизило эффективность боевого применения новых КР.

Поэтому считать причиной низких результатов удара по Шайрату «слабость БЧ» новейших американских ракет (масса БЧ одной КР более 300 кг, а до авиабазы долетело 23 КР) вряд ли возможно. Скорее всего, это следствие недостаточной контрастности видеоизображения взлетно-посадочной полосы авиабазы в условиях гористо-пустынной местности и еще сравнительно темного времени удара. Возможно также, что это следствие поспешности подготовки ракетного удара и недоразведка цели, важен был не столько результат, сколько сам факт нанесения удара, хотя это мало похоже на американскую философию.

А вот эффективность прикрытия авиабазы, которая достаточно активно использовалась сирийской авиацией в ходе боевых действий против террористов, средствами ПВО не выдерживает никакой критики. Непосредственное прикрытие авиабазы осуществлялось одноканальной по цели зенитной ракетной батареей ЗРК «Куб», самоходная установка разведки и наведения (СУРН) которого была уничтожена КР в ходе удара, а также, возможно, ПЗРК «Стрела-2М» или «Игла», но без средств обеспечения стрельбы ночью.

Это прикрытие было фактически единственным, так как специфические условия ведения боевых действий в Сирии (отсутствие класси-



Зенитно-ракетная система «Бук-М2» является на сегодня самым эффективным наземным средством борьбы с крылатыми ракетами, действующими на предельно малых высотах. Она обеспечивает эффективное поражение всех типов аэродинамических целей, действующих под прикрытием активных и пассивных помех, а также способна вести борьбу с баллистическими ракетами тактического и оперативно-тактического классов. Максимальная скорость поражаемых целей составляет до 1200 м/с, а минимальная эффективная отражающая поверхность – 0,1 м².

ческого переднего края, «лоскутность» построения боевых порядков, их разрывность) не позволяют создать общую эффективную систему ПВО, а практическое отсутствие у террористов СВКН снижает бдительность, «расслабляет» имеющиеся силы и средства ПВО Сирии. Подтверждение этому – ни одна из 23 крылатых ракет, достигших авиабазы, средствами прикрытия уничтожена не была, в то время как даже при самом пессимистическом раскладе хотя бы 2–3 КР должны были бы быть сбиты имеющимися средствами.

В этой связи напрашивается вывод, что рассуждения о достаточности прикрытия важных объектов в «общей системе обороны» или выделение для этого устаревших одноканальных зенитных ракетных систем или маломощных средств ближнего действия сегодня неправомерны и неконструктивны.

36 крылатых ракет из 59, запущенных с эсминцев, не достигли цели. Во всех предыдущих конфликтах потери нападающей стороны, также выполненные в основном с применением КР, не превышали 6–12%, в том числе при достаточно интенсивном применении средств ПВО противоборствующей стороной. В Ираке, например, во время проведения операции «Буря в пустыне» наибольшие потери КР составили всего 12%.

Выводы и предложения

Боевые действия в Сирии и развернувшаяся в целом на Ближнем Востоке борьба с международным терроризмом, в том числе с заперщенным в России и других странах мира ИГИЛ, относятся к нетрадиционным способам ведения боевых действий по масштабу, размаху и проникновению в повседневную жизнь. Однако какими бы особенностями не обладала современная война, в ней находят применение СВКН как один из решающих факторов достижения целей военного конфликта.

Способы и тактика действий КР достаточно отработаны, наиболее вероятно их внезапное (или по возможности скрытное) применение с максимально возможной продолжительностью полета на предельно малых высотах, с барражированием при необходимости в районе цели, последующим групповым перестроением, в том числе «роевое» применение с использованием элементов искусственного интеллекта.

Среди СВКН особое место отводится дальнотбойным крылатым ракетам (КР), рассматриваемым как основной носитель боевого потенциала в превентивных и в возможных «быстрых глобальных ударах», концепция которых продолжает отрабатываться в США. Способы и тактика действий КР достаточно отработаны, наиболее вероятно их внезапное (или по возможности скрытное) применение с максимально возможной продолжительностью полета на предельно малых высотах, с барражированием при необходимости в районе цели, последующим групповым перестроением, в том числе «роевое» применение с использованием элементов искусственного интеллекта.

Анализ войн и военных конфликтов последнего периода, развертывание наших ВКС в Сирии, создание там военно-морской базы (ВМБ) на длительной основе однозначно показывают, что традиционные способы построения систем ПВО для решения современных задач недостаточны. Необходимость надежного прикрытия авиабазы ВКС и ВМБ в Сирии потребовала создания автономных высокоэффективных группировок ПРО-ПВО на базе ЗРС С-300В4 и С-400 совместно со средствами самообороны – ЗРПК «Панцирь-С1».

Устаревшее вооружение ПВО, традиционные организационно-штатные структуры и классические способы ведения боевых действий становятся малоэффективными или неприемлемыми, особенно в специфических условиях ведения боевых действий, связанных с «лоскутностью» и разрывностью построения боевых порядков.

Это не позволяет создать общую (территориальную) эффективную систему ПВО и все больше приводит к мысли о необходимости перехода в этих условиях к ее очаговому (объектовому) построению. Другими словами, необходимо прикрывать от ударов СВКН не территорию страны, не театр военных действий, фронт или армию, а стратегически важные объекты, расположенные на территории страны, войска и военные объекты, входящие в состав фронта, армии, дивизии.

В связи с этим хотелось бы еще раз акцентировать внимание на том, что в современных условиях создание и развертывание высокоэффективных систем активной защиты особо важных объектов (САЗ ОВО), особенно районов базирования СЯС – первоочередных потенциальных целей для средств «быстрого глобального удара», носителями боевого потенциала в котором остаются дальнотбойные КР, весьма актуально.

Возможный состав, структура САЗ ОВО, решаемые ими задачи подробно рассмотрены в статье автора «Быстрый глобальный контрудар», опубликованной в еженедельнике «Военно-промышленный курьер» (№ 12 (676) и № 13 (677), 2017 г.). Актуальность необходимости создания систем активной защиты особо важных объектов подтверждают и результаты анализа нанесения США превентивного удара КР по авиабазе «Шайрат», а также беспрецедентный военнополитический кризис в районе Корейского полуострова и нашего Дальнего Востока.

Хорошо, если бы с предложением о необходимости создания САЗ ОВО согласилось и Минобороны и сделало соответствующие выводы.



Считать причиной низких результатов удара по Шайрату «слабость БЧ» новейших американских ракет (масса БЧ одной КР более 300 кг, а до авиабазы долетело 23 КР) вряд ли возможно. Скорее всего, это следствие недостаточной контрастности видеоизображения взлетно-посадочной полосы авиабазы в условиях гористо-пустынной местности и еще сравнительно темного времени удара. Возможно также, что это следствие поспешности подготовки ракетного удара и недоразведка цели, важен был не столько результат, сколько сам факт нанесения удара, хотя это мало похоже на американскую философию.





УЧЕНЫЕ ИЗ ВЭС ВКС ОБСУДИЛИ АКТУАЛЬНЫЕ ВОПРОСЫ КОСМИЧЕСКИХ ТЕХНОЛОГИЙ

Текст: Наталья БУРЦЕВА
Фото: Владимир Савельев

Во Вневедомственном экспертном совете по вопросам воздушно-космической сферы 12 апреля состоялся круглый стол. Члены ВЭС ВКС во главе с исполнительным директором Игорем Владимировичем Косяком собрались в Международный день космонавтики, чтобы обсудить тему «Космические технологии XXI века: проекты и решения».



На фото:

1. **Вячеслав Фатеев**, доктор военных наук, профессор, генерал-майор
2. **Александр Попель**, кандидат технических наук, генеральный директор ОАО «ЦНПО „Святоц“»
3. **Сергей Старчак**, профессор Военного института МГТУ имени Н.Э. Баумана
4. **Александр Потапов**, доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник института радиотехники и электроники имени В. А. Котельникова РАН
5. **Андрей Демидюк**, доктор военных наук, доцент, директор по развитию АО «НПП „Кант“»



Автор книги «Релятивистская метрология околоземного пространства-времени» доктор технических наук, профессор генерал-майор **Вячеслав Филиппович Фатеев** презентовал свое издание и рассказал об исследованиях по этой теме.

Кроме того, перед собравшимися выступил доктор физико-математических наук, профессор главный научный сотрудник Института радиотехники и электроники имени В. А. Котельникова Российской академии наук **Александр Алексеевич Потапов** с докладом на тему «Фрактально-скейлинговая, или масштабно-инвариантная, радиолокация: открытие, обоснование и пути развития».

В заседании приняли участие члены ВЭС ВКС:

Андрей Викторович Демидюк, доктор военных наук, доцент, директор по развитию АО «НПП „Кант“»,

Александр Анатольевич Попель, кандидат технических наук, генеральный директор ОАО «ЦНПО „Святоц“»,

Дмитрий Леонидович Пономарев, кандидат военных наук, доцент, заместитель генерального директора по НИОКР ОАО «ЦНПО „Святоц“»,

Сергей Леонидович Старчак, доктор технических наук, доцент, профессор.

Также в круглом столе участвовали **Павел Петрович Белonoжко** (МГТУ имени Н. Э. Баумана, робототехнические космические манипуляторы) и сотрудники журнала «ВКС», в том числе главный редактор издания **Кирилл Валерьевич Плетнер**.





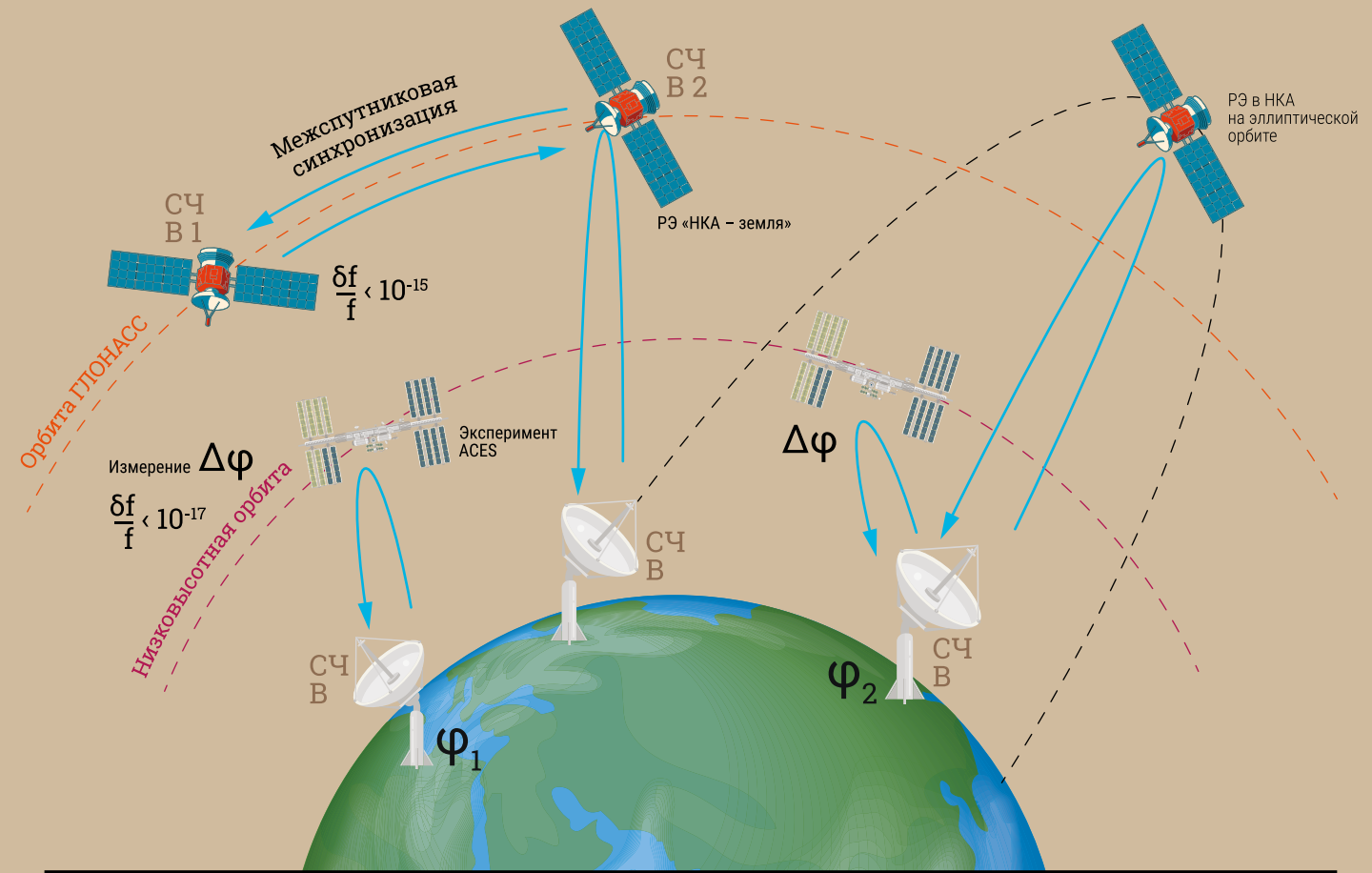
Текст: Вячеслав ФАТЕЕВ
доктор технических наук, профессор,
автор книги «Релятивистская метрология
околоземного пространства-времени»

О ХРАНЕНИИ ВРЕМЕНИ И ТОЧНОСТИ ИЗМЕРЕНИЙ В ОКОЛОЗЕМНОМ ПРОСТРАНСТВЕ



Релятивистская метрология околоземного пространства-времени – новое направление в космической метрологии. Развитие этого направления широко востребовано в науке и технике радиоинженерами и инженерами-радиоэлектронщиками при создании и практическом применении высокоточных космических систем навигации типа ГЛОНАСС, GPS, GALILEO, BeiDou. Методы этой теории являются основой создания систем хранения времени на основе наземных и космических сверхстабильных стандартов частоты и времени, систем синхронизации наземных и космических атомных часов, лазерных геодезических систем, а также космических систем радиолокации и связи.

СИСТЕМЫ АТОМНЫХ ЧАСОВ «ЗЕМЛЯ-ОРБИТА» И «СПУТНИК-СПУТНИК»



Уровень релятивистских изменений времени и частоты в околоземном пространстве превышает достигнутые на сегодняшний день инструментальные погрешности измерительных систем на 5–6 порядков. Причинами этих эффектов являются гравитационное поле Земли и его неоднородность, гравитационные поля соседних небесных тел, неравномерность вращения Земли, а также космические скорости измерителей.

Поэтому целями разработки релятивистской теории метрологии являются:

- повышение точности космических и наземных измерительных систем на основе раз-

работки строгих прикладных методов учета релятивистских эффектов;

- разработка методов измерения релятивистских эффектов с целью получения новой информации в интересах геодезии и гравиметрии.

Релятивистская теория метрологии измерительных систем основана на использовании методов общей теории относительности и в прикладной постановке рассмотрена в нашей стране впервые. Разработанные теоретические методы доступны для использования радиоинженерами и инженерами-радиоэлектрониками без специальной подготовки в области теоретической физики.

Актуальность методов релятивистской метрологии объясняется взрывным характером изменения инструментальных возможностей современной измерительной техники.

Так, около 30 лет назад при разработке в США и СССР космических навигационных систем «Навстар» и ГЛОНАСС задача создания бортового стандарта частоты с относительной нестабильностью 10^{-12} – 10^{-13} была настолько трудновыполнимой, что в обеих странах представлялась как национальная проблема.

Сейчас же только за несколько последних лет характеристики нестабильности систем хранения частоты и времени под-

Стандарт частоты – высокостабильный по частоте источник электромагнитных сигналов (радиодиапазона или оптических). Стандарты частоты используются в качестве вторичных или рабочих эталонов в метрологических измерениях, а также при производстве высокоточных средств измерений частоты и времени, в радионавигации, радиоастрономии и в других сферах.



нялись от значений 10^{-14} – 10^{-15} до 10^{-16} (стандарты «Фонтанного» типа). В нескольких лабораториях мира, в том числе в России (ФГУП «ВНИИФТРИ», ИЛФ СО РАН, ФИАН), завершается создание оптических стандартов с нестабильностью 10^{-17} . Уже вручена Нобелевская премия разработчикам прообраза часов с нестабильностью 10^{-18} (США), а среди специалистов России обсуждаются принципы построения и проводятся эксперименты по созданию оптических стандартов времени с нестабильностью 10^{-19} – 10^{-20} .

С целью повышения точности навигационных определений потребителей систем ГЛОНАСС, GPS, GALILEO и BeiDou в монографии «Релятивистская метрология околоземного пространства-времени» рассмотрены методы расчета и прогнозирования релятивистских погрешностей космических систем навигации, которые учитывают влияние неоднородности гравитационного поля Земли, влияние полей Луны и Солнца, а также неравномерность движения навигационных спутников по орбите. Уже сейчас эти методы повышают точность системы ГЛОНАСС примерно на порядок.

Не менее серьезные перемены ожидаются в области повышения точности измерения длины. В Международном геодезическом проекте CGOS (Global Geodetic Observer System) объявлены требования к точности определения координат на поверхности Земли, которая характеризуется погрешностью измерений 1 мм и менее. По отношению к радиусу Земли это составляет величину 10^{-10} – 10^{-11} , что на 2–3 порядка превышает уровень релятивистского изменения длины в гравитационном поле Земли. По этой причине релятивистская теория метрологии используется при создании сверхточных лазерных геодезических систем, обладающих погрешностью измерений космических расстояний в несколько миллиметров. При достигнутых и перспективных характеристиках стабильности бортовых и наземных хранителей времени можно говорить уже не только об учете релятивистских явлений в измерительных системах, но и об измерении величины этих эффектов в интересах решения практических задач. Одно из практических направлений в геодезии, связанное с измерениями релятивистского эффекта замедления времени и гравитационного смещения частоты, в современной научной литературе так и называется: «Релятивистская геодезия».

В рамках этого направления автором впервые в России проведены несколько релятивистских экспериментов по измерению гравитационного эффекта замедления времени. Полученные результаты открывают принципиальную возможность измерения разности гравитационных потенциалов, что невозможно сделать существующими методами, а также возможность создания высокоточного «квантового нивелира». Предложен новый метод релятивистской

синхронизации, точность которого на три порядка выше точности существующих методов. Предложены новые релятивистские навигационные приборы – релятивистские гироскопы.

Монография включает четыре взаимосвязанных части.

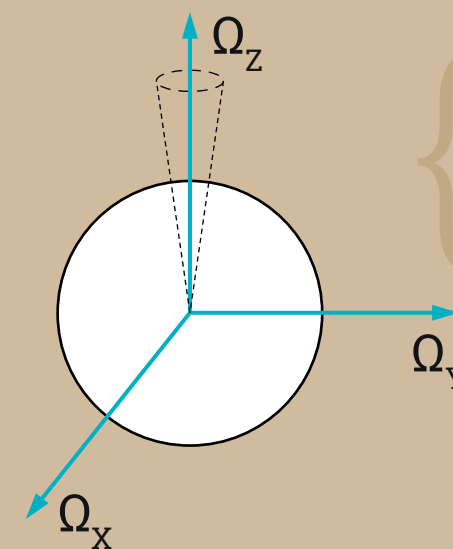
В первой части рассмотрена эволюция физического содержания релятивистской метрологии и экспериментальные основы общей теории относительности как базы релятивистской метрологии.

Во второй части исследуются метрические свойства собственного времени и расстояний в стационарном гравитационном поле на поверхности Земли и в околоземном космосе. Предлагаются и анализируются методы релятивистской синхронизации стационарных и мобильных часов.

В третьей части развивается оптическая модель гравитационного поля применительно к вращающейся геоцентрической земной системе отсчета ITRS. Развивается электродинамика сплошных сред, движущихся в гравитационных полях различной природы. Выводятся основные формулы для параметров распространения радиоволн на основе оптической модели околоземного гравитационного поля.

В четвертой, прикладной, части, рассматриваются вопросы вычисления и компенсации релятивистских эффектов в системах синхронизации бортовых часов космических навигационных систем ГЛОНАСС, GPS, GALILEO и BeiDou; релятивистские эффекты в системах синхронизации на основе космических радиолоний и ВОЛС; релятивистские ошибки систем навигации и геодезии, а также результаты новых релятивистских экспериментов, проведенных под руководством автора.

ФАКТОРЫ, ВЛИЯЮЩИЕ НА ШКАЛУ ВРЕМЕНИ АТОМНЫХ ЧАСОВ



Неравномерность вращения Земли:

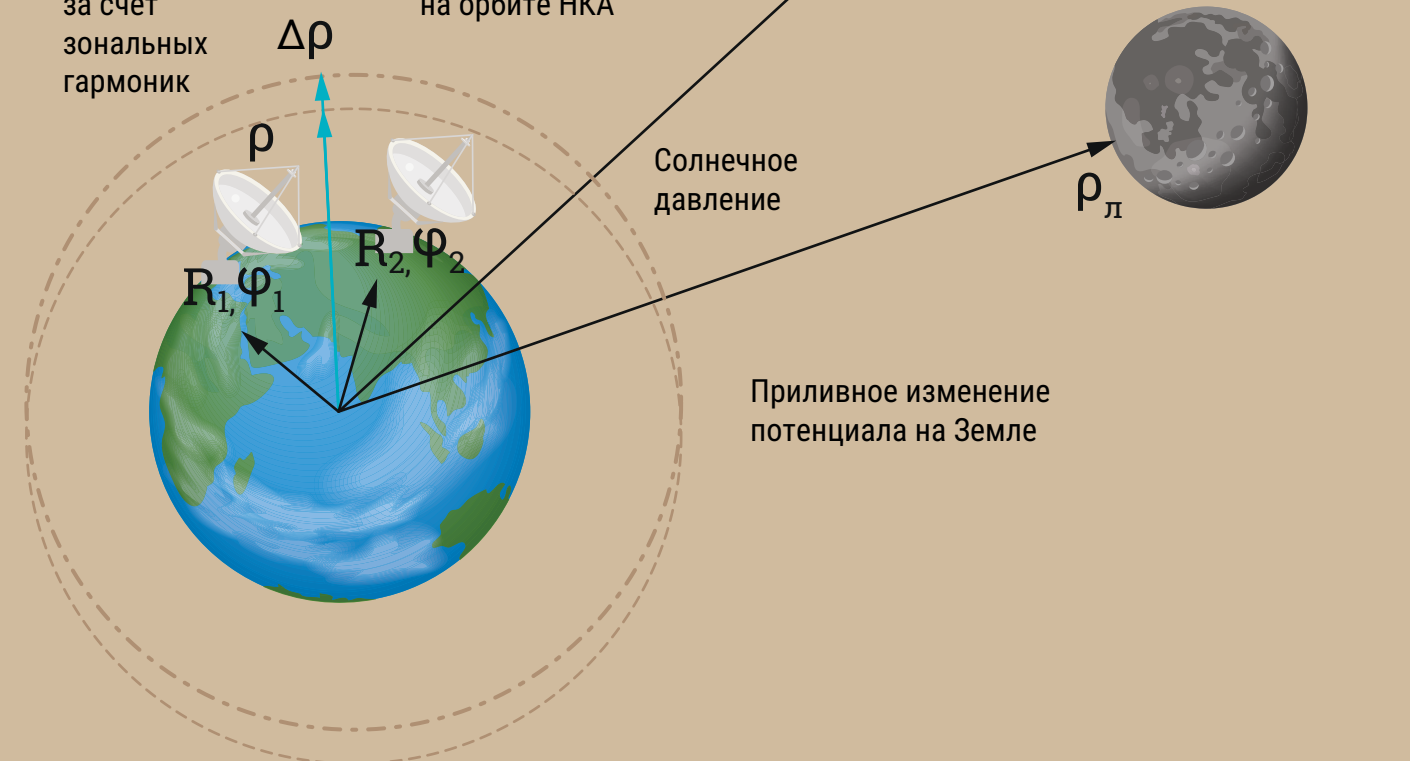
- Девияция угловой скорости
- Нутация
- Прецессия
- Качание линии полюсов

Изменение потенциала на орбите за счет зональных гармоник

Приливное изменение потенциала на орбите НКА

Солнечное давление

Приливное изменение потенциала на Земле



ФРАКТАЛЫ

НА СЛУЖБЕ У ВОЕННОЙ НАУКИ

Текст: Наталья БУРЦЕВА

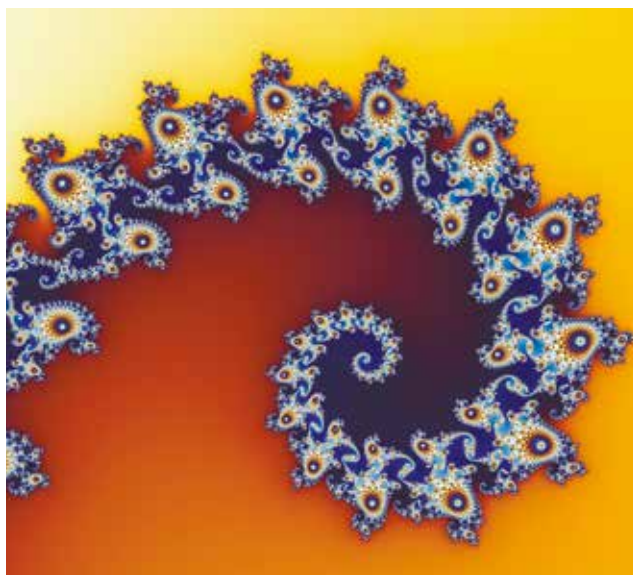


Александр ПОТАПОВ,
доктор физико-математических наук,
профессор, главный научный сотрудник
Института радиотехники и электроники
имени В. А. Котельникова РАН

– В 1977 году французско-американский математик Бенуа Мандельброт выпустил книгу «Фрактальная геометрия природы», в которой сформулировал теорию сложных геометрических фигур, обладающих свойством самоподобия, и применил ее для анализа естественных образований природы. С 1975 года в научный обиход вошло слово «фрактал», и весь научный мир буквально сошел с ума. Фракталы стали искать везде, где только можно, – рассказывает Александр Потапов, доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник Института радиотехники и электроники имени В. А. Котельникова РАН. – Для фракталов характерны свойства самоподобия (иначе масштабная инвариантность, или скейлинг), наличие дробной размерности Хаусдорфа – Безиковича и оперирование дробными операторами. Нам за примерами далеко ходить не надо: русские матрешки. Достоешь одну из другой, по размеру вторая матрешка меньше первой, а принцип самоподобия соблюдается – рисунок идентичен. Кстати, на русский язык классическую книгу Б. Мандельброта перевели лишь в 2002 году.

Ученый рассказал о своих многолетних разработках и изучении фракталов. Он предложил новый вид и метод современной радиолокации. Фрактально-скейлинговая, или масштабно-инвариантная, радиолокация влечет за собой коренные изменения и в самой структуре теоретической радиолокации при создании новых видов обнаружителей слабых сигналов. Впервые в России и в мире автор создал научное направление с концепцией фрактальных радиосистем, топологией выборки, глобальным фрактально-скейлинговым методом и фрактальной парадигмой. Данной научной темой автор занимается в ИРЭ имени В. А. Котельникова РАН уже более 35 лет.

– Наша задача была создать локатор-обнаружитель, способный работать даже при таких условиях, при которых современный радиолокатор не работает, – говорит Александр Потапов. – В современной радиолокации используются только энергетические обнаружители. Поэтому обнаружение современных малозаметных и малоконтрастных подвижных и неподвижных объектов на фоне интенсивных природных и искусственных помех сталкивается с огромными трудностями. Использование энергетических обнаружителей становится практически невозможным из-за возрастания ложных срабатываний или пропуска цели. Введение в научный обиход радиофизики и радиолокации понятий «текстура», «детерминированный хаос», «фрактал» и «фрактальная размерность» позволило нам впервые в мире предложить, а затем и применить новые размерностные и топологические (а не энергетические!) характеристики, или динамические инварианты, для синтеза фрактальных обнаружителей.



Новое направление: фрактально-скейлинговая, или масштабно-инвариантная, радиолокация – это, безусловно, прорыв в радиофизике. Фрактальная радиолокация базируется на трех постулатах:

1. Интеллектуальная обработка сигнала/изображения, основанная на теории дробной меры и скейлинговых эффектов, для расчета поля (сигнатур) фрактальных размерностей D ;
2. Выборка принимаемого сигнала в шумах относится к классу устойчивых негауссовых распределений вероятностей фрактальной размерности сигнала (то есть работаем с распределениями с тяжелыми хвостами);
3. Максимум топологии при минимуме энергии входного случайного сигнала.

Данные постулаты открывают новые принципиальные возможности для обеспечения устойчивой работы при малых отношениях сигнал/помеха или увеличения дальности действия радаров.

Автор исследования рассказывает о принципе действия фрактального обнаружителя:

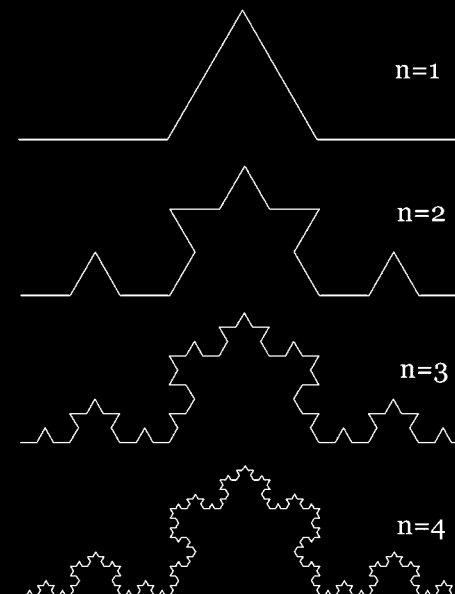
– Все классические методы обработки многомерных сигналов принципиально выделяют лишь составляющую информации, которая связана с целочисленной мерой. Раскрыв фрактальную сущность регистрируемого отраженного сигнала, мы заметим, что фрактально-скейлинговые методы обработки сигналов, волновых полей и изображений основаны на той части информации, которая при классических методах обработки информации безвозвратно терялась и просто не учитывалась.

В свое время мы длительный период работали с ЦКБ «Алмаз». Совместно занимались исследованием новых признаков для обнаружения, кластеризации и распознавания изображений в миллиметровом и оптическом диапазонах длин волн, а также при их комплексировании. Была создана прекрасная информационная база данных, осуществлялись большие совместные натурные эксперименты. А первые компьютерные эксперименты по применению фракталов в радиолокации проводились нами в ИРЭ АН СССР еще в начале 80-х годов XX века. Полученные данные обрабатывались нашим новым методом – фрактально-скейлинговым. Были решены задачи селекции и распознавания малоконтрастных подвижных и неподвижных объектов, синтез и сегментация изображений, их кластеризация, а также фрактальный синтез эталонов местности.

При фрактальной обработке исследуются два или несколько изображений (сигналов), например в диапазонах длин волн 8 мм и 3 см с раз-



Бенуа МАНДЕЛЬБРОТ
(20 ноября 1924 – 14 октября 2010) – французский и американский математик, создатель фрактальной геометрии



Фрактал

(лат. fractus – дробленый) – термин, означающий геометрическую фигуру, обладающую свойством самоподобия, то есть составленную из нескольких частей, каждая из которых подобна всей фигуре целиком. В более широком смысле под фракталами понимают множества точек в евклидовом пространстве, имеющие дробную метрическую размерность (в смысле Минковского или Хаусдорфа), либо метрическую размерность, строго большую топологической.

ным пространственным разрешением. Можно вычислить их фрактальные характеристики или фрактальные сигнатуры. Мы исследовали природные цели – изменчивые земные покровы, облака, они более разнообразны, чем искусственно созданные объекты. То есть при определенных условиях, в каких-то пространственных масштабах мы можем считать «искусственные цели» прямоугольником, окружностью, треугольником и так далее. При этом фрактальная размерность у них практически не меняется. В то же время фрактальные размерности природного земного и атмосферного фона или искусственных и естественных помех зависят от пространственно-временных масштабов. На этом и основан механизм фрактального, или топологического, обнаружителя. В настоящее время мы работаем по одному изображению или принятому слабому сигналу для получения фрактальных сигнатур. Фрактальные методы могут функционировать на всех уровнях сигнала: амплитудном, частотном, фазовом и поляризационном.

На основе этих изысканий нами был создан эталонный словарь фрактальных признаков оптических и радиоизображений, необходимый для реализации принципиально новых фрактальных методов обработки радиолокационной информации и синтеза высокоинформативных устройств обнаружения и распознавания слабых сигналов на фоне интенсивных негауссовских помех, разработаны новые фрактальные широкополосные сигналы. Также достоверно установлено, что для эффективного решения задач радиолокации и проектирования фрактальных обнаружителей многомерных радиосигналов существенное значение имеют дробная размерность, фрактальные сигнатуры и фрактальные кепстры, а также текстурные сигнатуры фона местности.

Фрактальная радиолокация способна адекватно описать и объяснить значительно более широкий класс радиолокационных явлений. Следующие возможные шаги – это применение фрактально-скейлинговых методов при мониторинге космического мусора и в проблеме эффективности беспилотных летательных аппаратов.

С оптического наземного телескопа через всю толщу атмосферы наблюдается процесс стыковки космического корабля с космической станцией, полученный при дальности около 400 километров. Стандартный метод дает совершенно неинформативную картинку – «пятно-кляксу». А при фрактальном методе распознавания при разных значениях порога обнаружения в единицах фрактальной размерности картинка становится гораздо более четкой. Здесь уже можно различить станцию и корабль по отдельности.

В дистанционном зондировании были обработаны снимки дельты реки Волги в весеннее время (паводок, снег, грязь, болота и т.д.). После фрактальной обработки картинок был распознан большой не поддающийся обычной дешифровке участок местности.

В 1998 году в НАСА заявили об открытии новых видов молний, которые бьют не в землю, а вверх. Их назвали спрайты, джеты, эльфы. Предсказывать такие молнии невозможно, а они очень опасны, зарождаются на высотах от 30 и до 90 км преимущественно в районе экватора, имеют протяженность около 50 км. Это, по сути, природная бомба – по мощности маленькая атомная бомба, которая взрывается в несколько миллисекунд.



Группа ученых под руководством Александра Потапова произвела фрактальную обработку видео этих необычных молний, сделала их временные сечения. По этим сечениям ученые пытаются разгадать загадку эволюции таких молний, то есть решают одну из актуальных задач из области геофизики.

Фрактальный обнаружитель пригодится и в медицине, например для томографии. Фрактальная обработка позволяет значительно улучшить изучаемую область и распознать новые кластеры и образования.

На маммографии при фрактальной обработке можно увидеть большее число образований кальцитов, определить их количество и так далее.

Фрактальная обработка дает резкое повышение контрастности на рентгеновском снимке для исследования переломов костей и тому подобного.

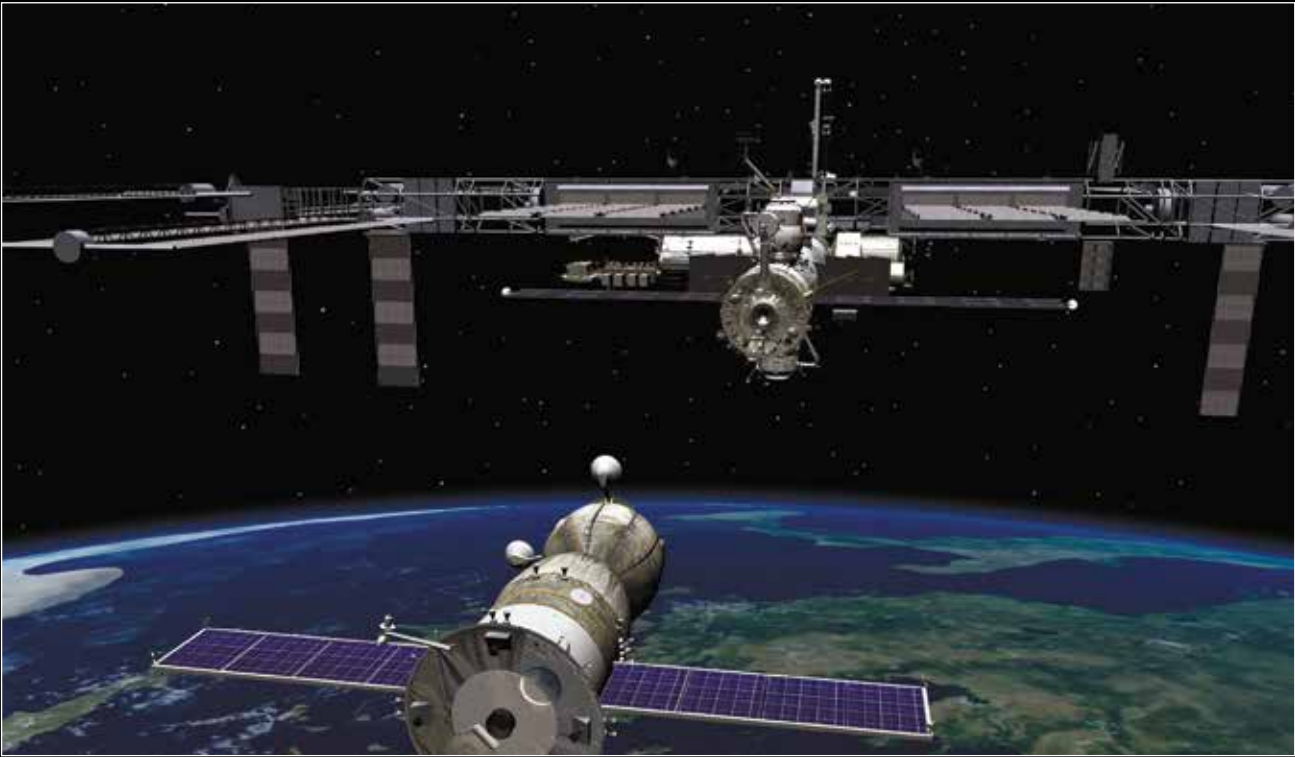
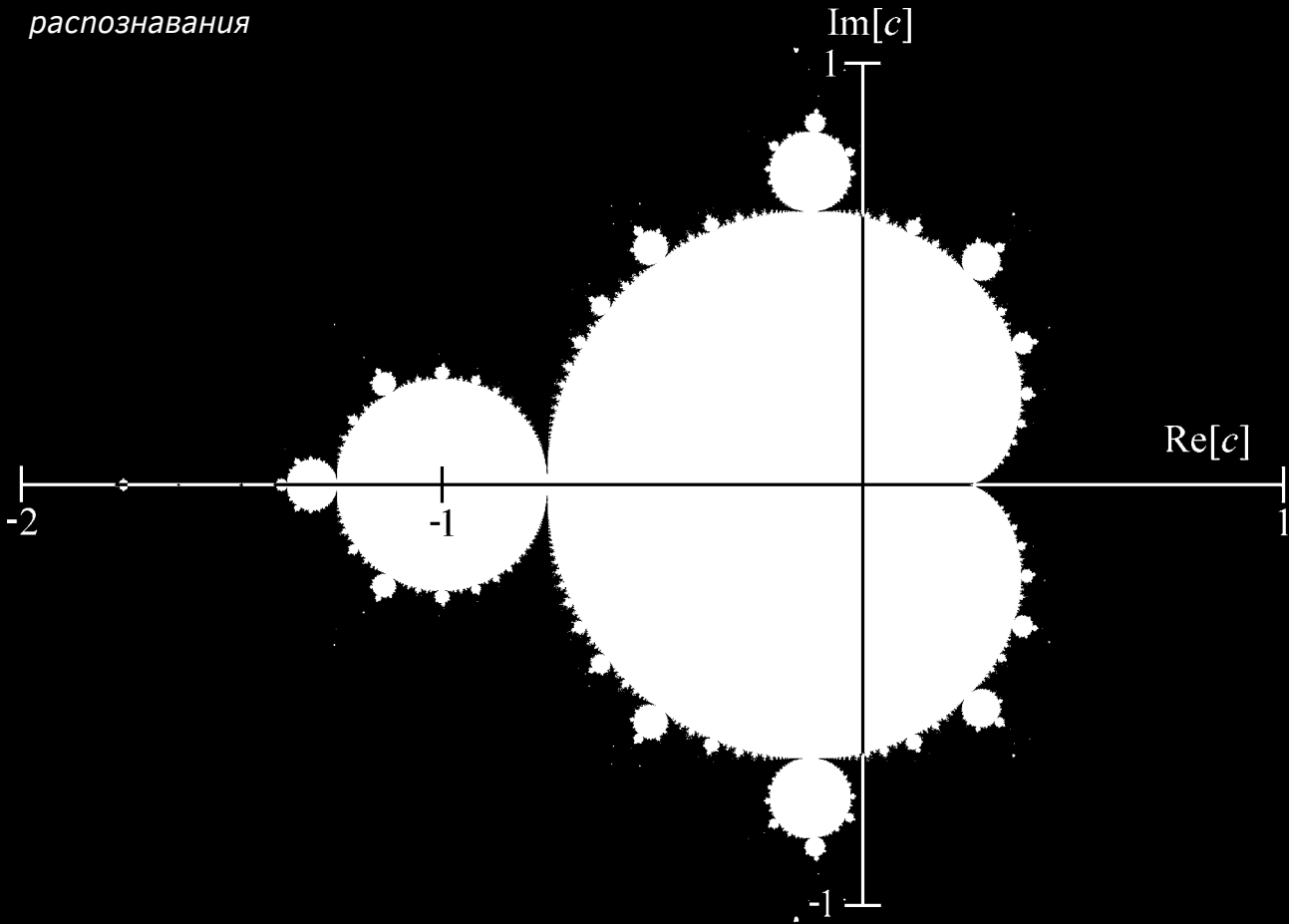


Фото стыковки: фрактальный метод распознавания





В КОНЦЕ МАРТА НА ДНЕ ОТКРЫТЫХ ДВЕРЕЙ В МОСКОВСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ ИМЕНИ М. В. ЛОМОНОСОВА АБИТУРИЕНТАМ БЫЛ ПРЕДСТАВЛЕН СОВЕРШЕННО НОВЫЙ ФАКУЛЬТЕТ – КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ.

В МГУ СОЗДАЕТСЯ ФАКУЛЬТЕТ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ



Главная цель создаваемого факультета – подготовка высококлассных специалистов для космической отрасли. Первыми специальностями в уже заявленных учебных планах стали «интеллектуальные технологии смешанной реальности», «дистанционное зондирование Земли», «государственное управление» и «планирование космических миссий». Выбор этих направлений не случаен – перед открытием факультета в МГУ провели несколько встреч с потенциальными работодателями будущих выпускников. Именно эти специальности в космической отрасли наиболее востребованы сегодня и будут популярны в самом ближайшем будущем.

На новом факультете будет аккумулирован богатейший опыт Московского университета, который на протяжении всей своей истории был тесно связан с космической отраслью страны. Здесь, например, создавали приборы для первого спутника и работали над созданием первых ракет-носителей. Последний пример включения Московского университета в космическую программу страны – выведенный на орбиту в апреле 2016 года с космодрома Восточный тяжелый научный спутник «Ломоносов», созданный специалистами и студентами вуза.

Открытие факультета – идея ректора МГУ Виктора Садовниченко. По его словам, «создание

факультета космических исследований даст новый импульс к развитию в МГУ областей знаний, связанных с изучением космоса. Среди них – космическая медицина, биология, подготовка космонавтов к полету и их поведение в невесомости, изучение различных явлений в космосе, информационные технологии и, конечно, создание новых приборов».

Так, создание безопасных современных систем для подготовки космонавтов к межпланетным полетам – прикладная работа на стыке математики и медицины. Особое значение будет иметь подготовка специалистов, способных разрабатывать новые методы и технологии дистанционного мониторинга, планирования и проведения экспериментов по исследованию космической среды, созданию и эксплуатации приборов наземной и космической инфраструктуры.

Среди будущих преподавателей – ведущие научные сотрудники и преподаватели многих факультетов и институтов МГУ, а также Института космических исследований и других ведущих космических центров.

Научным руководителем нового факультета стал летчик-космонавт, дважды Герой Советского Союза, профессор и член-корреспондент РАН Владимир Соловьев.

– Если раньше тему космоса больше связывали с оборонной и военной сферами, то сегодня – все-таки больше с научной. Основным

заказчиком исследований на МКС сейчас является Российская академия наук, – говорит Владимир Соловьев. – Студенты нового факультета уже во время учебы будут принимать непосредственное участие в самых фантастических космических проектах.

На факультете планируют проводить фундаментальные и прикладные космические исследования, особое внимание будет уделено популяризации космической науки среди молодежи.

Уже существуют предварительные договоренности о прохождении производственной практики в Центре подготовки космонавтов, РКК «Энергия», РКС («Российские космические системы»), Институте космических исследований и других ведущих предприятиях отрасли и крупнейших научных центрах.

Исполняющий обязанности декана нового факультета Василий Сазонов подчеркивает – вышеназванными специальностями в МГУ не ограничатся. В самых ближайших планах – увеличение списка магистерских программ. Не охваченными остались космическая медицина и биология, материаловедение и многие другие направления, востребованные в ракетно-космической сфере. Первый набор в магистратуру факультета космических исследований ожидается осенью 2017 года. А уже в сентябре следующего года здесь планируют принять первокурсников.



Виктор САДОВНИЧИЙ, действительный член РАН, доктор физико-математических наук, профессор, ректор МГУ имени М. В. Ломоносова



Владимир СОЛОВЬЕВ, научный руководитель факультета космических исследований, летчик-космонавт, дважды Герой Советского Союза, профессор и член-корреспондент РАН



Василий САЗОНОВ, исполняющий обязанности декана факультета космических исследований МГУ имени М. В. Ломоносова

Текст: Архип КАЛАШНИКОВ

ПОЧЕМУ МЫ – ДЕТИ ГАЛАКТИКИ

АСТРОФИЗИКИ
УТВЕРЖДАЮТ, ЧТО
ВСЕ МЫ СОСТОИМ ИЗ
ЗВЕЗДНОГО ВЕЩЕСТВА
НА 97%! ТО ЕСТЬ
ЧЕЛОВЕК ОБЯЗАН СВОИМ
ПРОИСХОЖДЕНИЕМ
КОСМОСУ.



ЗВЕЗДНАЯ ЭВОЛЮЦИЯ НА ЗЕМЛЕ

Известно, что большинство клеток человеческого организма обновляется каждые семь лет. Менее известный факт: многим частицам, из которых состоят атомы нашего тела, – миллионы тысячелетий!

По словам **Алексея Расторгуева**, профессора кафедры экспериментальной астрономии физического факультета МГУ, человек частично состоит из вещества, которое родилось 13 миллиардов лет назад в результате Большого взрыва, а все остальное было наработано звездами за последующие миллиарды лет эволюции нашей Вселенной.

Шесть самых распространенных элементов во Вселенной – водород, углерод, кислород, азот, фосфор и сера – в различных комбинациях составляют большую часть и всех биологических молекул на Земле. Звездной эволюции обязана рождением вообще вся материя во Вселенной. Все, от кальция яичной скорлупы до кремниевых процессоров вычислительных машин и драгоценных металлов наших украшений, родилось в гигантских «плавильных печах» космических взрывов.

Анатолий Засов, профессор кафедры астрофизики и звездной астрономии физического факультета МГУ, объясняет: «Все те элементы, которые есть в теле человека, можно найти в звездах, просто в других комбинациях и других соединениях. Лишь три элемента существовали бы безо всяких звезд – водород, гелий и литий, все остальное требует условий, которые реализуются в недрах звезд».

Используя современные данные, ученые установили шесть основных процессов, ответственных за появление во Вселенной тех или иных элементов Периодической системы Менделеева.

Так, водород и гелий – результат нуклеосинтеза при Большом взрыве. Взрывы массивных звезд «подарили» нам фтор, магний и алюминий. Золото и платина, а также большинство радиоактивных элементов появились в результате слияния нейтронных звезд. Литий, углерод и азот возникли

после смерти маломассивных звезд. Бериллий и бром существуют благодаря ядерным реакциям под действием космических лучей. Наконец, взрывам белых карликов мы обязаны появлению железа и серебра. Но, конечно, в большинстве случаев появление химических элементов – синтез нескольких процессов.

ДАРЫ СВЕРХНОВЫХ

Самые же тяжелые элементы в космосе образовались во время вспышек сверхновых относительно недавно – по меркам жизни Вселенной, конечно.

При этом сверхновые звезды не только рожают тяжелые элементы (так ученые называют все элементы периодической системы тяжелее железа), но и выбрасывают их в межзвездное пространство, включая и гелий, и углерод, и кислород. Этот процесс называется «вспышками сверхновых».

Более массивные сверхновые выбрасывают кислород и магний. Менее массивные ответственны за появление, например, железа. Относительное содержание этих элементов позволяет астрономам говорить о том, как шло образование этих звезд и как рождались сверхновые – конечная стадия эволюции массивных звезд.

В результате взрывов сверхновых часть элементов пополняет круговорот звездного вещества во Вселенной. Переработанные и обогащенные разными химическими элементами продукты распада звезд входят в состав межзвездной пыли и межзвездного газа, из которых, в свою очередь, рождаются новые поколения звезд, планет, комет и метеоритов.

Алексей Расторгуев рассказывает: «Астрономы уже давно ведут наблюдения за метеоритами, и в первую очередь их интересует, насколько метеоритный химический состав похож на состав звездных атмосфер. Ближайшая к нам звезда – Солнце, я видел множество работ, где составлен длинный список химических элементов, которые наблюдаются в Солнце, и тех, что получены при анализе метеоритного вещества. Надо сказать, что содержание всех этих элементов очень похоже».

ШЕСТЬ САМЫХ
РАСПРОСТРАНЕННЫХ
ЭЛЕМЕНТОВ
ВО ВСЕЛЕННОЙ –
ВОДОРОД, УГЛЕРОД,
КИСЛОРОД, АЗОТ, ФОСФОР
И СЕРА – В РАЗЛИЧНЫХ
КОМБИНАЦИЯХ
СОСТАВЛЯЮТ БОЛЬШУЮ
ЧАСТЬ И ВСЕХ
БИОЛОГИЧЕСКИХ МОЛЕКУЛ
НА ЗЕМЛЕ.

ЛИШЬ ТРИ ЭЛЕМЕНТА СУЩЕСТВОВАЛИ БЫ
БЕЗО ВСЯКИХ ЗВЕЗД – ВОДОРОД, ГЕЛИЙ
И ЛИТИЙ, ВСЕ ОСТАЛЬНОЕ ТРЕБУЕТ УСЛОВИЙ,
КОТОРЫЕ РЕАЛИЗУЮТСЯ В НЕДРАХ ЗВЕЗД.



Алексей РАСТОРГУЕВ, профессор кафедры экспериментальной астрономии физического факультета МГУ



Анатолий ЗАСОВ, профессор кафедры астрофизики и звездной астрономии физического факультета МГУ

В КОСМИЧЕСКОЙ ОБСЕРВАТОРИИ

Недавно астрономам впервые удалось измерить концентрацию элементов в 150 тысячах звезд нашей галактики Млечный Путь. На основе данных, которые были получены в результате работы 2,5-метрового телескопа в Нью-Мексико, который известен также как Слоановский цифровой обзор неба (по названию фонда, финансировавшего проект), ученые провели анализ спектров звезд. Расщепляя свет с помощью спектрографов и изучая линии отдельных элементов в полученном спектре, астрофизики исследуют содержание тех или иных атомов в звездах.

Продолжает Анатолий Засов: «Это колоссальный материал, на котором еще долго будут работать ученые, проводить статистические анализы, моделирование. Но важно то, что он позволяет узнать химический состав звезд на разных расстояниях от нас, в разных областях Галактики, и это очень важно, потому что, например, ближе к центру Галактики звезды содержат больше тяжелых элементов, на периферии Галактики их очень мало. Это, конечно, не открытие, но это тот материал, на основании которого, я думаю, еще не одно открытие будет сделано».

Излучение Вселенной на человеческий язык «переводят» и космические телескопы. Уже пять лет на орбите успешно работает международная обсерватория «Спектр-Р» – «Радиоастрон», которому в ближайшем будущем станут помогать другие «Спектры» – «Рентген-гамма» и «Ультрафиолет». Все они созданы в России, а в их названиях зашифрована главная функция: видеть и принимать излучение космических тел в различных диапазонах электромагнитного спектра.

Многие из исследуемых звезд совпадают с теми, которые изучает телескоп Kepler. Эта космическая обсерватория занимается поисками экзопланет, в том числе похожих

на Землю. Новая информация позволит астрономам уточнить, где и когда в нашей Галактике появились нужные для возникновения жизни элементы, и, возможно, определить «галактическую зону обитаемости». «Крупнейшее достижение последних 20 лет состоит в том, что мы научились уже массово открывать планеты вокруг других звезд. Уже открыто более 1000 таких планет, у некоторых из них удалось померить химический состав атмосфер и понять то, что там есть вода и какие-то другие биомаркеры», – продолжает член-корреспондент РАН, научный руководитель Института астрономии РАН **Борис Шустов**.

Уже ясно, что механизмы зарождения жизни одинаковы во всей Вселенной.

Сергей Блинников, главный научный сотрудник Института теоретической и экспериментальной физики (ИТЭФ) говорит: «Железо в изотопном составе нашей крови точно такое же, как и в земной коре, как и то железо, что удастся наблюдать в лунных породах, метеоритах и даже в космических лучах. Это говорит о едином происхождении всех этих элементов и нашего тела из единого космоса под влиянием одинаковых процессов».

РОЖДЕНИЕ HOMO SAPIENS

«Азот наших ДНК и углерод наших яблочных пирогов созданы в недрах сжимающихся звезд. Мы сотворены из звездного вещества» – эти слова известного американского астрофизика и популяризатора науки Карла Сагана подтверждают: вполне вероятно, что если бы не было эволюции звезд, не было бы и самого человека. Так, согласно одной из гипотез, причиной появления человека как биологического вида могли быть мутации, вызванные изменениями в окружающей среде. Например, вспышкой сверхновой в окрестностях Солнца. Поток электромагнитного излучения могли привести к изменениям мозга доисторических предков человека, в результате чего и появился наш вид *homo sapiens*.

ЖЕЛЕЗО В ИЗОТОПНОМ СОСТАВЕ НАШЕЙ КРОВИ ТОЧНО ТАКОЕ ЖЕ, КАК И В ЗЕМНОЙ КОРЕ, КАК И ТО ЖЕЛЕЗО, ЧТО УДАЕТСЯ НАБЛЮДАТЬ В ЛУННЫХ ПОРОДАХ, МЕТЕОРИТАХ И ДАЖЕ В КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧАХ. ЭТО ГОВОРИТ О ЕДИНОМ ПРОИСХОЖДЕНИИ ВСЕХ ЭТИХ ЭЛЕМЕНТОВ И НАШЕГО ТЕЛА ИЗ ЕДИНОГО КОСМОСА ПОД ВЛИЯНИЕМ ОДИНАКОВЫХ ПРОЦЕССОВ.



Борис ШУСТОВ,
член-корреспондент
РАН, научный руко-
водитель Института
астрономии РАН

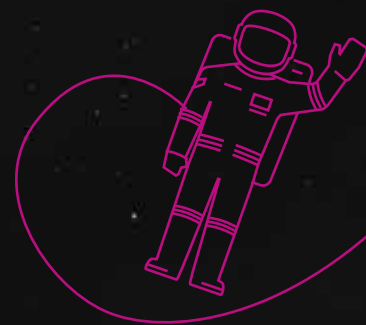


Сергей БЛИННИКОВ,
главный научный
сотрудник Института
теоретической и экспе-
риментальной физики
(ИТЭФ)



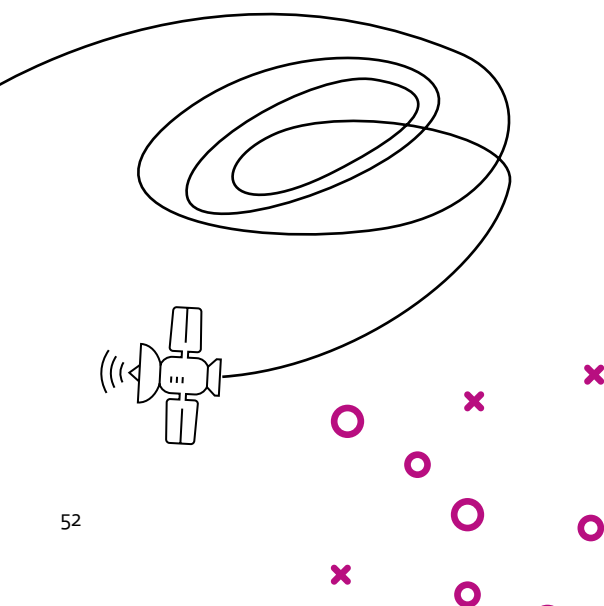
Inspace Forum – 2017

Журнал «ВКС» выступил информационным партнером Международного форума по коммерческой космонавтике





3 марта в конгресс-центре технопарка «Москва» во второй раз прошел Inspace Forum. Журнал «Воздушно-космическая сфера» был представлен на мероприятии на правах информационного спонсора.



Основная часть форума проходила в формате дискуссионных площадок, участники которых обсуждали перспективы развития российской и мировой космонавтики. Потенциальные инвесторы получили возможность встретиться с руководителями и главными конструкторами ведущих космических предприятий нашей страны.

Идея развития коммерции в космосе насчитывает не одно десятилетие, но говорить о том, что у нас есть реальные успехи в этом направлении, пока не приходится, считают эксперты. Примеров коммерческих космических проектов, реализованных российскими разработчиками, единицы. Кстати, об одном из них рассказывает рубрика журнала «ВКС» «Из личного архива».

Так что же является камнем преткновения на пути частного инвестирования в космической сфере? Возможно ли частное и государственное партнерство в этой отрасли в нашей стране? Как частный бизнес может помочь развитию самых глобальных космических проектов, связанных с освоением других планет?

Отсутствие глобального космического проекта, который объединил бы креативных людей, или технологический кризис не позволяют сделать космос ближе и доступнее?



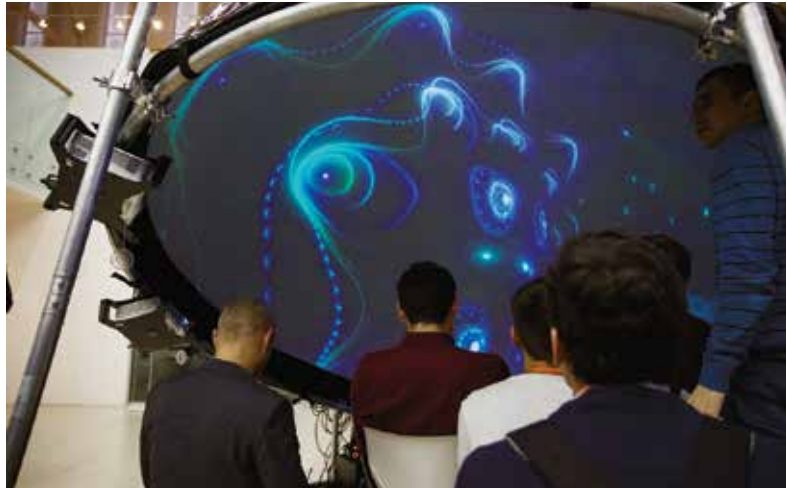
Эти и другие темы обсуждались представителями российского и мирового научного и бизнес-сообщества на Inspace Forum.

Среди докладчиков были представители ГК «Роскосмос», РКК «Энергия», ОРКК, фонда «Сколково», Boeing, Airbus Defence and Space Russia, ученые из ведущих научно-исследовательских институтов и вузов страны.





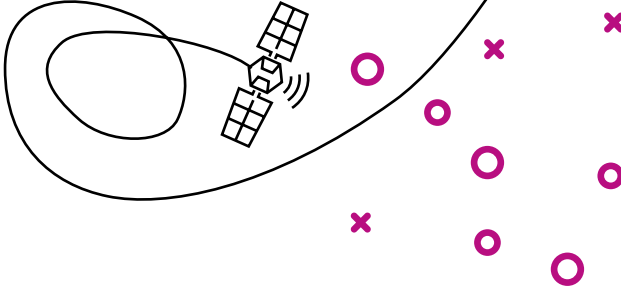
Робот-промоутер Kiki от российской компании Alfa Robotics



Космическая живопись от Анастасии Прошкиной



Западные компании за короткое время разработали предложения по многим видам космических услуг. Лидируют проекты, касающиеся космического туризма: от катания туристов в стратосферу до поселения на Марсе. Востребованны услуги частного бизнеса по дистанционному зондированию Земли и различным видам связи. Самый громкий частный космический проект последних лет заявлен Илоном Маском, основавшим компанию «Спейс-Икс» для того, чтобы, как гласит его заявление, помочь человечеству заселить другие планеты.



Спикеры и почетные гости форума дали блицинтервью корреспонденту журнала «ВКС».

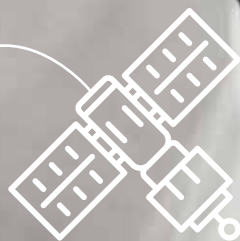
Беседовал: Альгирдас РУЙБИС
Фото: Александр Омелянчук

**Государство и частный
бизнес в космической
сфере**

**Компания Boeing
в космосе**



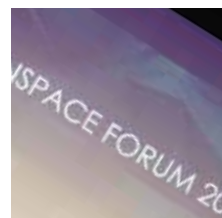
МНЕНИЯ





УЛИЦА С ДВУСТОРОННИМ ДВИЖЕНИЕМ

ВОЗМОЖНО ЛИ ПАРТНЕРСТВО
ГОСУДАРСТВА И ЧАСТНОГО
БИЗНЕСА В КОСМИЧЕСКОЙ СФЕРЕ



Партнерство государства и бизнеса в создании космических проектов, сегодня и в дальнейшей перспективе, было главной темой Inspace Forum – 2017. Как видят ситуацию в ГК «Роскосмос»? Позицию госкорпорации выразил директор по коммуникациям Роскосмоса **Игорь Буренков**.

НАКАЗ КОРОЛЕВЫ

Королева говорит Алисе в сказке Льюиса Кэрролла «Алиса в Зазеркалье»: «Для того чтобы остаться на своем месте, нужно очень быстро бежать». Так и России – для того чтобы быть в лидерах мировой космонавтики, нужно очень быстро развиваться. Сравнить наши космические агентства с иностранными – все равно что сравнивать круглое с коричневым. Их система отличается от системы Роскосмоса, как прежней, так и нынешней.

«МОРСКОЙ СТАРТ» – НАЧАЛО ПУТИ

Предметом нашей встречи является ситуация государственно-частного партнерства. Говорить о серьезном развитии частной космонавтики в России сегодня не приходится, потому что государство вкладывает в космос несоизмеримо больше, чем частные инвесторы.

С моей точки зрения, партнерство бизнеса и государства в этой области может осуществиться только в далеком будущем. Однако это не отменяет тех проектов, которые существуют уже сегодня.

В нашей стране появился действительно серьезный инвестор – компания S7, которая приобрела «Морской старт», сделав серьезное финансовое вложение. Мы полагаем, что это только начало пути.

Генеральный директор госкорпорации «Роскосмос» недавно провел встречу с представителями частного бизнеса. Обсуждались направления, которые могут быть интересны инвесторам, и необходимость понимания, что вложения в космическую индустрию могут быть только очень долгосрочными.

Такому подходу к делу тоже нужно научиться. На Западе учились так жить не одну сотню лет. И всего 25 лет в новой России космическая отрасль пытается организовываться по-новому. На данном этапе система организации индустрии в виде государственных корпораций в космической сфере, вероятно, наиболее удачна. Понятно, что это не догма и впоследствии все будет меняться.

ПРАВИЛА ИГРЫ

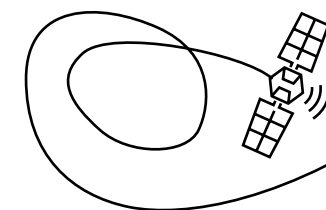
Разговоры о партнерстве с частным капиталом возникли впервые в Роскосмосе. Ни один проект не был возможен без поддержки государства. Поэтому успехи в космической отрасли зависят во многом от людей, работающих в госкорпорации.

Партнерство – улица с двусторонним движением. Когда появится реальный проект, можно будет искать пути и способы его реализации. Дорогу, как известно, осилит идущий. Тот, кто хочет что-то сделать, ищет пути и способы, а тот, кто не хочет, ищет причины, почему это нельзя сделать.

Понять, какое место занимает Россия в космической сфере, очень легко, когда вы оказываетесь на международных конференциях и форумах. Ни одно мероприятие, связанное с пилотируемой космонавтикой, с дальним космосом, с вопросами по поводу развития ракет-носителей и двигателей, не проходит без России. Мы осознаем необходимость двигаться быстрее и все для этого делаем.



Говорить о серьезном развитии частной космонавтики в России сегодня не приходится, считают в госкорпорации «Роскосмос», потому что государство вкладывает в космос несоизмеримо больше, чем частные инвесторы. Партнерство бизнеса и государства в этой области может осуществиться только в далеком будущем.



«В нашей стране появился действительно серьезный инвестор – компания S7, которая приобрела “Морской старт”, сделав серьезное финансовое вложение. И это только начало пути».



КОМПАНИЯ BOEING: ЧАСТНЫЙ БИЗНЕС В КОСМОСЕ



Boeing – один из самых известных игроков на мировом рынке авиастроения, но это лишь одно из направлений, по которому сегодня работает корпорация. В сфере ее интересов также космос, пилотируемый и беспилотный. Деятельность Boeing – отличный пример участия частного бизнеса в космических программах. Об этом говорит участник Inspace Forum – 2017, директор космических программ Boeing **Валерий Аксаментов**.

– Валерий, как вы относитесь к довольно распространенному тезису, гласящему, что в авиастроении есть место бизнесу, а космос – это прерогатива государства?

– Космос, конечно, дорогостоящая сфера деятельности. Создавать самостоятельные предприятия, которые работают над глобальными космическими проектами, очень тяжело. Однако сегодня существует множество ниш для появления новаторских решений. В них будут заинтересованы большие предприятия и государственные инвесторы. Главное – создать баланс между предприятиями и инвесторами. Союз между новизной и, как говорят в Америке, «советом седых бород» может обеспечить прорыв.

Стартапы могут быть разного типа. Не только с нуля, но и «спин-офф» – с разработки технологии для космических предприятий. Например, технологии, разработанные «Боингом» для космоса, на которые у «Боинга» есть патенты, корпорация передала для использования в других областях совершенно новым предприятиям, которые были в них заинтересованы. Так же поступали и другие крупные компании. Если есть бизнес-план и идея, техническая и экономическая, то можно обеспечить успех не только в авиационной, но и космической области.

– Составит ли космическая программа «Боинга» конкуренцию SpaceX Илона Маска?

– Это параллельные направления, которые разрабатываются под определенные задачи. Я представляю сегодня ту идеологию, ту дорожную карту, которая имеется в понимании «Боинга», – каким образом мы можем достичь Марса. У Илона Маска, мягко говоря, более агрессивный проект. Подход к решению многих важных задач у Маска и «Боинга» разный. А значит, и решение задач будет разное.



Мировые корпорации, такие как «Боинг», «Локхид», «Эйрбас», работают и на авиационном, и на космическом рынках. Эти два бизнеса дополняют и поддерживают друг друга, а на уровне технологий, компонентов и систем часто обеспечиваются одними и теми же поставщиками. Современный тренд – повышение эффективности бизнеса за счет создания многоуровневого авиационно-космического транспорта. В то же время в России по традиции, заложенной еще в 40–50-х годах прошлого века, авиационное и ракетно-космическое направления развиваются параллельными курсами, создают свои двигатели, приборы и производственные технологии. Эти два направления растут от одного корня, но пересекаются лишь в отдельных комплексных программах.



Директор космических программ Boeing беседует с журналистами

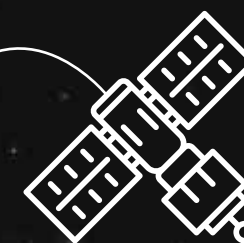
Сейчас НАСА стремится расширить присутствие людей за пределами Земли, в том числе на поверхности Марса. В связи с этим компания «Боинг» считает своим долгом использовать опыт 60 лет участия в космической программе для выполнения новых задач: поиска новых живых организмов на других планетах и спутниках, поиска ценных минеральных ресурсов, защиты человечества «от неизвестных угроз», а также доставки колонистов на Марс. В рамках будущей марсианской миссии инженеры «Боинга» готовы участвовать во всех необходимых конструкторских работах. Среди них компания перечисляет следующие: разработка радиационной защиты для безопасной доставки людей на Марс; тестирование новых технологий для обеспечения автономной работы астронавтов и техники на Марсе и в космосе; разработка систем жизнеобеспечения на солнечной энергии и тестирование их на орбите; проведение научных исследований на окололунной орбите и на Луне.

В 2017 году Boeing представил концептуальный проект транспортных систем, призванных доставить человека к Луне и Марсу, о чем было сообщено на сайте корпорации. Система Deep Space Gateway, собранная на окололунной орбите за четыре пуска сверхтяжелой ракеты, позволит создать плацдарм для дальнейшего освоения космоса, а также станет основой для реализации коммерческих и международных программ. В состав Deep Space Gateway может войти корабль Deep Space Transport, предназначенный для отправки человека к Марсу. Deep Space Gateway и Deep Space Transport планируется снабдить собственными солнечными электрическими двигателями, сочетающими в себе возможность ионной силовой установки и солнечных батарей.

ВЛАДИМИР РЕМЕК:
«КОСМОНАВТИКА ВОЗМОЖНА
ТОЛЬКО КАК МЕЖДУНАРОДНЫЙ
И МЕЖГОСУДАРСТВЕННЫЙ
ПРОЕКТ»



ПЕРСОНА





Участие в форуме действующего посла Республики Чехии в Российской Федерации Владимира Ремек еще раз доказало, что бывших космонавтов не бывает. Почти сорок лет прошло с момента его полета в качестве космонавта-исследователя на борту «Союза-28».

Владимир Ремек стал политиком, но всегда оставался верен главному делу своей жизни. В интервью журналу «ВКС» он рассказал о том, как видит будущее космонавтики.

– Вы стали космонавтом в эпоху противостояния двух сверхдержав. Сегодня дела обстоят иначе. Каковы, по-вашему, перспективы мировой космонавтики?

– Я был еще мальчишкой, когда в СССР запустили первый спутник и отправили первого человека в космос. Вдохновленный этими достижениями, я сам захотел стать космонавтом. На протяжении всей своей жизни я храню веру в то, что космонавтика возможна только как международный и межгосударственный проект. Ведь в Чехии никогда не делали ракет-носителей. И если бы я полагался только на свою страну и собственные силы, то в космос я бы никогда не полетел.

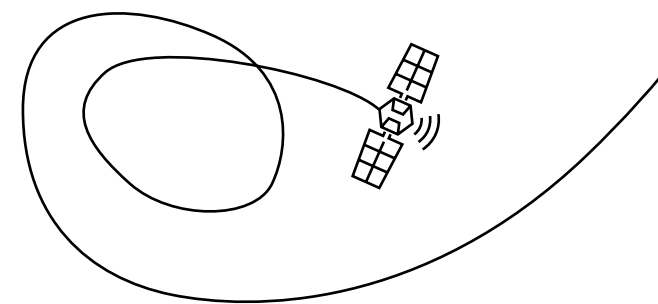
При всех трудностях того времени, при всех идеологических противоречиях были яркие примеры того, что сотрудничество держав в космосе возможно и необходимо. Так, в 1975 году был осуществлен знаменитый полет «Союз» – «Аполлон», который стал предпосылкой развития международной пилотируемой космонавтики.

Сегодня деятельность в космосе в одиночку уже невозможна. Задачи, стоящие перед космонавтикой сегодня, под силу решить только группе государств. Константин Циолковский говорил: «Земля – колыбель человечества». Но младенец не остается в колыбели навечно. Я думаю, что мы пока еще в самом начале большого путешествия, которое может быть осуществлено только во имя спасения своего рода – переселения на другие планеты.

Около 10 лет я был депутатом в Европарламенте и членом Комитета по промышленности и техническому развитию. Помимо прочих вопросов мы обсуждали и космонавтику с точки зрения политики. Особым предметом наших обсуждений была система «Галилео». Мы прорабатывали вопросы, касающиеся законодательной базы. Между Европейским и Российским космическими агентствами всегда было плодотворное сотрудничество. Я надеюсь, что оно будет развиваться и впредь.

«Бизнесу побыстрее нужен доход, а государство занимается глобальными проектами и может идти на большие риски, которые бизнес не может себе позволить. Но польза того или иного космического проекта должна измеряться не только в финансовых дивидендах».

«Сегодня деятельность в космосе в одиночку уже невозможна. Задачи, стоящие перед космонавтикой сегодня, под силу решить только группе государств».



– Есть ли, на ваш взгляд, разница в подходах частного бизнеса и государства к такому сложному проекту, как космонавтика?

– Разумеется! Я всегда сталкивался с различными взглядами на космонавтику. Сегодня не всегда понимаешь, где кончается космонавтика и начинается другая отрасль. В подходах частного инвестора и государства есть существенная разница.

Когда мы готовили базу для развития проекта «Галилео», определяли структуры, которые будут управлять выводением всех объектов и всей системой, мы осознали эту разницу в восприятии проблемы представителями бизнеса и государства.

Консорциум частных компаний, давно уже к тому времени сформированный, в последний момент отказался принять на себя ответственность за развитие Европейского космического агентства. В итоге это пришлось сделать государству. Роль государства в космонавтике, с моей точки зрения, в том, чтобы помогать развиваться инфраструктуре.

Что такое, например, ГЛОНАСС? Это глобальная система, к которой можно привязать прикладные направления, относящиеся к медицине, банковской системе и сельскому хозяйству, на первый взгляд, никак не связанные с космическими технологиями. Именно в некосмических сферах нашей жизни в ближайшем будущем в первую очередь будут реализовывать себя новые космические технологии. Естественно, бизнесу побыстрее нужен доход, а государство занимается глобальными проектами и может идти на большие риски, которые бизнес не может себе позволить. Но польза того или иного космического проекта должна измеряться не только в финансовых дивидендах.



Владимир Ремек родился 26 сентября 1948 года в городе Ческе-Будеёвице ЧССР. Окончил Высшую офицерскую школу в городе Кошице (Словакия). Затем служил в Военно-воздушных силах Чехословакии, где получил квалификацию летчика 2-го класса. После этого проходил обучение в Военно-воздушной академии имени Юрия Гагарина в Москве. В конце 1976 года стал участником программы «Интеркосмос». Со 2 по 10 марта 1978 года Владимир Ремек совершил полет в качестве космонавта-исследователя на космическом корабле «Союз-28», который пилотировал Алексей Губарев. Корабль состыковался с орбитальной станцией «Салют-6», на которой в тот момент находились Георгий Гречко и Юрий Романенко. Владимир Ремек носит звание Героя Чехословакии (1978) и Героя Советского Союза (1978) «За проявленные в ходе космического полета мужество и героизм».

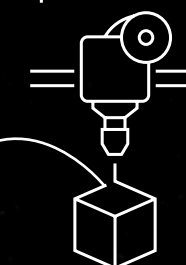


РАЗРАБОТКА ПЕРСПЕКТИВНОГО ДВИГАТЕЛЯ

Как обеспечить вывод
дополнительной полезной
нагрузки на орбиту



НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ





РАЗРАБОТКА ПЕРСПЕКТИВНОГО ДВИГАТЕЛЯ: КАК ОБЕСПЕЧИТЬ ВЫВОД ДОПОЛНИТЕЛЬНОЙ ПОЛЕЗНОЙ НАГРУЗКИ НА ОРБИТУ



Inspace Forum не только дискуссионная площадка, но и хорошая возможность рассказать миру о своем изобретении. **Алексей Пахомов**, студент 5-го курса Московского авиационного института (кафедра ракетных двигателей), представил на форуме новый ракетный двигатель, который, по его словам, обеспечит возможность выведения дополнительной полезной нагрузки на орбиту. Журнал «ВКС» узнал о подробностях этого проекта.

– **Алексей, в чем уникальность вашего изобретения?**

– Я представляю не свой индивидуальный проект, но разработку всей нашей кафедры. Мы создали демонстратор двухступенчатой многоразовой космической системы. В ней предлагается концептуальная модель транспортно-космической системы, в которой применяется гиперзвуковой прямоточный воздушно-реактивный двигатель, выполняющий функции маршевого двигателя.

За счет использования атмосферного воздуха при работе атмосферной ступени наше изобретение позволяет значительно сократить бортовой запас окислителя. Тем самым можно повысить полезную нагрузку, выводимую на орбиту. Атмосферный воздух – на высоте от 18 до 60 км. На этом расстоянии работает двигатель. Он разгоняет аппарат до 7,5 км в секунду. И дальше, когда атмосфера на большей высоте становится очень сильно разреженной, вступает в работу классический жидкостный ракетный двигатель, который доводит полезную нагрузку на орбиту.

– **Есть ли у вашей разработки аналоги в России или за рубежом?**

– Такой двигатель раньше нигде не применялся. Он перспективный. По стране ведется много подобных разработок, но изготовить его пока не получается из-за того, что еще не созданы материалы, которые смогли бы работать при таких условиях.



Алексей Пахомов, студент 5-го курса МАИ, рассказывает о своем изобретении

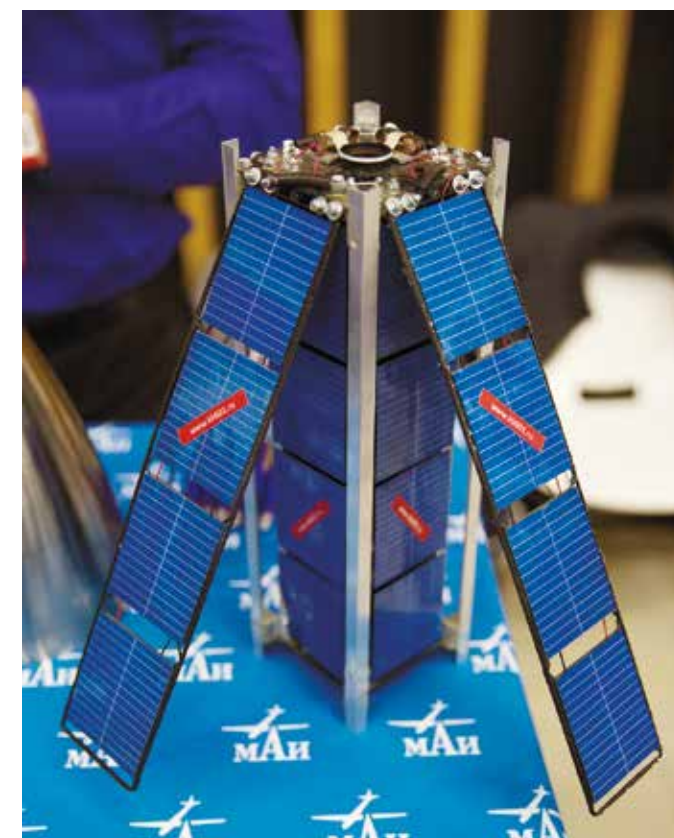
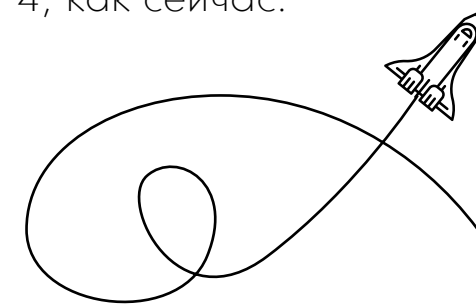
Это, скорее всего, должны быть композиционные материалы, которые выдерживают большую температуру. В нашем институте испытывается такой двигатель (правда, он еще стендовый), уже проводятся огневые испытания. В нем находится ниобиевая камера со специальным термостойким покрытием. По сравнению с традиционными ракетными носителями двигатель позволит вывести большую полезную нагрузку на орбиту.

Если сегодня у ракеты-носителя «Протон» масса полезной нагрузки составляет 3–4% от общей стартовой массы ракеты, то при использовании ГПВРД полезную нагрузку можно будет повысить до 10%. Если у ракеты-носителя масса 100 тонн, то полезная нагрузка может составить 10 тонн, а не 3–4, как сейчас.

В Америке тоже работают над этим двигателем, но и у них нужных материалов пока нет. Задача исследователей – их создать.

Еще одна проблема: организация самого горения ГПВРД – горения горючего в камере сгорания. В камере большая скорость, а в сверхзвуковом режиме тяжело организовать горение так, чтобы оно проходило эффективно и выдавало хорошие эргонимические характеристики. В это изобретение нужно вкладывать довольно большие средства. И, скорее всего, это прерогатива государства.

Если сегодня у ракеты-носителя «Протон» масса полезной нагрузки составляет 3–4% от общей стартовой массы ракеты, то при использовании ГПВРД полезную нагрузку можно будет повысить до 10%. Если у ракеты-носителя масса 100 тонн, то полезная нагрузка может составить 10 тонн, а не 3–4, как сейчас.



КЛИМАТИЧЕСКИЙ ПОЛИГОН ЗЕМЛИ НА КРАСНОЙ ПЛАНЕТЕ



ДАЛЬНИЙ КОСМОС



Никакой другой планете Солнечной системы сейчас не уделяется больше внимания, чем Марсу. Из-за близости к Земле Красная планета должна стать первой, куда ступит нога человека. Директор физико-технической школы аэрокосмических технологий МИФИ **Александр Родин** считает, что Марс можно использовать в качестве климатического полигона, для того чтобы научиться влиять на земной климат и избежать глобальных природных катастроф.



– Александр Вячеславович, почему Марс так важен для землян?

Это самая близкая по климатическим параметрам к Земле планета. Именно этим и обусловлен интерес ведущих мировых держав, которые вот уже полвека наперегонки стремятся основать там свои «колонии». Последние 20 лет не было ни одного дня, когда на Марсе не работали бы космические аппараты.

Когда были получены первые изображения этой планеты, на них увидели каналы и русла. Стало ясно, что здесь была вода, а значит, на Марсе когда-то был пригодный для человека климат. Но впоследствии все оказалось не так радужно, как представляли писатели-фантасты. В атмосфере Марса в основном углекислый газ. Температура на поверхности планеты соответствует температуре в Антарктиде или в стратосфере.

И все же Марс – планета земной группы, близкая Земле по химическому составу. Для нас очень важно изучить круговорот воды, в виде снега покрывающей большую часть поверхности Марса. А также круговорот пыли, похожий на тот, что мы имеем в Северной Африке и в Евразии.

Мы можем достаточно точно предсказать погоду на Красной планете, потому что его атмосфера изменяется как часы, фактически без непредсказуемых колебаний. Иней всегда лежит в южном полушарии Марса в трех противоположных точках под определенными углами. Этому способствует глобальная тройная стационарная волна. То есть Марс регулярная, простая и очень предсказуемая планета.

– Вы не верите в ее колонизацию?

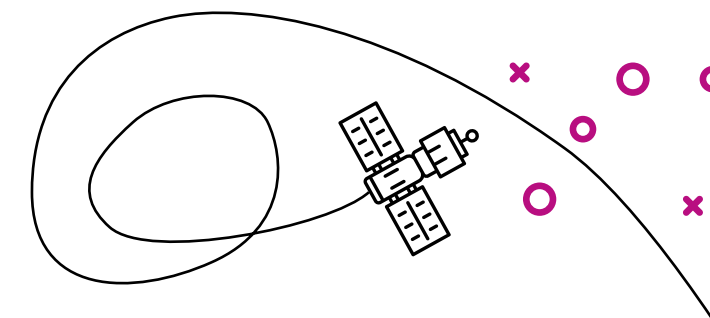
Изучение Марса не могло не породить гипотезу, что на этой планете когда-то был золотой век: теплый и влажный климат и жизнь. Но произошла катастрофа, и все разом исчезло. Сегодня это предположение уже устарело. Мы знаем, что благоприятного для жизни климата на Марсе не было никогда. Но можем ли мы сами создать на Марсе климат? И нужно ли нам это?

– А что, на ваш взгляд, нам все-таки нужно от Марса?

Одна из «страшилок» про глобальное потепление говорит, что к середине нашего столетия вечного льда в Арктике не будет. Но тот, кто общается со специалистами по Арктике, знает, что на самом деле исчезновение льда происходит быстрее, чем предсказывают самые пессимистические прогнозы. Это очень важно для России, поскольку мы живем на полярной шапке Земли. Есть гипотеза, что погодные аномалии – это следствие потепления Северного полюса.

Овладение технологиями управления климатом – вопрос выживания человечества. Сбежать на Луну, Марс или на альфу Центавра – несбыточная фантастика. И это нечестно по отношению к нашей планете. А вот научиться наводить порядок в нашем собственном доме – непреложная обязанность. И в этом нам может помочь Марс. Как только мы получим доступ к управлению марсианским климатом, мы сможем отрабатывать на нем технологии управления климатом Земли.

«Космическая индустрия сегодня настолько сложная, настолько разветвленная, что не может существовать только благодаря государственным источникам».

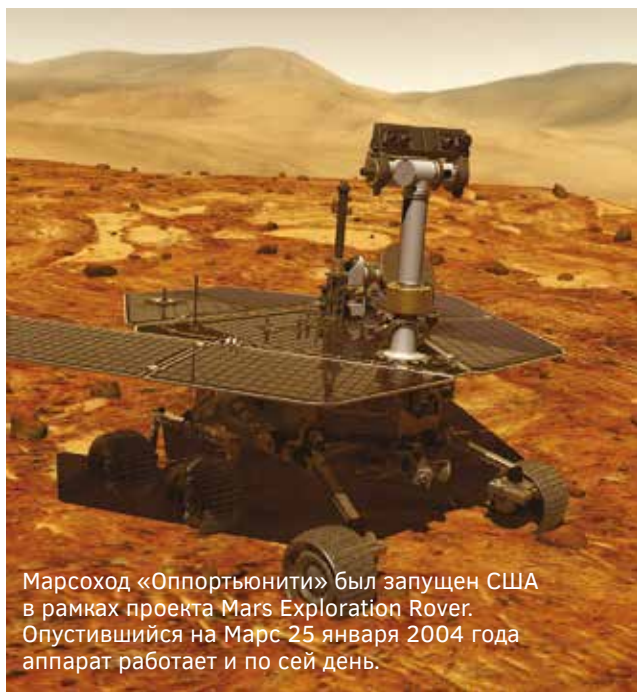


– Может ли климатическое оружие применяться при терраформировании Марса?

Такие идеи обсуждались и реализовывались с незапамятных времен, начиная от истории древних противостояний, когда какие-то осажденные крепости брали либо отравляя воду, либо разрушая плотину. Таких случаев много в истории.

Конечно, во времена холодной войны активное воздействие на климат, направленное на разрушение территорий, подконтрольных противнику, тоже обсуждалось. Но всерьез реализовано это не было. И, на мой взгляд, как раз потому, что война – это, как ни парадоксально звучит, недостаточно серьезная причина для того, чтобы вкладывать такие огромные ресурсы, которые требуются для формирования климатической среды.

Из неудачных примеров терраформирования я могу привести совсем недавнюю историю. Это история мелиорации, которая была очень важной составляющей внутренней политики СССР в 1970–80-е годы. Было осушено огромное количество заболоченных территорий в Центральной России. Часть из них перевели в сельхозугодья, часть в лесное хозяйство. Велись обширные разработки торфа. Это была заметная часть экономики. Потом все это было брошено, и на этих территориях началась деградация. Пожары 2010 года, которые случались в основном на осушенных торфяниках, – это как раз пример такого не вполне ответственного и удачного терраформирования.



Марсоход «Оппортьюнити» был запущен США в рамках проекта Mars Exploration Rover. Опустившийся на Марс 25 января 2004 года аппарат работает и по сей день.

Я бы сказал так: технологии известны и понятны. Тут нет ничего сверхъестественного. Наверное, все-таки в современных войнах как орудие они использоваться не должны. Климатическое оружие – это по определению оружие массового поражения. Оно должно уйти из арсенала. Все геополитические конфликты решаются сегодня путем дозированного применения силы, а не путем тотальной войны, от которой, я надеюсь, человечество ушло навсегда. А использовать это как индустрию, как отрасль глобальной экономики – думаю, это неизбежно. Особенно для нашей страны, которая владеет огромным арсеналом ресурсов.

– Как могут быть использованы на Марсе уже имеющиеся технологии?

– Марс – то место, где мы можем не просто применять готовые технологии, а отрабатывать новые. Это прекрасный полигон. Мы не можем производить глобальное воздействие на Землю – не имеем права на ошибку. А на Марсе мы это право имеем. Марс, во-первых, гораздо проще устроен, и даже не вполне штатная ситуация ничего на нем не испортит. Там можно пробовать и можно ошибаться.

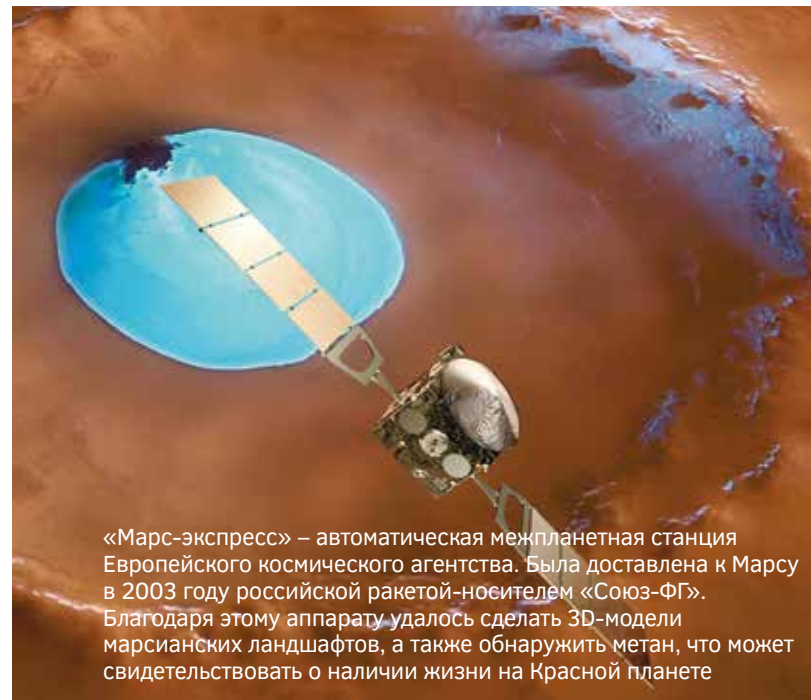
С другой стороны, можно объединять усилия различных стран и различных бизнес-структур. Даже просто наблюдения за Марсом, просто его исследования сейчас уже много дают нам для понимания климатических процессов на Земле. В будущем мы научимся на него воздействовать более активно, и даже если не превратим Марс в цветущий оазис, то научимся технологиям, которые помогут нам управлять изменениями климата на Земле. Климат меняется – с этим трудно спорить. Но проблема заключается не в глобальном потеплении. Климат быстро меняется на региональном уровне. Мы не понимаем природу этого процесса, во-вторых, не владем рычагами: как этим управлять. Я уверен, что в самом ближайшем будущем такие рычаги появятся.

– В вашем институте проводятся подобного рода работы?

– Да. Мы участвуем в современных исследованиях Марса. Фактически в его заселении роботами. Незачем посылать людей к Красной планете. Достаточно послать машину – это тоже освоение. Чтобы чем-то владеть, не обязательно там присутствовать. Мы сейчас разрабатываем новые технологии мониторинга климата Земли и моделирования климата. Общаемся и с научным, и с бизнес-сообществом, я надеюсь, что наши проекты привлекут реальное финансирование. В том числе и частное, которое будет направлено на управление и дизайн климата.

– Согласны ли вы с тем, что космос – прерогатива государства, а не частного бизнеса?

– Еще несколько лет назад была иллюзия, что роль государства уходит в современном мире, что все передается в частные руки. Сейчас мы видим, что это не так. Страны, где государство не отказывалось



«Марс-экспресс» – автоматическая межпланетная станция Европейского космического агентства. Была доставлена к Марсу в 2003 году российской ракетой-носителем «Союз-ФГ». Благодаря этому аппарату удалось сделать 3D-модели марсианских ландшафтов, а также обнаружить метан, что может свидетельствовать о наличии жизни на Красной планете

от усиления своей роли, вырвались вперед. Классический пример – Китай. Китайцы не демонтировали иерархическую систему, а, наоборот, усилили ее. И это не помешало им сделать рывок в рыночной экономике.

В результате усиления государства и улучшения качества государственного управления Россия выходит из глубокого исторического кризиса и снова начинает играть заметную роль во всех глобальных процессах.

То, что государство отживает или его роль отрицательна, это, конечно, миф. В обозримое время государство будет крупнейшим игроком в космосе. Ведь никуда не денутся оборонные задачи.

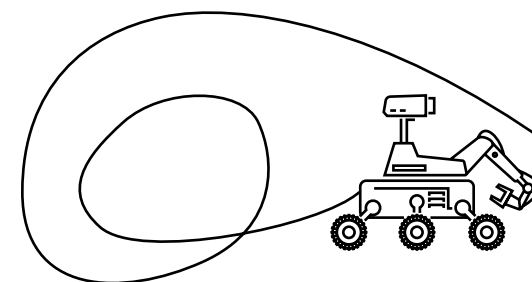
Но космическая индустрия сегодня настолько сложная, настолько разветвленная, что не может существовать только благодаря государственным источникам.

Я приведу пример из истории СССР – гигантского напряжения советской промышленности перед Великой Отечественной войной. При том, что это было коммунистическое государство с крайне жесткой централизованной структурой, мощности его не хватало для создания оборонной промышленности. Пришлось привлечь условно частного заказчика – такого, который был бы в той или иной степени подотчетен государству. В общем, пришлось создавать колхозы.

«Сбежать на Луну, Марс или на альфу Центавра – несбыточная фантастика. И это нечестно по отношению к нашей планете. А вот научиться наводить порядок в нашем собственном доме – непреложная обязанность. И в этом нам может помочь Марс. Как только мы получим доступ к управлению марсианским климатом, мы сможем отрабатывать на нем технологии управления климатом Земли».

В космосе сейчас примерно такая же ситуация. Темпы роста снижаются. То, о чем мечтали несколько десятилетий назад, так и осталось в мечтах. Сейчас лидеры космической науки ищут новые точки опоры. Мы прекрасно понимаем, без ориентации на массового потребителя и массового инвестора их найти невозможно. Простой пример: по сложности и по интеллектуальному ресурсу любой смартфон не уступает современному спутнику. То есть массовый заказчик способен подтолкнуть к сотворению чуда за очень короткое время. Сегодня очень важно, чтобы лидеры космических держав нащупали канал взаимодействия с массовым потребителем. Это уже сделано на рынке навигации, картографии.

Но есть еще много предложений, в том числе и за пределами земной орбиты. Такой диалог нужно продолжать, расширяя круг участников. И, безусловно, нужны новые идеи. С ними пока дефицит, но именно идеи заставят массового потребителя вложиться в развитие космоса.



Текст: Наталья БУРЦЕВА

Иллюстрации предоставлены ИКИ РАН

ТЕМПЕРАТУРА ДО -153 ГРАДУСОВ, СМЕРТЕЛЬНО ОПАСНЫЙ УРОВЕНЬ РАДИАЦИИ И ДРУГИЕ ГАЛАКТИЧЕСКИЕ ИЗЛУЧЕНИЯ, КОТОРЫЕ НЕ СПОСОБЕН ВЫДЕРЖАТЬ НИ ОДИН СОВРЕМЕННЫЙ СКАФАНДР, ОТСУТСТВИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ, ДЬЯВОЛЬСКИЕ ПЕСЧАНЫЕ БУРИ, ПОДНИМАЮЩИЕ В МАРСИАНСКУЮ АТМОСФЕРУ МИЛЛИАРДЫ ТОНН ПЕСКА. О ТОМ, ЗАЧЕМ ЧЕЛОВЕКУ ЛЕТЕТЬ НА ПЛАНЕТУ С ТАКИМ КЛИМАТОМ И КАК ПРОДВИГАЕТСЯ ИЗУЧЕНИЕ МАРСА, СЛУЖАЩЕЕ ПОДГОТОВКОЙ К ВОЗМОЖНОЙ ПИЛОТИРУЕМОЙ МИССИИ, МЫ БЕСЕДУЕМ С ЛЬВОВ ЗЕЛЕНЫМ, ДИРЕКТОРОМ ИНСТИТУТА КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ РАН (ИКИ РАН) И НАУЧНЫМ РУКОВОДИТЕЛЕМ ПРОЕКТА «ЭКЗОМАРС» С РОССИЙСКОЙ СТОРОНЫ.

ЭТОТ ВРАЖДЕБНЫЙ

МАРС



Лев Матвеевич ЗЕЛЁНЫЙ, доктор физико-математических наук, профессор. Академик РАН, с 2013 года вице-президент РАН, с 2002 года директор Института космических исследований РАН. Автор более 300 научных трудов; лауреат премии Президента РФ (2003)

ЕСТЬ ЛИ ЖИЗНЬ НА МАРСЕ

«Земля – колыбель человечества, но нельзя вечно жить в колыбели», – говорил Константин Циолковский. Вместе с учеными мы пытаемся понять: быть может, все-таки эта «колыбель» – единственно возможное место для человека?

– Я, наверное, наживу себе много врагов, но космос не для человека, давайте исходить из этого! Все в нем нам враждебно: температура, радиация, отсутствие привычного магнитного поля, – утверждает российский физик академик РАН Лев Матвеевич Зеленый. – Человек научился выживать в ближнем космосе на низких орбитах, которые находятся под радиационными поясами, здесь он уже может поддерживать себя в рабочем состоянии в течение

собственной жизни. Есть спортивный интерес: забраться на Джомолунгму, посетить все крупные семитысячники Земли... Кстати, на Марсе тоже есть очень высокая гора – в несколько раз выше самой высокой горы на нашей планете. И быть может, когда-нибудь земные альпинисты на нее тоже заберутся.

Однако, несмотря на извечное противостояние ведущих держав и «космическую гонку», освоение дальнего космоса – это все же не спорт, считают ученые. Это наука.

– Вы спросили, надо ли летать? – говорит Лев Зеленый. – Надо. Обязательно. Мы сможем многое узнать о самих себе. Роботы сейчас становятся все совершеннее, уже на Земле автомобили начинают ездить без водителя, так что у марсианских роверов большое будущее. Вопрос в том, нужно ли лететь человеку и куда?

МАРС НЕ ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА: РАДИАЦИЯ

В ОТЛИЧИЕ ОТ ЗЕМЛИ У МАРСА НЕТ СОБСТВЕННОГО МАГНИТНОГО ПОЛЯ И, КАК СЛЕДСТВИЕ, НЕТ МАГНИТОСФЕРЫ. ИЗ-ЗА ЭТОГО, А ТАКЖЕ ИЗ-ЗА ОЧЕНЬ РАЗРЕЖЕННОЙ АТМОСФЕРЫ ПОВЕРХНОСТЬ ПЛАНЕТЫ ПОДВЕРГАЕТСЯ ГОРАЗДО БОЛЕЕ МОЩНОМУ ОБЛУЧЕНИЮ, ЧЕМ ЗЕМЛЯ. МАРС ПОДВЕРЖЕН ПОСТОЯННОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ ГАЛАКТИЧЕСКИХ КОСМИЧЕСКИХ ЛУЧЕЙ И СОЛНЕЧНОГО ВЕТРА. АМЕРИКАНСКИЙ ЗОНД MARS ODYSSEY ОБНАРУЖИЛ, ЧТО УРОВЕНЬ ПОСТОЯННОГО РАДИАЦИОННОГО ФОНА В ДВА С ПОЛОВИНОЙ РАЗА ПРЕВЫШАЕТ УРОВЕНЬ НА ОРБИТЕ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ. ДЛИТЕЛЬНОЕ ВОЗДЕЙСТВИЕ РАДИАЦИИ МАРСИАНСКОГО УРОВНЯ МОЖЕТ ПРИВЕСТИ К ОСТРОЙ ЛУЧЕВОЙ БОЛЕЗНИ, СТАТЬ ПРИЧИНОЙ РАЗВИТИЯ РАКА, ГЕНЕТИЧЕСКИХ ПОВРЕЖДЕНИЙ И СМЕРТИ.

ние почти полутора лет. И в этом наши специалисты действительно впереди планеты всей. Но этого недостаточно для полета в другие области космоса.

Стремление узнать, что «за той горой», всегда помогало развитию цивилизации, познанию, освоению новых земель и эволюции. Быстрее. Выше. Сильнее. Соревновательность – часть человеческой природы и всегда спо-

ПЛАНЕТА РОБОТОВ?

– Марс прежде и на много лет вперед – это история роботов, автоматы там могут сделать очень многое, если не все, – продолжает ученый. – Я думаю, что полет человека на Марс – это, скорее всего, самый дальний форпост из тех, что теперь планируются. Можно придумать и полет на какой-нибудь астероид. Но даже самый толстый скафандр из ныне существующих не сможет защитить человека от радиации, которой он подвергнется в путешествии к дальним планетам.

Однако человек так устроен, что он все равно полетит на Марс. Это в нашей природе – залезть на самую высокую гору. Просто ради самоуважения.

В Солнечной системе нет других планет, кроме Марса, которые так были бы похожи на нашу. Мы открыли спутники планет, на которых может обнаружиться жидкая вода, однако расстоя-



ЛУННАЯ ПРОГРАММА РОССИИ

Посадочный аппарат, который должен прилуниться в ходе реализации новой программы исследования Луны, – это преемник последнего советского аппарата «Луна-24», доставившего в 1976 году лунный грунт на Землю. И все аппараты предстоящих лунных миссий получили общее название «Луна» как продолжение серии советских аппаратов.

«ЛУНА-25» – посадочный аппарат

«ЛУНА-26» – орбитальный аппарат

«ЛУНА-27» – посадочный аппарат с бурильной установкой для исследования лунного грунта

«ЛУНА-28» – проект предусматривает забор лунного грунта и доставку его на Землю

СЕДЬМОЙ КОНТИНЕНТ ЗЕМЛИ – ЛУНА

Согласно очень распространенному предположению, Луна – это «срезанный» или отколовшийся почти четыре миллиарда лет назад кусок Протоземли. Землю и Луну часто называют двойной планетой, Луну – седьмым континентом.

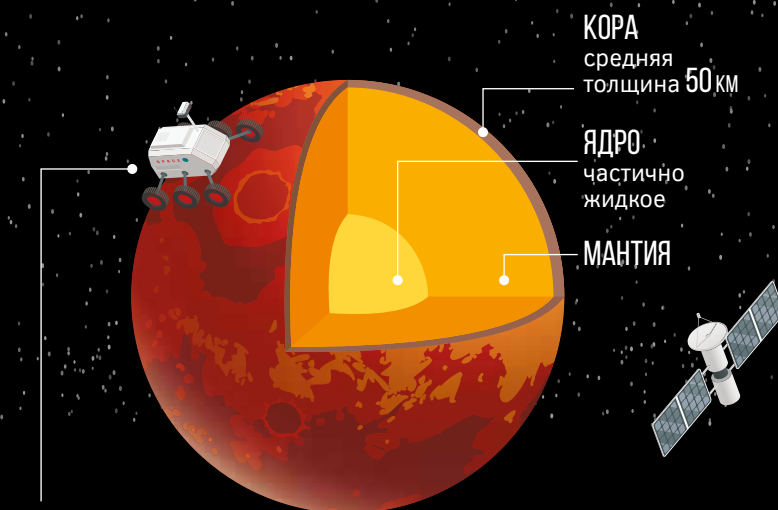
В космических державах разработаны программы по изучению естественного спутника Земли. Российским ученым интересны полярные области Луны, где были обнаружены районы с высокой концентрацией водорода и водяного льда.

Луна – прекрасное место для астрофизической обсерватории. Там нет атмосферы, что создает идеальный астроклимат.

ПАРАМЕТРЫ ПЛАНЕТЫ

По линейному размеру Марс почти вдвое меньше Земли – его экваториальный радиус равен 3 396,9 км (53,2% земного). Площадь поверхности Марса примерно равна площади суши на Земле

РАСТОЯНИЕ ОТ СОЛНЦА – 227 900 000 км



Поверхность Марса в настоящий момент исследуют два марсохода: Opportunity и Curiosity. На поверхности Марса также находятся несколько неактивных посадочных модулей и марсоходов, завершивших исследования.

Минимальная, максимальная и средняя температура на поверхности Марса:

–153 °C

+20 °C

–50 °C

СОСТАВ АТМОСФЕРЫ

УГЛЕКИСЛЫЙ ГАЗ – 95,32%

АЗОТ – 2,7%

АРГОН – 1,6%

КИСЛОРОД – 0,13%

МАССА ПЛАНЕТЫ – $6,418 \cdot 10^{23}$ кг
(11% массы Земли)

ХРОНОЛОГИЯ ИЗУЧЕНИЯ КРАСНОЙ ПЛАНЕТЫ ПО ПРОГРАММЕ «ЭКЗОМАРС»



14 марта 2013 года – подписание договора о запуске программы совместного изучения Марса «Экзомарс» между российской госкорпорацией «Роскосмос» и Европейским космическим агентством.

14 марта 2016 года – старт ракеты-носителя «Протон» с двумя автоматическими космическими аппаратами: Trace Gas Orbiter и «Скиапарелли» – в связке.

5–6 апреля 2016 года – включение и проверка российских научных приборов на аппарате.

13 июня – первое фото Марса с космического аппарата с расстояния 41 млн км.

16 октября 2016 года – отделение демонстрационного десантного модуля «Скиапарелли».

19 октября 2016 года – посадка «Скиапарелли», окончившаяся нештатно, аппарат потерян. Орбитальный аппарат TGO успешно переходит на орбиту спутника Марса.

С марта 2017 года по сей день – торможение TGO о верхние слои атмосферы.

Март 2018 года – начало научных наблюдений в рамках основной миссии TGO.

Март 2021 года – начало функционирования TGO в качестве станции-ретранслятора для марсохода и автоматической марсианской станции.

ние до них нужно преодолевать много лет. Про экзопланеты я и не говорю – там счет идет уже на сотни и тысячи лет, поэтому наша ближайшая в прямом смысле этого слова цель в дальнем космосе – все-таки Марс.

– Я люблю шутить, что на Марс сможет полететь то поколение людей, которое вырастет около черновыльского реактора, – улыбается Лев Зеленый. – Но мы с вами для путешествия к Марсу, и тем более для жизни там, в том виде, как есть, не годимся. Возможно, это и к лучшему. Свободно перемещаться по Красной планете все равно не получится, придется сидеть в укрытии – от радиации ведь под зонтиком не спрячешься. А это убьет всю романтику.

Ученые спорят, как и когда человеку лучше лететь на Марс? Как вычислить самый удобный для полета период?

– Когда солнце активное, лететь опасно – много солнечной радиации. Однако солнечный ветер «выдувает» из Солнечной системы галактические космические лучи, частицы которых более энергичны и опасны, – говорит Лев Зеленый. – А в солнечном минимуме светило спокойное, зато галактических космических лучей гораздо больше. Солнце легче прогнозировать, мы наблюдаем его, а поведение галактических космических лучей мы предсказать не можем. Сейчас, наконец, мы научились прогнозировать солнечные вспышки, однако периода, чтобы на 11 месяцев Солнце было спокойным, быть не может.

Не менее опасны для человека марсианские песчаные бури, которые удается наблюдать даже в земные телескопы.

МАРСИАНСКОЕ ПРОКЛЯТИЕ

Пока мы можем изучать Красную планету лишь удаленно, при помощи роботов. Но и здесь не все складывается гладко.

Для нашей страны Марс исторически был недружелюбной планетой. В период с 1960-х по 1980-е годы к Марсу были отправлены девять исследовательских зондов. «Марс-1» свою программу выполнил полностью, другие аппараты тоже дали много информации, они не выполнили самого главного – не смогли доставить марсоходы и передавать данные с самой планеты.

В 1988 году к Фобосу, спутнику Марса, были отправлены два зонда – «Фобос-1» и «Фобос-2». Первый аппарат был потерян еще на пути перелета к Красной планете, второй проработал на орбите около трех месяцев, а затем по непонятным причинам связь с ним прервалась.

Новой надеждой стал совместный российско-европейский проект «ЭкзоМарс» (ExoMars), первый этап которого начался в 2016 году.

«ЭКЗОМАРС-2016»

Сейчас орбитальный аппарат TGO (Trace Gas Orbiter, «Орбитальный аппарат для исследования малых составляющих атмосферы») международного проекта «ЭкзоМарс» находится на орбите Красной планеты. Он постепенно снижает высоту орбиты, и, как только достигнет запланированной, начнутся активные измерения. Атмосфера Марса разрежена, а процесс торможения осуществляется с ее помощью (именно так снижает высоту TGO), надо действовать очень аккуратно.

Европейские коллеги также включили в состав этой миссии демонстрационный посадочный модуль «Скиапарелли». Этот аппарат был доставлен к Марсу. Отделившись от основного орбитального модуля, он должен был произвести посадку. Но отработка технологии посадки оказалась неудачной: из-за программной ошибки аппарат разбился.

– Проект «Экзомарс-2016» состоит из двух частей: орбитальный

МНЕНИЕ



Петр ЛЕВОЧКИН,
главный конструктор
НПО «Энергомаш»

Можно сказать спасибо Илону Маску за то, что он возобновил интерес людей к космосу. Его высказывания и идеи привлекают большое внимание, а космос становится более открытым, доступным и популярным. И хотя технологии, которые он использует, не суперсовременные (мы проводили анализ его двигателей), Маск решает свою, более глобальную задачу.

Например, сейчас он создает двигатели на метане. Для того чтобы в перспективе лететь к Марсу. Его логика такова: я лечу на Марс и хочу прилететь обратно, но на чем? Керосина же там нет, но следы метана обнаружены, значит, его можно добыть и вернуться назад. Поэтому он и занимается метановыми двигателями. У нас сейчас такой задачи не стоит, но мы ее готовы решать, в том числе и с помощью наших двигателей.

Без маршевых двигателей большой тяги проблему полета к дальним планетам не решить, поэтому сейчас ведется активная работа по созданию ракетного комплекса сверхтяжелого класса. Первым этапом станет создание на базе тяжелой «Ангара» ее модификаций: «Ангара А5П», «А5В» с усовершенствованным двигателем РД-191. В дальнейшем планируется создание ракеты-носителя сверхтяжелого класса, которая за один раз сможет поднимать свыше 80 тонн, а в перспективе и до 100 тонн. В основе ее будет модифицированный РД-171 с индексами, отличающийся от того двигателя, который стоял на «Энергии» – «Буране».

Глобально полет на Марс – это сложная и многофакторная задача. Наши двигатели способны вывести марсианский модуль на орбиту Земли, но дальше возникает много других вопросов: на каких двигателях лететь дальше, как обеспечить защиту от радиации и рассчитать точность приземления. Многие технологии уже есть, но еще предстоит большая работа по подготовке и проведению пробных полетов.

Зачем лететь к дальним планетам, зачем государство финансирует такие проекты? Все очень просто, если вспомнить, что Солнце – это звезда и, в конце концов, погаснет. Не скоро – по оценкам, через 2,5 млрд лет, но задолго до этого оно превратится в красный гигант и сожжет все близлежащие планеты. Где жить дальше? Мы уже сегодня должны искать ответ на этот вопрос, и исследования Луны, Марса и других планет – только первый шаг на этом долгом и сложном пути.

Кстати, именно Россия еще со времен Циолковского является законодательницей мод в области освоения космоса, развития пилотируемой космонавтики. Именно Королёву, Глушко и другим основоположникам практической космонавтики удалось убедить руководство страны в важности развития мирного космоса. Именно они смогли, применив законы физики, предположить, как будет дальше развиваться Солнечная система и что космическая экспансия в будущем необходима.



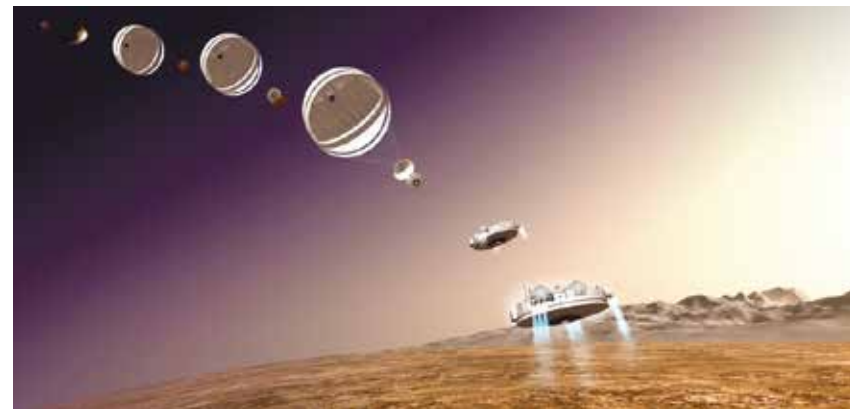
**ОТ РАДИАЦИИ НА КРАСНОЙ ПЛАНЕТЕ МОЖНО
УКРЫТЬСЯ, ПОСТРОИВ ЗДАНИЯ С ДОСТАТОЧНО
ТОЛСТЫМИ СТЕНАМИ ИЛИ ЗАКОПАВШИСЬ
В ГРУНТ. АТМОСФЕРА НА МАРСЕ В 150 РАЗ
СЛАБЕЕ, ЧЕМ У ЗЕМЛИ, ПОЭТОМУ ОНА И ПЛОХО
ЗАЩИЩАЕТ ОТ ЭНЕРГИЧНЫХ ЧАСТИЦ.**



TRACE GAS ORBITER (TGO) —

аппарат для дистанционного исследования Марса с орбиты планеты. Научная нагрузка включает четыре научных прибора, два из которых российские. Он также обеспечил доставку к Марсу спускаемого модуля «Скиапарелли».

Спускаемый аппарат «Скиапарелли» разработан Европейским космическим агентством, назван в честь итальянского астронома и исследователя Марса Джованни Скиапарелли.



аппарат TGO (Trace Gas Orbiter) и посадочный модуль, — рассказывает Лев Зеленый. — 99% научного оборудования находится на орбитальном аппарате. Посадочный модуль был демонстрационным, предназначенным только для отработки посадки, у него не было источников питания, он должен был прожить на Марсе два-три дня. Несмотря на неудачу при посадке, был получен большой массив данных, которые помогут сделать выводы для миссии «Экзомарс-2020» и избежать неудач в дальнейшем. Большого вреда общей программе гибель посадочного модуля не принесла. На Марс довольно трудно сесть, там часто разбивались аппараты — в свое время и советские. Из-за очень разреженной атмосферы такой классический метод торможения, как спуск с парашютом, который работает на Венере и на Земле и помогает сбросить скорость, на Марсе работает гораздо слабее.

НАУЧНЫЕ ПРИБОРЫ ПРОЕКТА «ЭКЗОМАРС»

Прибор, который будет изучать распространение водяного льда под поверхностью Марса, называется ФРЕНД. Он является модернизированной версией прибора ХЕНД — нейтронного детектора, который уже много лет работает на аме-

риканском аппарате «Марс Одиссей». ФРЕНД дает гораздо более точную картину, он оборудован специальным коллиматором, сужающим поле зрения прибора. Благодаря этому можно строить карты распространённости водяного льда более высокого разрешения, то есть различать на них более мелкие детали.

В ходе реализации миссии «Экзомарс-2016» запланировано также исследование атмосферы Марса, измерение концентрации в ней малых газовых составляющих, в первую очередь метана. С этой целью в Институте космических исследований разработан спектрометрический комплекс ACS.

ACS (Atmospheric Chemistry Suite) — набор из трех спектрометров для изучения химии атмосферы, производящих измерения от видимого до теплового инфракрасного диапазона. Одна из главных задач ACS — поиск метана, который может служить признаком биологической активности. Исследователи также хотят попытаться найти источники газов на поверхности планеты и проследить их пространственное распределение. TGO также поможет выбрать место для будущей посадки марсохода «Пастер».

Три возможных места посадки уже есть. Данные TGO помогут выстраивать наиболее интересный, с научной точки зрения, маршрут. Вторая миссия к Марсу запланирована на 2020 год. Она

МНЕНИЕ



Илья КУЗНЕЦОВ,
инженер по созданию комплекса для исследования марсианской пыли отдела физики планет ИКИ РАН

— Я считаю, что планирование и подготовка к пилотируемой экспедиции на Марс — это хороший стимул для технического роста. Исследования положительно влияют на экономику и потом становятся доступными в быту.

Конечно, существует мнение, что человек на поверхности Марса не нужен, потому что за него все могут сделать роботизированные системы. С этим сложно не согласиться. Мы видим, как далеко шагнули робототехника и приборостроение.

Некоторые считают, что нам и на Земле проблем хватает — мол, не до освоения дальнего космоса. Вот с этим я категорически не согласен. Если бы человечество всегда исходило из этого, оно бы никогда не вышло из колыбели цивилизации. Надо решать все задачи и проблемы — и на Земле, и вне Земли.

МНЕНИЕ



Даниил РОДИОНОВ,
заведующий лабораторией физических исследований поверхности планет отдела физики планет ИКИ РАН

— «Экзомарс» для нас — это шанс вернуться в проект по исследованию Марса не просто поставщиками приборов, а полноценными участниками. Этот проект, несомненно, важен для будущего возможного пилотируемого освоения Марса. Фактически «Экзомарс» — это первая программа, направленная на поиск следов жизни — органических веществ на Красной планете. Следующим шагом будет доставка грунта с Марса, уже после этого можно говорить о пилотируемых миссиях.

В современном мире одной стране осуществлять такой глобальный проект по исследованию дальнего космоса очень сложно. Подобные миссии лучше готовить консолидированно, разделив и финансовые, и интеллектуальные затраты.

МАРС НЕ ДЛЯ ЧЕЛОВЕКА: ГИПОМАГНЕТИЗМ

ЕЩЕ ОДИН ФАКТОР, КОТОРЫЙ МОЖЕТ СИЛЬНО ПОМЕШАТЬ НАХОЖДЕНИЮ ЧЕЛОВЕКА НА КРАСНОЙ ПЛАНЕТЕ — ГИПОМАГНЕТИЗМ, ОТСУТСТВИЕ МАГНИТНОГО ПОЛЯ. ЭВОЛЮЦИЯ ВСЕГО ЖИВОГО НА ЗЕМЛЕ ПРОИСХОДИЛА В МАГНИТНОМ ПОЛЕ, ОНО ОКАЗЫВАЕТ ОГРОМНОЕ ВЛИЯНИЕ НА ВСЕХ И ВСЕ, ЧТО ЕСТЬ НА НАШЕЙ ПЛАНЕТЕ. МАГНИТНОЕ ПОЛЕ ПРОЯВЛЯЕТСЯ НА РАССТОЯНИИ 50–100 ТЫСЯЧ КИЛОМЕТРОВ ОТ ЗЕМЛИ. ДАЛЕЕ В ОТКРЫТОМ КОСМОСЕ ДЕЙСТВУЕТ МЕЖПЛАНЕТНОЕ МАГНИТНОЕ ПОЛЕ, КОТОРОЕ В 100 ТЫСЯЧ РАЗ СЛАБЕЕ ЗЕМНОГО.

НАУЧНЫЕ ЦЕЛИ ПРОГРАММЫ «ЭКЗОМАРС»:

- Поиск возможных следов прошлой или настоящей жизни на Марсе
- Характеристика водного и геохимического распределения на поверхности планеты
- Изучение поверхности и окружающей среды на планете, выявление опасностей для будущих пилотируемых полетов на Марс
- Исследование недр планеты, чтобы лучше понять эволюцию и возможность обитаемости Марса



ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ЦЕЛИ ПРОГРАММЫ «ЭКЗОМАРС»:

- Осуществление посадки большегрузных аппаратов на поверхность Марса
- Использование солнечной электроэнергии на Марсе
- Использование буровой установки для взятия образцов марсианского грунта
- Развитие исследований при помощи марсоходов

будет состоять из перелетного блока, посадочной платформы и ровера, оснащенного бурильным комплексом. На посадочной платформе, которую проектирует НПО имени С.А. Лавочкина, будет установлен комплекс российской научной аппаратуры для изучения состава и свойств поверхности, атмосферы и климата планеты.

Также два научных прибора, разработанных в ИКИ РАН, войдут в установленный на европейском марсоходе научный комплекс «Пастер». Главная задача комплекса – поиск соединений и веществ, которые могли бы свидетельствовать о возможном существовании жизни на Марсе.

После съезда марсохода платформа начнет самостоятельную работу как полноценная долгоживущая автономная научная лаборатория. Вместе ровер и станция соберут сведения о тех марсианских явлениях, которые важны для планирования будущих полетов на Красную планету.

По прибытию марсохода, в 2021 году орбитальный аппарат TGO будет продолжать наблюдения, а также действовать в качестве спутника-ретранслятора данных.

На марсоходе «Пастер» будет смонтирована бурильная

установка. Поверхность Марса как бы засвечена радиацией, и там многого не увидишь. А вот на расстоянии метра вглубь – замерзшая вода.

Мы договорились с Европейским космическим агентством, что бурильную установку, которая сейчас стоит на марсианском ровере, мы установим и на нашем лунном посадочном аппарате «Луна-27».

Для геологов самое интересное, конечно, это доставка грунта. Однако исследование грунта на Марсе сначала придется проводить дистанционно, о доставке речи пока нет. Это уже задача следующих миссий.

СТАРТОВОЕ ОКНО

Ученые уже рассчитали время, в которое лучше всего запускать миссию на Красную планету. Период, когда расположение двух планет наиболее выгодно для старта, называется стартовым окном. Запуск в это время позволяет осуществить перелет к Марсу всего за девять месяцев. Стартовое окно «открывается» приблизительно раз в два года. Поэтому второй этап программы «ЭкзоМарс» будет осуществляться с 2020 года.

– В принципе, до Марса можно долететь практически в любое время, но это будет стоить очень дорого, и для современной техники практически невозможно, – комментирует Лев Зеленый. – Поэтому выбираются периоды, когда есть противостояние Земли и Марса. Каждая из этих планет вращается по своей орбите, и раз в 26 месяцев они сближаются, иногда сильнее, иногда меньше. Это называется противостояние или великое противостояние и создает хорошее окно для старта к Марсу, оптимальные условия по затратам топлива. Длится этот период всего несколько недель – не более месяца.

МНЕНИЕ



Марк СЕРОВ,

инженер-испытатель, ведущий космонавт-испытатель перспективной транспортной системы «Федерация»

– Мы собрали команду молодых ребят, которые горят тем, чтобы строить космические корабли и на них летать. Это новое поколение инженеров-космонавтов. Нас объединяет желание работать по-королевски, двигаться вперед, руководствуясь девизом Петра Первого: «Навигация должна быть!» Лично для меня это главный довод. Летать нужно, и это главное!

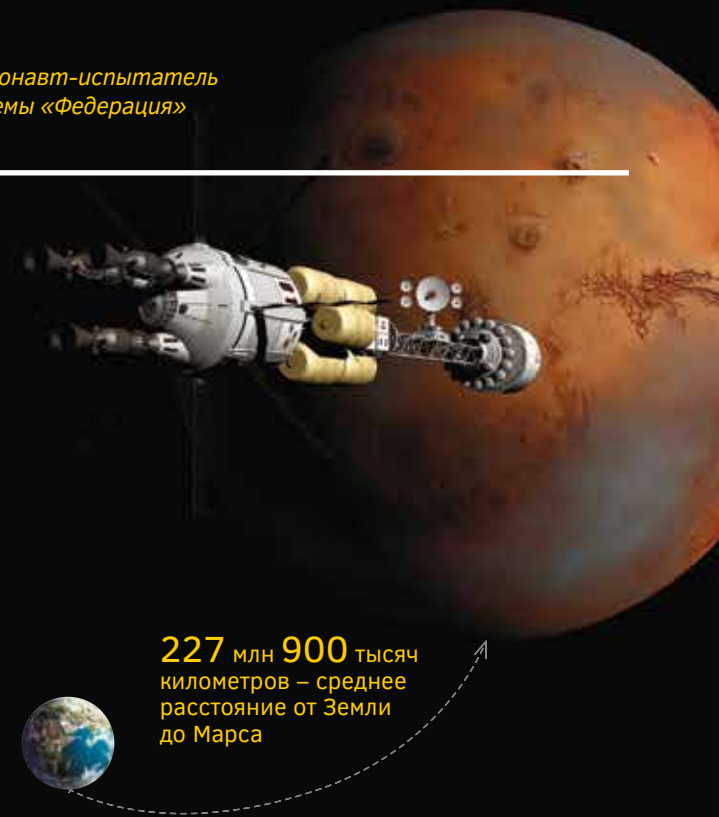
Думаю, что в нашей отрасли достаточно молодых кадров, талантливых людей, которые смогут сделать и ракету, и двигатель для дальних перелетов. И среди ракетчиков есть команды, готовые работать 24 часа в сутки. На своем участке мы делаем возможное и невозможное, чтобы соблюсти поставленные сроки, и будем надеяться, что и другие команды нас не подведут.

У человечества нет и не было других вариантов, кроме как распространять свое влияние и свою хозяйственную деятельность повсюду. Освоим Арктику, исследуем подводный мир. А что дальше? Только космос и его бескрайнее пространство.

Великие основоположники космонавтики это уже проанализировали и спрогнозировали. Вспомните Циолковского и его теорию о космическом пространстве, о той энергии, которую мы еще не научились использовать до конца, а пользуемся лишь долей ее. Можно верить в это или не верить – это одно из течений философии.

Мы, команда «Федерации», верим в то, что будущее человечества связано с космическими исследованиями и освоением космоса. Уже сейчас, с точки зрения экономики, хозяйственной деятельности, орбита Земли становится основной и необходимой частью государственной и международной инфраструктуры. Здесь размещаются автоматические спутники, средства наблюдения и контроля.

Освоение дальнего космоса – это будущее пилотируемой космонавтики. Луна – наиболее близкий к нам объект, седьмой континент Земли. Изучая космическое пространство, продвигаясь к Марсу, человечество просто вынуждено двигаться к Луне. Так выстроена карта Солнечной системы. Лунные ресурсы позволят нам создавать независимые поселения, вырабатывать компоненты для ракетного топлива. Но таких районов, насыщенных необходимыми ресурсами, на Луне мало. В конечном итоге встанет вопрос о конкуренции. Начнется Solar-политика – политика в рамках Солнечной системы. Как бы фантастично ни прозвуча-



227 млн 900 тысяч километров – среднее расстояние от Земли до Марса

ло, это уже не так далеко от нас. Государства или группы людей, которые желают иметь какое-то влияние в космосе в перспективе 10–20–30–50–100 лет, должны озаботиться этим уже сейчас. Технологии освоения космоса настолько сложны, что сразу и вдруг не появятся.

Приведу в пример глобальную инновацию исторического масштаба, которая в свое время многие уголки земли привела к цивилизации: мореплавание. Мореплаватели стремились к неизведанному. Далеко не все их понимали: зачем куда-то плыть, когда и рядом тепло и апельсины растут. Однако именно благодаря им случились Великие географические открытия, континенты соединились морскими коммуникациями. Именно благодаря этим чудачкам возросла военная мощь и влияние некоторых стран.

Космонавтика – точно такая же глобальная инновация. Дивиденды от нее прямо сейчас мы можем получить лишь в отдельных элементах, а глобальное понимание, зачем нужно освоение дальнего космоса, придет лишь через 50–100 лет после «отплытия».

КАК ПРИРУЧИТЬ МАРСИАНСКИХ ПЫЛЕВЫХ ДЬЯВОЛОВ

В Институте космических исследований РАН создают научную лабораторию по исследованию марсианской пыли.

Разрабатываемый учеными пылевой комплекс (ПК) представляет собой набор датчиков, предназначенных для изучения эоловых (ветровых) отложений на Марсе. Основной научной задачей ПК является отслеживание циклов перемещений пыли с помощью прямых измерений потоков пылевых частиц у поверхности Марса. Пылевой цикл и его влияние на циркуляцию атмосферы до сих пор плохо изучены, а прямые измерения перемещения пыли у поверхности Марса не проводились.

В состав пылевого комплекса планируется включить следующие инструменты:

- ударный сенсор (измерение импульсов и зарядов пылевых частиц, потоков частиц);
- MicroMED (гранулометрия);
- ЕМА (регистрация возмущения ЭМ-поля вблизи поверхности Марса);
- ДЭП (измерение разности потенциалов ЭМ-поля в зависимости от высоты).



Илья КУЗНЕЦОВ, инженер по созданию комплекса для исследования марсианской пыли отдела физики планет ИКИ РАН:

– Пылевой комплекс состоит из трех блоков и основного датчика. Базовым блоком является ударный сенсор, на котором расположены пьезоэлектрические датчики, измеряющие импульсы пылевых частиц, которые об него ударяются. Над этими датчиками расположены сетки, измеряющие заряд. У нас есть измерения скорости, мы можем отслеживать потоки этих частиц и массоперенос ветра.

Марсианская пыль – глобальное явление, порождающее бури как локальные, так и в масштабе всей планеты. Каждые земные полгода на Марсе происходят такие сильные бури, что их можно увидеть в телескоп.



Очень много фотографий марсианской пыли мы имеем благодаря марсоходу «Кьюриосити». Аппарат делает селфи, и видно, что пыль покрывает его поверхности

ПОЧЕМУ МАРС — КРАСНАЯ ПЛАНЕТА?

Большое содержание окислившегося железа в частицах марсианской пыли придает планете такой цвет. «Заржавевшие» частички покрывают всю планету, поэтому она выглядит такой рыже-ржавой.

– Пыль может оседать на солнечных батареях, на камерах, забивать механизмы и вредить их работе, – говорит Илья Кузнецов. – Изучение ее деструктивных свойств поможет предотвращать разрушения. Это пригодится для будущих исследований, чтобы не создалась ситуация, когда из-за пылевой бури случилась беда, как показано в фильме «Марсианин», и миссии были успешными, кем бы они ни выполнялись – людьми или машинами.

Частицы пыли запросто поднимаются марсианским ветром и переносятся на большие расстояния. Они могут участвовать в эрозийных процессах и как-то менять твердые поверхности.

Существуют и частицы довольно крупных размеров. Они уже не летают, а как бы перекатываются, переваливаются, участвуя в перемещении марсианских дюн, которое мы можем наблюдать со спутника.

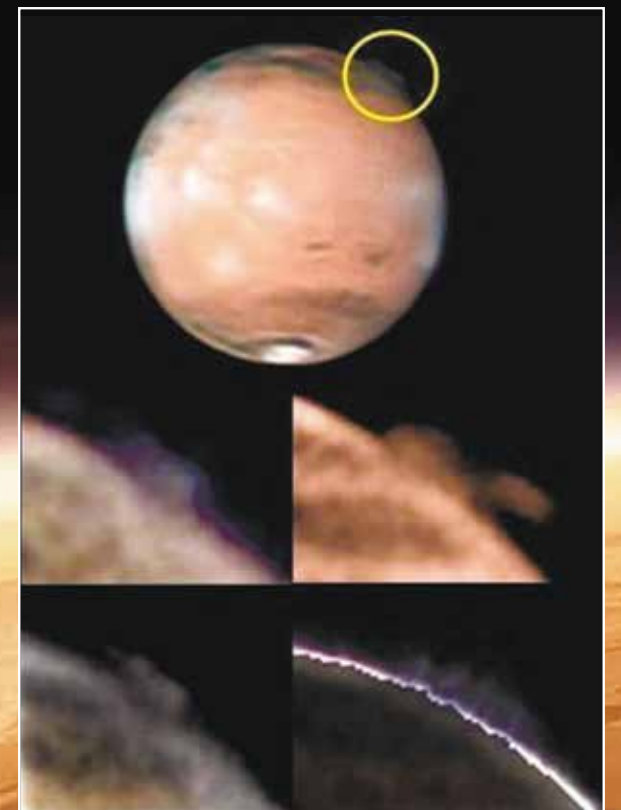
Как мы предполагаем, марсианская пыль имеет нерегулярную форму, то есть это не сферические частицы, а довольно угловатые структуры. Они могут представлять собой самые причудливые формы и, возможно, как у нас снежинки, никогда не повторяются.



Марс в пылевую бурю, когда вся планета покрыта дымкой так, что и поверхности не видно



Марс без пылевых бурь



Марсианские песчаные бури

МАРСИАНСКИЙ КЕФИР

И ДРУГИЕ ЗАДАЧИ ЭКИПАЖА «СОЮЗ МС-04»

Беседовала: Наталья БУРЦЕВА

«Не надо бояться ставить перед собой высокие цели», – говорит космонавт Федор Юрчихин, командир экипажа корабля «Союз МС-04». Мы побеседовали с ним перед стартом, когда он готовился к своему пятому полету. Сейчас, когда номер «ВКС» вышел из печати, Юрчихин уже на орбите, исследует серебристые облака, готовит «марсианский» кефир, проводит ряд других важнейших экспериментов, словом, вносит свою лепту в то, чтобы однажды человек смог исполнить давнюю мечту и отправиться к дальним планетам.



Федор Юрчихин и Джек Фишер у тренажерного комплекса «Союз» в ЦПК имени Ю. А. Гагарина

Космический корабль «Союз МС-04» с космонавтом Федором Юрчихиным и астронавтом НАСА Джеком Фишером на борту стартовал с «гагаринской» площадки космодрома Байконур 20 апреля 2017 года в 10 часов 13 минут по московскому времени. Для Джека Фишера это первый космический полет. На месте третьего космонавта установлен 70-килограммовый грузовой контейнер. В космос вместе с Юрчихиным и Фишером отправились молочнокислые бактерии. Юрчихин и Фишер попробуют в многофункциональном лабораторном модуле «Наука» получить кефир в условиях невесомости.



НЕРАССКАЗАННАЯ БАЙКА ПРО ПЯТЫЙ ПОЛЕТ

– Федор Николаевич, скажите, пожалуйста, пятый полет для вас будет особенным? Правильно ли я понимаю, что каждый полет для космонавта уникальный: новая программа, новые задачи, больше опыта?

– Уникальными были полеты Юрия Гагарина, Германа Титова, Павла Поповича, Валерия Быковского, Валентины Терешковой, Алексея Леонова... Мой таким не назовешь. Но каждый космический полет, не важно, первый он или десятый, – особенный. И мой полет особенный для меня. Хотя бы потому, что после своего крайнего полета я, если честно, не знал, полечу ли снова. У меня были другие планы, другие мысли... И у моей семьи тоже. Но жизнь внесла свои коррективы. И вот вскоре я, надеюсь, уже в пятый раз буду на орбите. Даже уже придумал байку про свой пятый полет. После возвращения обязательно ее расскажу.

Мы с Джеком Фишером стартуем раньше намеченного срока: должны были лететь в мае, а летим в апреле. Усиленно готовимся к полету.

Особый интерес для меня сейчас представляет опыт по сокращению экипажа «Союза» и МКС. Это вносит коррективы во всю космическую программу. Экипаж из двух человек отправляли на станцию крайне редко, это были единичные случаи.

К сожалению, нам сократили время нахождения на орбите – всего 136 дней.

Из-за того, что более полутора месяцев я буду находиться один на российском сегменте, мне пришлось отказаться от ряда экспериментов, часть перенести в таск-лист: очень много служебных задач, которые надо будет выполнить в первую очередь.

Безусловно, в программу будут вноситься корректировки уже во время полета. Но экспериментов будет достаточно. Запланирован выход в открытый космос в новом скафандре «Орлан-МКС». В разработке этого скафандра принимали участие лучшие специалисты НПП «Звезда». Я тоже внес свою скромную лепту: испытывал систему автоматического терморегулирования, которая теперь усовершенствована. Когда разрабатывали специальный крюк на страховочном фале скафандра, я делал наброски, и мои мысли пригодились разработчикам. Сейчас предстоит испытать всю систему скафандра за бортом МКС. Я многого жду от этих испытаний и вообще от этого полета.

В связи с сокращением численности экипажа МКС с шести до пяти человек была существенно скорректирована программа полетов и состав экспедиций. Как утверждают в Роскосмосе, это временная необходимость, которая отпадет, как только к МКС будет запущен российский модуль «Наука».



Федор Юрчихин и Джек Фишер у космического корабля «Союз МС-04», космодром Байконур



Наблюдение за Землей с борта МКС



Космический корабль «Союз» – вид с борта МКС

«САВИНЫХ ЗАРАЗИЛ МЕНЯ СЕРЕБРИСТЫМИ ОБЛАКАМИ»

– Может быть, выделите какие-то наиболее интересные предстоящие эксперименты?

Обязательно продолжу изучение серебристых облаков. В свое время, перед моим вторым полетом, я разговаривал с Виктором Петровичем Савиных, и он просто заразил меня этим явлением. Серебристые облака наблюдали и изучали такие космонавты, как Георгий Гречко, Александр Иванченков, Александр Калери, Павел Виноградов, Олег Котов... Многие космонавты любят их фотографировать.

Официальная наука говорит, что эти облака в основном концентрируются в диапазоне 54 граду-

са северной широты и выше и 54 градуса южной широты и ниже. А мне в прошлом полете удалось зафиксировать серебристые облака на экваторе, то есть их можно наблюдать в абсолютно непредсказуемых местах. И это утверждали многие космонавты, в числе которых Георгий Михайлович Гречко и Виктор Петрович Савиных. Увы, Георгия Михайловича уже нет с нами. Искренние соболезнования родным и близким.

К сожалению, изменились сроки эксперимента «Терминатор», данные которого должны помочь разгадке происхождения серебристых облаков, и он начнется позже нашей экспедиции.

Жду встречи с экспериментом «Плазменный кристалл», который выполнял в одном из прежних своих полетов. Интересно поучаствовать в совместных российско-американских экспериментах, таких как Fluid Shifts.

КЕФИР ДЛЯ МАРСА – НОВАЯ ЖИЗНЬ НА МКС

– А новые исследования?

– Один из новых экспериментов – «Пробиовит». Мы попытаемся произвести кисломолочный продукт в космосе. До сих пор живые микроорганизмы на борт станции попадали в субстанциях, а для данного эксперимента на МКС доставлен порошок – живые организмы в сухой среде.

Мы разбавим этот порошок водой, и ученые узнают, как живые организмы приспосабливаются к невесомости. Узнаем, запустится ли процесс закваски в космической воде, получаемой из системы регенерации.

Что выйдет в итоге, пока не известно. Этим и интересен любой эксперимент – ты себя чувствуешь оператором, который буквально рождает новую жизнь.

С кефиром будем работать в специальном боксе, где создана стерильная среда. В нем мы работаем в перчатках, откуда и название – главбокс. В переводе с английского Glove – перчатка.

– Вы сами кефир любите?

– Конечно. Я же родился и вырос в Грузии. Для меня кисломолочные продукты – самые любимые. Номер один – мацони, восточный кефир. Еще очень люблю сметану, творог.

– Значит, теперь вам предстоит попробовать особенный, космический молочный продукт?

– Мы попытаемся произвести кефир, но попробовать его будут на Земле. Кефир получается в пакете, из которого его нельзя будет извлечь. Такая попытка может занести туда микрофлору, а это просто погубит научный результат.

Флюид Шифт (Fluid Shifts) – совместный российско-американский биологический эксперимент, направленный на сбор данных об изменениях в организме человека, происходящих под влиянием невесомости и прочих космических факторов. Ученые будут наблюдать изменение внутричерепного давления и давления в сосудах тела. В будущем это поможет обеспечить долговременное пребывание человека в космосе без потери здоровья и физической формы. Подобные знания необходимы в подготовке будущих полетов на Марс.



Эксперимент «Пробиовит», иначе называемый «Кефир», проводится для получения активного лечебно-профилактического кисломолочного продукта, который в дальнейшем предполагается использовать в качестве штатного пробиотика при осуществлении дальних полетов (Марс, Луна). На МКС пробуют разработать простую и удобную технологию получения пробиотического препарата, обладающего иммуномодулирующими свойствами.



Эксперимент на борту МКС

В 1998 году стартовал российско-германский эксперимент «Плазменный кристалл» по исследованию плазменно-пылевых структур в газоразрядной плазме в условиях микрогравитации. Его основная цель – изучение четвертого физического состояния вещества – плазмы.





БУДУЩЕЕ ЗА ЛУНОЙ

– На МКС постоянно проходят эксперименты, связанные с подготовкой к полетам в дальний космос. Считаете ли вы, что каждый полет приближает нас к освоению новых планет?

– Безусловно, каждый полет на МКС привносит что-то свое: свою точку, запятую, слово, фразу в то, что называется опытом космических полетов. Но освоение дальнего космоса связано не столько с этим опытом, сколько с разработкой новых технологий. Ведь мы же говорим о возможности лететь к дальним планетам Солнечной системы на скоростях ну явно не сегодняшнего дня.

– Что будет дальше? Как вы думаете: Луна или Марс?

– Я считаю, что будущее человечества в космосе – это в первую очередь Луна. Там мы сможем отработать технологии посадки, проживания на другом небесном теле. Луна – достаточно крупное небесное тело, обладающее приличной гравитацией, которая позволит ходить и работать.

На ее поверхности можно разместить обсерватории, позволяющие изучать и Землю. А на обратной стороне Луны – изучать звезды, глубины космоса.

Что касается Марса, человечество давно мечтает ступить туда. Но давайте посмотрим прав-

де в глаза: сегодня самое крупное тело, которое посажено на поверхность Марса, – это марсоход «Кьюриосити», который весит меньше тонны. Для того чтобы доставить туда человека, потребуется аппарат гораздо сложнее и намного тяжелее. Он ведь должен не только сесть на поверхность Красной планеты, но и взлететь оттуда. Представляете, какие это колоссальные затраты?

Мне не интересны проекты и люди, которые рассматривают дорогу в один конец.

Сейчас, думается, надо идти по разумному пути. Во-первых, с помощью передвижных научных лабораторий хорошо изучить погодные условия на Марсе: предвестников бурь, когда начинаются и когда заканчиваются бури.

Далее – исследовать планету с помощью роботов. Робототехника сейчас развивается очень быстро, быстрее, чем космические технологии. Первыми на Марсе должны оказаться роботизированные системы, которые будут собирать информацию, обрабатывать и не просто передавать на Землю, а анализировать, может, даже принимать какие-то простые решения.

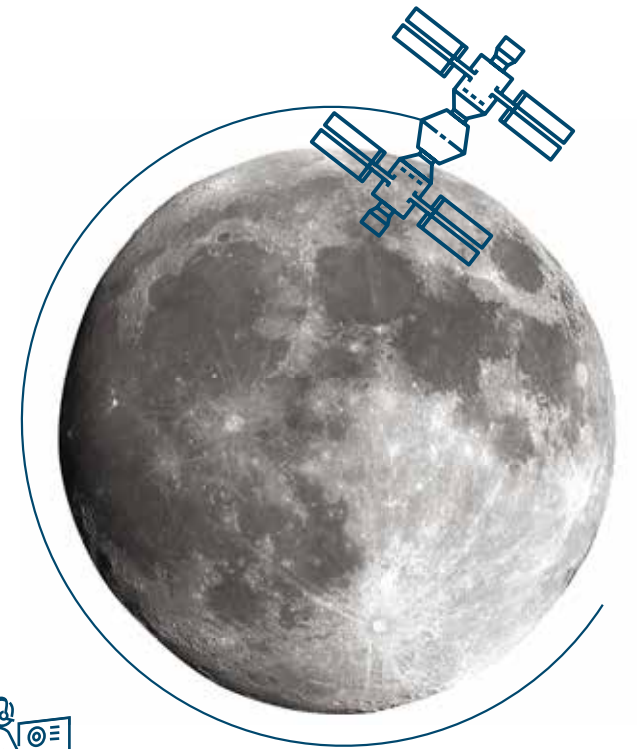
Роботы смогут найти для нас подходящее место под космодром, расчистить его и работать как средства навигации, коммуникации, как метеослужба и так далее. Подготовить плацдарм для первого шага человека на поверхности Марса.

СДЕЛАТЬ ШАГ В ДАЛЬНИЙ КОСМОС

– Видите ли вы себя участником такого полета? Ведь для таких задач нужны опытные космонавты.

– Наши возможности все-таки ограничены возрастом и сроком нашей жизни. Я трезво смотрю на вещи. Пройдет не один десяток лет, прежде чем полеты к дальним планетам станут возможными.

Я против полета на Марс, если этот полет одноразовый. Человечество более 40 лет не летает на Луну. Допустим, даже если сегодня мы объединим ресурсы всех космических держав и пошлем экспедицию на Марс с тем, чтобы потом – десятилетия или столетия – туда не летать... Зачем вообще нужен такой полет? Дорога на Марс, как, впрочем, и на Луну, должна стать «проторенной», а на это потребуется очень много времени. И очень большие ресурсы.



Марсоход третьего поколения «Кьюриосити» (англ. Curiosity – любопытство, любознательность) – автономная химическая лаборатория в несколько раз больше и тяжелее предыдущих марсоходов «Спирит» и «Оппортьюнити». Запуск «Кьюриосити» к Марсу состоялся 26 ноября 2011 года, мягкая посадка на поверхность Красной планеты произошла 6 августа 2012 года. Предполагалось, что аппарат прослужит один марсианский год (686 земных суток). Однако он продолжает работать по сей день. 410 человек обеспечивает работу «Кьюриосити» с Земли – 250 ученых и примерно 160 инженеров.





Командир экипажа корабля «Союз МС-04» Федор Юрчихин с журналом «ВКС» перед стартом на Байконуре



Основной экипаж космического корабля «Союз МС-04» – Федор Юрчихин и Джек Фишер – и дублирующий экипаж – Сергей Рязанский и Рэндольф Брезник

– Как вы думаете, реальны ли перспективы колонизации других планет? Сможет ли человек жить где-то, кроме как на Земле, или это навсегда останется только мечтой?

– Лично для меня это фантастика. Пока. В моем представлении колонизация означает свободное освоение нового пространства, возможность свободного проживания человека где-то. Мы могли бы колонизировать только такую планету, где климатические условия похожи на земные, где не требуется ношение скафандров и постоянное нахождение в замкнутом пространстве. Это невозможно на планетах Солнечной системы.

– А Международная космическая станция? Не является ли она своеобразным прообразом того, как люди могут жить за пределами Земли?

– Я бы не хотел, чтобы люди жили за пределами Земли в таких условиях. Не потому, что условия плохие. Просто они не заменят возможности пройти босиком по траве, смотреть на солнце сквозь ветви деревьев, видеть таяние снегов и первоцвет, слышать журчание ручья... Уж извините за такую лирику, но это те самые маленькие радости, которых нам очень не хватает на МКС.

Одно дело работать на орбите, другое – жить там постоянно... Человек все-таки является частью земной природы, и не понятно, что с ним будет, если навсегда изъять его из родной среды обитания.

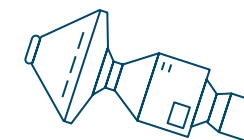
В действительности МКС – это образец того, как люди разных национальностей, культур и вероисповеданий могут работать вместе и осуществлять замечательные совместные проекты не только на благо своей страны, но на благо всего человечества. Все это замечательный вдохновляющий пример для нашего тревожного времени.

– Как вам кажется, какие основные преграды существуют на пути землян к дальним планетам?

– До ближайшей звезды надо лететь четыре года со скоростью света – 300 тысяч километров в секунду. А максимальная скорость, которую на сегодняшний день удалось развить аппаратам, созданным на Земле, – 17 километров в секунду. Главная проблема сейчас, повторюсь, в развитии технологий, которые все-таки не поспевают за космической мечтой. Это касается аккумуляции энергии в малых объемах, новых двигателей, средств защиты космических кораблей и человека, управления гравитацией и многого другого.

Сейчас мы стоим буквально на пороге: знания и умения человека еще не позволяют переступить этот порог и сделать шаг в дальний космос. Чтобы этот шаг был сделан, потребуется еще немало усилий, новых знаний и времени.

Но давайте вспомним – «Планета есть колыбель разума, но нельзя вечно жить в колыбели». И еще – «Ракета для меня только способ, только метод проникновения в глубины космоса, но отнюдь не самоцель... Будет иной способ передвижения в глубину космоса, приму и его... Вся суть – в переселении с Земли и в заселении космоса». В этом году исполняется 160 лет со дня рождения Константина Эдуардовича Циолковского.



«Планета есть колыбель разума, но нельзя вечно жить в колыбели». И еще – «Ракета для меня только способ, только метод проникновения в глубины космоса, но отнюдь не самоцель... Будет иной способ передвижения в глубину космоса, приму и его... Вся суть – в переселении с Земли и в заселении космоса».



Ракета-носитель «Союз»



Текст: Борис ЧЕЛЬЦОВ – младший
Фото из семейного архива Чельцовых

Вся жизнь Бориса Федоровича Чельцова связана со служением Отечеству, армии, военной науке. В последние годы жизни он руководил работой Вневедомственного экспертного совета по проблемам воздушно-космической обороны (ныне – Вневедомственный экспертный совет по вопросам воздушно-космической сферы), будучи его исполнительным директором, а также занимал должность советника генерального директора ОАО «Конструкторское бюро-1». Его не стало в мае 2014 года. Эта потеря осталась невосполнимой для ВЭС ВКС.

ПАМЯТИ БОРИСА ЧЕЛЬЦОВА

23 апреля 2017 года исполнилось бы 70 лет генерал-полковнику Борису Федоровичу Чельцову, выдающемуся военачальнику и ученому, легенде войск ПВО.

Больно писать о дорогом человеке, несправедливо рано ушедшим из жизни. Но это не только дань его памяти, но и те слова, которые я не успел сказать ему при жизни.

Я всегда знал, что мой дед – Борис Федорович Чельцов – выдающийся человек. Мальчишка из оренбургской деревни, сын старшины-сверхсрочника с семью классами образования, ставший генерал-полковником, начальником Главного штаба ВВС России, пэвэошник, заслуживший безоговорочное уважение летчиков (кто служил, знает, что военные летчики – особая каста, которая крайне редко признает своим кого-то чужого). А еще – профессор, доктор наук, лауреат Государственной премии и премии Правительства России за разработку сверхсекретного оружия, впервые примененного в Чечне, человек, чье имя внесено боевиками в списки приговоренных к смерти.

МЕДАЛЬ «ЗА БОЕВЫЕ ЗАСЛУГИ» СВЯЗЫВАЛА ЕГО С ДЕДАМИ

Одно из моих первых воспоминаний: возвращение деда из Чечни.

Ночь. Звонок в дверь, на пороге он – в полевой форме и с огромным букетом роз для бабушки. Я тогда не мог понять, почему все плачут. Теперь знаю, почему из всех своих многочисленных наград он дороже всего ценил солдатскую медаль «За боевые заслуги». Такая же есть у обоих моих прадедов, прошедших Великую Отечественную. Вся его жизнь каждую минуту – это служение Родине, даже когда страна разваливалась, когда пытались уничтожить армию. При этом дед не сразу решил стать военным. Он собирался поступать в кораблестроительный в Ленинграде. Но один ночной разговор с отцом (моим прадедом, фронтовиком, прошедшим две войны) изменил все.

ПАМЯТНИК ОФИЦЕРСКОЙ ЖЕНЕ

Попадание в десятку получилось и с выбором профессии, и с выбором спутницы жизни. Эта история стала нашей семейной притчей. Друзья пригласили его отметить Новый год. На пороге минской квартиры он встретил девушку, от которой не мог отвести глаз. В тот

же вечер он сказал моей бабушке: «Ты будешь ездить на черной „Волге“ и ты будешь женой генерала!» Это была не самоуверенность, а вера в себя. Бабушка и дедушка многое прошли вместе. Он всегда говорил, что половина его звезд на погонах – ее. Я знаю, что именно благодаря моему деду сегодня в подмосковной Балашихе установлен единственный в мире памятник офицерской жене.

ЕДИНОГЛАСНОЕ «ПРОТИВ»

Не все в его службе было просто: и затерянное во владимирских лесах Костерево, и Тверская академия ПВО, которую уже позже, будучи начальником Главного штаба ВВС, во времена сердюковских реформ он спасал от закрытия.

В Северодвинске он был начальником штаба бригады ПВО, разбросанной на многие километры вдоль побережья Белого моря. Была середина 1980-х, в бригаде произошло ЧП – при тушении пожара погиб солдат. За такое в те времена головы командира и начальника штаба летели сразу, на дальнейшей службе можно было ставить крест.



Февраль 1988 года. Новая Земля, в тундре около ГТС (гусеничный тягач средний). Борис Чельцов с супругой и дочерью Натальей и Светланой

И вот в бригаде идет партийное собрание, приехал член Военного совета 10-й армии ПВО – снимать с должности и исключать из партии командира и начальника штаба бригады. В зале все офицеры бригады. За снятие с должности командира – проголосовали единогласно. Когда решался вопрос о начальнике штаба – тогда еще подполковнике Чельцове, не поднялось ни одной руки «за». Единогласное «против». Дед говорил, что такая поддержка подчиненных дороже всех званий и наград. Ведь командиром он был жестким, требовательным, но справедливым, и если устанавливал для подчиненных определенную планку, то прежде всего соответствовал ей сам.

НА НОВОЙ ЗЕМЛЕ

А потом была Новая Земля, где ночь длится полгода, где самолет с Большой земли порой, сделав

несколько кругов над обледеневшим аэродромом, поворачивает в Архангельск; где проверяющие из Москвы несколько суток могут провести в комнате гостиницы, так как на улице разыгрался «вариант», и ни на какой технике к гостинице не подъехать. «Вариант» – это когда вытягиваешь руку вперед, и она тут же пропадает из поля зрения: из-за метели видимость всего в несколько сантиметров. Утром, прежде чем выйти из подъезда, принято выпускать собаку, чтобы понять, нет ли поблизости белого медведя. Служба там была практически круглосуточной, ответственность огромной. Дивизия прикрывала крупную военно-морскую базу, расположенную тогда на Новой Земле, и ядерный полигон.

Мало кто на свете может к концу жизни сказать о себе: «Я абсолютно счастливый человек». Мой дед мог.

В МОСКВЕ

А потом была Москва – академия Генерального штаба и третий (после училища и Тверской академии) красный диплом. Затем – Ржевский корпус ПВО, прикрывавший Москву на самом главном – северо-западном – направлении. После знаменитого приземления Руста на Красной площади – должность почти расстрельная. Ну и, наконец, снова Москва, Главный штаб ПВО. Дед пришел туда в трудный момент, когда объединялись в один вид два рода войск – ВВС и ПВО, когда с нуля создавался новый вид войск. Я знаю, как больно ему было «реформировать» то, что собственными руками создавал много лет, как он боролся за сохранение каждого соединения, каждого полка, отстаивал из последних сил то, что можно было сохранить, как переживал, когда это не удавалось.

Я горжусь тем, что имя генерал-полковника Чельцова запечатлено среди имен людей, создававших концепцию военно-космической обороны России. Многие его разработки легли в основу этой концепции. Именно за нее он получил свои премии и научные звания.

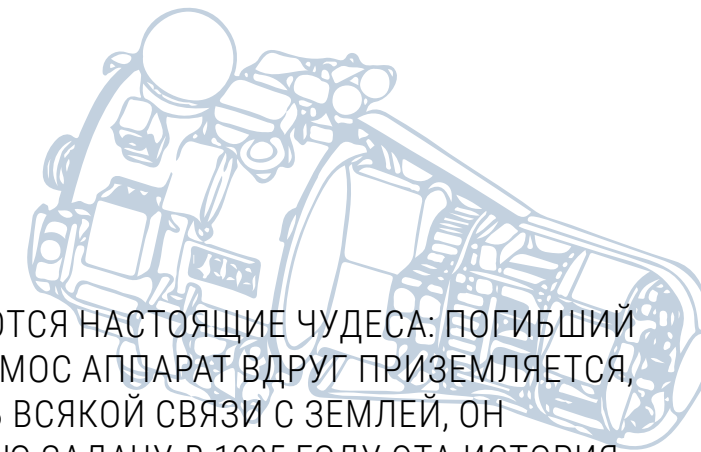
СЛУЖБА ПОСЛЕ СЛУЖБЫ

42 года на службе Отечеству. Я как-то спросил деда, хотел бы он что-нибудь изменить в своей жизни, выбрать другую профессию. Он, не раздумывая, сказал: «Нет». Даже после увольнения из армии он продолжал служить своей стране. Его научные труды сверхсекретны, и я вряд ли смогу их прочесть, но те, кто работал с ним последние годы, говорили, что даже не предполагали, что один из крупнейших военачальников окажется еще и большим ученым. Он работал до последнего дня, даже уже зная, что умирает.

Текст: Александр МЕРЖАНОВ
 Фото из личных архивов Ю. П. Корнилова
 и Э. Т. Радченко

ЧУДЕСНОЕ ВОЗВРАЩЕНИЕ ПОГИБШЕГО СПУТНИКА

и пять первых уроков коммерческой космонавтики



В КОСМОНАВТИКЕ ИНОГДА СЛУЧАЮТСЯ НАСТОЯЩИЕ ЧУДЕСА: ПОГИБШИЙ ЕЩЕ НА СТАДИИ ВЫВЕДЕНИЯ В КОСМОС АППАРАТ ВДРУГ ПРИЗЕМЛЯЕТСЯ, И ОКАЗЫВАЕТСЯ, ЧТО, ЛИШИВШИСЬ ВСЯКОЙ СВЯЗИ С ЗЕМЛЕЙ, ОН САМОСТОЯТЕЛЬНО ВЫПОЛНИЛ СВОЮ ЗАДАЧУ. В 1995 ГОДУ ЭТА ИСТОРИЯ ПРОИЗОШЛА С ГЕРМАНО-ЯПОНСКИМ ПРОЕКТОМ EXPRESS. ЯПОНСКАЯ РАКЕТА НЕ СМОГЛА ВЫВЕСТИ СПУТНИК НА РАСЧЕТНУЮ ОРБИТУ, И ОН СГОРЕЛ В АТМОСФЕРЕ. ТАК ДОЛГОЕ ВРЕМЯ СЧИТАЛОСЬ, И, ВОЗМОЖНО, ТАК БЫ И ПРОИЗОШЛО, ЕСЛИ БЫ ЭТОТ СПУТНИК НЕ БЫЛ РОССИЙСКОГО ПРОИЗВОДСТВА. ДЛЯ НАС EXPRESS СТАЛ ПЕРВЫМ ОПЫТОМ КОММЕРЧЕСКОЙ КОСМОНАВТИКИ.

РУССКАЯ КОСМИЧЕСКАЯ БОМБА ДЛЯ НЕМЕЦКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА

В 1996 году на Международной аэрокосмической выставке в Берлине был представлен оригинальный экспонат: обугленная капсула «советской системы частично-орбитальной бомбардировки», с помощью которой немецкая фирма провела в космосе испытания своих теплостойких материалов. Представители фирмы щедро раздавали посетителям свои рекламные проспекты, но о самой «советской системе» не распространялись, и ее создателей из России на выставке не было.

– Это сами немцы придумали такое название: «система космического бомбометания», – рассказывает заслуженный конструктор РФ Юрий Петрович Корнилов. – Аппарат делали наши специалисты из КБ «Салют», которое проектировало подобные спускаемые капсулы для военных – спутников разведки, боеголовок. Но эту капсулу разработали специально для немцев. А на выставке мы по очень простой причине не были – нас никто не позвал.

ПЕРВЫЕ «СМОТРИНЫ»: ТО ЛИ РАЗВЕДЧИКИ, ТО ЛИ ПАРТНЕРЫ

В начале 90-х годов XX столетия вместе с финансированием наши космические КБ вдруг разом потеряли и покров государственной тайны.

– Это был какой-то разгул либерализма, – вспоминает заслуженный конструктор РФ Эдуард Радченко. – С иностранцами, которые приходили к нам в «Са-

лют», часто и сопровождающего из «режимщиков» не было. Хотя до этого секретность была такая, что даже моя семья не знала, где и кем я работаю.

Однажды, в апреле 1992 года, вызвал меня заместитель генерального конструктора и попросил разобратся с немцами, которые должны были приехать, понять, чего хотят. По опыту предыдущих встреч я полагал, что это будет какая-то очередная разведка, и надеялся побыстрее выпроводить гостей, как уже бывало.

Визитеры оказались сотрудниками немецкой фирмы, которая по заданию Германского космического агентства DARA работала над проектом EXPRESS.

Название **EXPRESS** было сложено из первых букв слов **EX**periment **RE**entry **Sp**ace **S**ystem и говорило о том, что проект предусматривал проведение экспериментов на участке спуска некоей капсулы с орбиты на Землю.

В наружную обшивку капсулы необходимо было «вшить» для испытаний новейшие жаростойкие немецкие материалы. Место посадки – полигон Вумера в Австралии. Вывод на орбиту обеспечивала Япония, тоже желавшая провести свои эксперименты. Это значило, что в капсуле нужно было разместить и японское оборудование.

УРОК ПЕРВЫЙ: КОНКУРЕНЦИЯ – ДВИГАТЕЛЬ ПРОГРЕССА

Проект успешно развивался. Проблема упиралась только в пресловутую возвращаемую капсулу, над созданием которой в Германии бились несколько

лет, но сделать так и не смогли. Потому и было решено подключить какое-нибудь космическое КБ из России. В нашей стране конструкторских бюро, умеющих создавать подобную технику, было несколько, и у германской стороны – головной в проекте – была возможность выбора. Так состоялось первое знакомство КБ «Салют» с иностранным подходом к совместной работе: нужно было сначала выиграть конкурс.

– Я увидел, что работа, во-первых, интересная, а во-вторых, нам абсолютно понятная, – вспоминает Эдуард Радченко. – Захотелось в ней участвовать – нужны были деньги. Но немцы, похоже, сами толком не представляли, за какое дело взялись. Говорили только о возвращаемой капсуле, не учитывая, что ей нужен некий сервисный модуль, в котором будут системы, обеспечивающие ее полет, условия для спуска – надо же задать ей точную скорость, сориентировать под нужным углом в конкретную точку Земли и так далее. Наш подход к делу им, видимо, понравился. Мне показалось, что с ними впервые разговаривали так конкретно. С определенного момента я понял, что конкурс выиграем именно мы, это уже заранее решено.

Как потом выяснилось, в конкурсе на создание аппарата «Экспресс» участвовали не только российские, но и американские фирмы. Но победило именно КБ «Салют». Генеральный конструктор «Салюта» Дмитрий Полухин первоначально не хотел браться за проект. Причиной были крайне сжатые сроки, на которых настаивала немецкая сторона, – они бы потребовали нарушения технологии проек-

тирования. Только обещание немцев поднять оплату за работу – а деньги в середине 1990-х были, без преувеличения, вопросом выживания не только предприятия, а всей отрасли – сподвигло Полухина все же согласиться.

Немецкая сторона потребовала государственных гарантий. Их могло дать только Российское космическое агентство (РКА), таким образом тоже ставшее участником проекта.

4 марта 1993 года руководители Российского и Германского космических агентств поставили свои подписи под соглашением по созданию космического аппарата «Экспресс». Основными подрядчиками выступали фирма ЭРНО (DASA/ERNO) от германской стороны и КБ «Салют» – от России.

В самом КБ «Салют» ответственность за выполнение работ была возложена на главного конструктора проекта Э.Т. Радченко и группу ведущего конструктора темы Ю.П. Корнилова.

УРОК ВТОРОЙ: КЛИЕНТ ВСЕГДА ПРАВ

Именно КБ «Салют» первому из отечественных космических фирм пришлось столкнуться со знаменитой формулой «клиент всегда прав».

Сроки создания «Экспресса» были поистине авральные, но приступить к проектированию сразу конструкторы не могли. Предстояло сначала составить «прокьюримент документ», который в КБ «Салют» вскоре окрестили «прокуранным». Для отечествен-

ной космической отрасли он оказался не просто какой-то новой «технической бумагой» – это был новый подход к международному сотрудничеству в космосе.

– Речь шла о «закупочном документе». Это американская система, – поясняет Эдуард Радченко. – Люди платят деньги и хотят четко понимать, за что. Именно с этого документа начинаются отношения. В нем оговорены все условия, сроки, отчетность, все задействованные силы и средства. С нашей стороны его пришлось составлять Юрию Петровичу Корнилову. Намучился он, но деваться было некуда.

Заслуженный конструктор РФ Юрий Корнилов вспоминает, что для него составление «прокьюримент документа» оказалось даже сложнее, чем в авральные сроки спроектировать сам «Экспресс».

– Чтобы такой документ правильно составить, нужны грамотные юристы, экономисты, причем разбирающиеся и в нашей отрасли, и в «новых экономических условиях». А где их было взять? В итоге многие вопросы оказались полностью упущены. Проблема еще в том, что по правилам этот документ должен составляться до подписания соглашения. А мы работали над ним после. Вот и получилось, что, по сути, работы велись не по нашим правилам, но и не по тем, которые приняты во всем мире.

УРОК ТРЕТИЙ: ДЛЯ УСТРАНЕНИЯ КОНКУРЕНТА ВСЕ СРЕДСТВА ХОРОШИ

Создание космического аппарата с нуля всегда занимает не меньше трех лет, что проверено мировой практикой. Но по заключенному соглашению старт готового «Экспресса» должен был состояться всего через полтора года.

Авральные сроки требовали от КБ «Салют» нестандартного подхода – по сути, нарушения технологии проектирования.

По правилам, процесс создания космического аппарата делится на четкие этапы: эскизный проект, подготовка чертежей, подготовка производства и так далее. Заказчик желал принимать работу по окончании каждого этапа и только после этого давать разрешение приступить к следующему. А самое главное – только после подобной приемки немцы выплачивали очередной денежный транш.

Однако группе Корнилова из-за авральных сроков пришлось сломать эту стройную схему – этапы велись параллельно.

«Экспресс» был очень простым аппаратом по сравнению с орбитальными станциями и военными аппаратами, над которыми всегда работало КБ «Салют». Схема его была понятна, поставщикам уже заказывались блоки и системы, и те готовы были их сделать – были бы деньги. А денег немцы не давали – у них график.

В итоге сроки отправки «Экспресса» в Германию были сорваны – вместо 1 февраля 1994 года, предусмо-

ХРОНОЛОГИЯ «ЭКСПРЕССА»

4 марта 1993 г. – подписание соглашения между РКА (Ю. Н. Коптев) и ДАРА (К. Берге) по созданию КА «Экспресс», по которому основными подрядчиками выступали ЭРНО (DASA/ERNO) от германской стороны и КБ «Салют» от российской стороны.



Март 1993 г. (всего 1,5 года до пуска!) – официальное начало работ по созданию КА «Экспресс» в КБ «Салют»



Конец августа – начало сентября 1994 г. – планируемая дата пуска КА «Экспресс»



15 января 1995 г. – фактическая дата пуска

Запланированное время существования спутника на орбите Земли – 5,5 суток

МЕЖДУНАРОДНОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ РАБОТ ПО СОЗДАНИЮ КА «ЭКСПРЕСС»



Юрий Корнилов, заслуженный конструктор РФ

тренного договором, он был построен только к 1 мая. Но и тут немецкая сторона не принимала готовый аппарат, буквально выискивая малейшие поводы для замечаний. В «Салюте» родилось подозрение, что заказчик тянет время намеренно. Вскоре это подтвердилось.

Оказалось, что в Бремене немцы должны были поставить на «Экспресс» свое оборудование, но оно не было готово. Старт срывался по вине германской стороны, просто эту вину пытались переложить на россиян. Создание «Экспресса» активно освещалось в немецкой прессе, и упор всякий раз делался на крайнюю необязательность и плохую подготовку русских специалистов.

– Я, помню, не выдержав, сказал руководителю немецкой фирмы: что же вы делаете? Мы же одна команда, да и причины всех наших задержек объективные, и вы это знаете, – рассказывает Юрий Корнилов. – На что он честно ответил: мы – известная европейская фирма, и нам не нужны конкуренты в будущем.

УРОК ЧЕТВЕРТЫЙ: РАЗДЕЛЯЙ И ВЛАСТВУЙ

Созданный в КБ «Салют» спутник «Экспресс» был первым в истории отечественной космонавтики товаром в прямом смысле этого слова.

Советская конструкторская школа подразумевала, что создатели аппарата несут полную ответственность за свое детище в течение всего периода его су-

ществования. Поэтому представители КБ всегда присутствуют на стартах и в ЦУПе во время полета своих аппаратов, выезжают на место посадки с поисковыми группами.

Впервые по условиям заключенного в марте 1993 года соглашения ответственность КБ «Салют» за спутник формально заканчивалась сразу после проведения испытаний в России. Далее, как и полагается товару, он передавался покупателю. Соглашение предусматривало определенную «поддержку изделия» в Германии и Японии, но касалось это в основном оказания помощи при доукомплектации и подготовке к пуску.

– Видно было, что немцы сами не имели опыта в международном сотрудничестве, – рассказывает Эдуард Радченко. – Они считали, что, раз получили от нас изделие, дальше все сами сделают, только инструкцию нашу прочитают. Руководитель полетов в немецком ЦУПе в Оберпфaffenхофене под Мюнхеном о нашем участии в управлении даже слышать не хотел. С превеликим трудом мы все же сумели договориться, что небольшая группа от нас будет в их ЦУПе хотя бы «из-за плеча» наблюдать за полетом, поскольку могут возникнуть любые ситуации, каких в инструкции не предусмотрели.

Еще до пуска на испытаниях системы управления при подаче напряжения немцы перепутали «плюс» и «минус». Моноблок системы не пострадал, прошел все тестовые режимы. Но что будет на орбите? В итоге, несмотря даже на то, что запасной моноблок был, заменить старый удалось только после

грандиозного скандала. При этом немцы стремились сэкономить где можно и где нельзя. Была проигнорирована адаптация спутника к ракете – расчеты, показывающие, насколько надежно спутник «срастается» с ракетой, что происходит с аэродинамикой, развесовкой, прочностью, вибрациями в любых ситуациях, которые могут возникнуть в полете. Ведь абсолютной точности не бывает.

УРОК ПЯТЫЙ: ЗАРАБАТЫВАЙ НА САМОРЕКЛАМЕ

Старт японской твердотопливной ракеты-носителя М-3SII с космодрома Кагосима был осуществлен без всяких заминок 15 января 1995 года в 22:45 по местному времени. Тогда-то российские специалисты внезапно получили еще один урок коммерческой космонавтики – узнали, что такое хорошая самореклама. Как по волшебству появились сувениры с символикой «Экспресса» – от ручек до футболок, которые щедро раздавались пришедшим полюбоваться на старт зевакам. Проблема была лишь в том, что все они символизировали торжество германо-японской космической мысли, российское участие почти не было отражено.

Однако именно японская космическая мысль оказалась для проекта не самой удачной.

– Мы на космодроме ждали сигналов от «Экспресса». А их все не было, – рассказывает Юрий Корнилов. – Тут вышел к нам японец со слезами на глазах, поклонился. Сказал, что это их вина – ракета не вывела спутник на нужную орбиту. Правда, сначала опять пытались переложить вину на нас. Мол, система управления у спутника как-то не так работала. Но быстро стало ясно, что проблема именно в ракете.

Было установлено, что на 103-й секунде полета отказала система контроля вектора тяги второй ступени ракеты-носителя. Из-за этого «Экспресс» был выведен на слишком низкую орбиту. При этом все системы спутника сработали штатно – это стало понятно, когда все же удалось поймать его сигналы. Но вскоре они исчезли.

Нашим специалистам сообщили, что, по расчетам, аппарат на третьем витке сгорел в плотных слоях атмосферы и его остатки затонули в Тихом океане в районе островного государства Кирибати. За более точными сведениями пробовали обратиться к американцам, которые громкогласно заявляли, что от них на орбите не укроется ни один объект больше 15 см в диаметре. Но на сей раз они сообщили, что не засекли вообще ничего. Именно с тех пор авторитет американских космических систем слежения пошатнулся.

Специалистам КБ «Салют» оставалось утешаться тем, что к ним заказчик претензий не имеет – об этом был даже выдан сертификат.

ОСНОВНАЯ ЦЕЛЬ ПРОГРАММЫ

Проведение экспериментов по испытанию немецких и японских теплозащитных покрытий при их возвращении и посадке, а также экспериментов по материаловедению в условиях невесомости.

Запуск 15 января 1995 года из Космического центра Кагосима был выполнен силами Института космонавтики и аэронавтики (ISAS) Японии. Это был восьмой и последний запуск 4-ступенчатой твердотопливной ракеты-носителя М-3SII с наклонным стартом фирмы Nissan Motor Co. «Экспресс» оказался выведен на нерасчетную низкую орбиту из-за отказа системы контроля вектора тяги второй ступени на 103-й секунде полета.

«У меня к японской ракете отношение изначально было негативное, – говорит Эдуард Радченко. – Она была твердотопливной. В то время хорошие ракеты с порохом длительного хранения умели делать только американцы. Я не слышал, чтобы японцы достигли в этом деле каких-то особых высот. Подозреваю, что японская ракета пролежала где-то на хранении, и вот результат – порох „подсел“, нужного импульса не выдал, и спутник ракета недовывела».



Эдуард Радченко, заслуженный конструктор РФ



1. Ю.П. Корнилов на фоне установочно-пускового устройства с установленной ракетой. Пропуск на полигон Кагосима
2. В сборочной башне 4-я ступень ракеты М3S-II с уже находящимся под обтекателем КА EXPRESS перед установкой на ракету
3. Ю.П. Корнилов (слева) на фоне 2-й ступени ракеты М3S-II
4. Япония. Сборка и испытания в МИКе КА EXPRESS российскими и немецкими специалистами



ПТИЦА-ФЕНИКС ИЗ КОСМОСА

Когда 15 января 1995 нашим специалистам сообщили, что из-за низкой орбиты «Экспресс» сгорел в атмосфере, было особо отмечено: аппарат сгорел целиком – возвращаемая капсула не отделилась. Для немцев это было логично – в мюнхенском ЦУПе педантично изучили инструкцию по управлению и знали, что отделение должно было произойти по их команде. Но, похоже, немцы не поняли стиля работы КБ «Салют», смысла многочисленных проверок и испытаний. Еще на стадии отделения от ракеты-носителя, попав в аварийную ситуацию, лишенный связи с Землей, «Экспресс» зажил своей, заранее просчитанной жизнью.

– У нас всегда и на все есть резервное решение, – рассказывает Эдуард Радченко. – Из-за слишком малой высоты выведения машина не могла удержаться на орбите и действовала, как полагается спутнику, входящему в атмосферу. Высокая внешняя температура заставила сработать пирозамки, которые отделили сервисный модуль от капсулы. Модуль сгорел, как и должен, а спускаемая капсула пошла к Земле. Все запланированные на этом участке эксперименты шли своим чередом. А на определенной высоте сработало барореле, по его команде была задействована парашютная система – это все мы отработали еще на испытаниях. При посадке подал радиосигнал микромаяк, вот только принять этот сигнал было некому.

Спустя почти год после старта «Экспресс» вдруг вернулся из небытия: в декабре 1995 года его сигнал

все же добрался до Германского космического агентства. Но какова была география этого сигнала! В Германию пришло сообщение из Австралии от английского специалиста, работавшего на американскую космическую фирму, о том, что еще в начале года на территорию африканского племени в Гане с неба спустилось нечто, от чего едва не загорелся кустарник в джунглях.

Кто знает, может, таинственный объект так и остался бы легендой аборигенов, «даром богов», если бы вождь племени когда-то не учился в Москве. На ярко-оранжевом куполе парашюта он прочитал русские слова и сообщил властям об упавшем спутнике. Пока за капсулой не прибыли военные, сын вождя пять суток охранял ее с копьем в руках. Почему Гана не проинформировала российскую сторону, неизвестно. Когда на военную базу, где хранился спутник, прибыли представители Германии, к нему уже водили экскурсии.

– Потом немцы выставили его на ИЛА-96 – Международной аэрокосмической выставке в Берлине, – рассказывает Юрий Корнилов. – У них на руках оказались результаты всех экспериментов, запланированных на этапе посадки. Главное, был проведен эксперимент с новым термостойким материалом, что окупало все затраты. Впрочем, нам партнеры ничего не докладывали, никуда не звали: ни на освидетельствование, ни на проверку, ни на выставку.

Тем не менее это был триумф российской конструкторской мысли. «Первый блин» в коммерческой космонавтике отнюдь не вышел комом.

О ПОЛЬЗЕ ВЫУЧЕННЫХ УРОКОВ

После «Экспресса» КБ «Салют» стало сотрудничать с американцами, которые заинтересовались совместными полетами на «Мире» – вернее, возможностями долговременной пилотируемой космонавтики, в которой отставали на годы.

Сегодня говорят, что американцы задешево унавали тайны, которые давались нам слишком дорого. Зато благодаря американским деньгам КБ «Салют» достроило ржавевшие модули «Спектр» и «Природа» для того же «Мира». Но главная польза первых коммерческих космических проектов заключалась в том, что США и Россия активно учились друг у друга и привыкали строить отношения.

– К примеру, нам МКС была понятна – по сути, мы повторяли «Мир». Но для американцев это все было внове, – говорит Эдуард Радченко. – И они по-настоящему у нас учились и многого достигли, особенно в проектировании. Во многом переняли нашу форму ведения документации. Я с ними много лет работал – видел, как они умнеют. И уже нас кое-где обходят. Потому что не копировали наши решения, а домысливали и переосмысливали. Тут уже мы должны у них учиться. Это отличные инженеры.

Хороший контакт с американцами оказался возможным благодаря тому, что десятилетия космического противостояния выработали у нас одинаковую «философию надежности», которая оказалась непонятной тем, кто наблюдал за этой гонкой со стороны.

Во время создания «Экспресса» конфликты с заказчиком часто возникали из-за предубеждения: немцам казалось, что русские просто разбазаривают деньги, проводя бесчисленные испытания. Они требовали «оптимизировать расходы», перейдя на современные методы математического моделирования. Заказчиков даже возмущало, что, проводя расчеты, русские тратят время и деньги на экспериментальные проверки. Раздражало создание многочисленных дублирующих систем. Немцы не понимали, почему даже при малейшем подозрении на сбой русские целиком меняют дорогостоящие блоки. Зато у американцев такие методы вопросов не вызывали, поскольку сами они поступали точно так же.

Но самый главный урок так и остался невыученным. До сих пор о по-настоящему триумфальной эпопее «Экспресса» знает только узкий круг специалистов в России, и даже в иностранных космических кругах эта история не очень известна. Молчать об этом наша космическая отрасль не имела права. Это, может быть, один из главных законов коммерции, и не только в космонавтике – коммерция вообще не терпит ложной скромности.

КОММЕРЧЕСКИЙ ПАРАДОКС

15 января 1995 года через несколько часов после неудачного старта были готовы расчеты, согласно которым из-за слишком низкой орбиты «Экспресс» сгорел в атмосфере и его обломки затонули в Тихом океане в районе Кирибати. Однако, несмотря на полный крах программы, среди ее участников была сторона, уже получившая свой «положительный результат». Хотя эта сторона не сделала для проекта ровным счетом ничего.

«Полигон Вумера в Австралии, где должна была приземлиться наша капсула, – огромная пустынная территория, – рассказывает Юрий Корнилов. – Жить там, насколько знаю, невозможно, принадлежит она каким-то аборигенам. Ох и заломили они цену немцам за пользование „их“ пустыней! Потребовали, чтоб немцы построили им там культурный центр. По последнему слову техники».



1. Ступени ракеты МЗС-II в МИКЕ

2. Сервисный модуль EXPRESS на балансировочном стенде

3. Памятный лейбл, посвященный полету КА «Экспресс», выпущенный немецким ЦУПом (GSOC)

4. КА EXPRESS на взвешивании, центровке и балансировке в фирме IABG (Германия). Юрий Корнилов – справа



МИНУС РЕКЛАМА

В начале 1990-х годов представителям нашей космической отрасли казалось, что умение делать космические аппараты говорит само за себя. Эффективность рекламной продукции явилась полной неожиданностью.

«Немцы постоянно дарили нам всякие кружки, кепки, даже футболки со своей символикой, – вспоминает Юрий Корнилов. – А у нас не было ничего подобного, никаких представительских расходов. Тогда я прямо заявил руководству о необходимости „сказать ответное слово“. Позвонили куда-то, принесли шариковые ручки с надписью „КБ «Салют»“. Вручил эти ручки немцам – они обрадовались как дети. И тут же начали ими что-то писать. К стыду моему, ручки все потекли».



На снимках спускаемая капсула КА EXPRESS, таинственно воскресшего в Гане (Африка). Видно, что аппарат в прекрасном состоянии. На укрупненном снимке виден «пятаяк» того самого немецкого материала, испытания которого были самой важной частью всей программы