



ВОЗДУШНО-КОСМИЧЕСКАЯ СФЕРА
AEROSPACE SPHERE JOURNAL (ASJ)
Научно-технический журнал | Scientific and technical journal
4(101) 2019

ISSN 2587-7992

#Asgardia

**#ЗАЩИТА ОТ
РАДИАЦИИ**

**#ИСКУССТВЕННАЯ
ГРАВИТАЦИЯ**

#CHILDBIRTH IN SPACE

#ГИБЕРНАЦИЯ

**#КОСМИЧЕСКАЯ
синергия**

**#I НАУЧНО-ИНВЕСТИЦИОННЫЙ КОНГРЕСС
АСГАРДИИ В ДАРМШТАДТЕ**

#ALEXEY LEONOV. THE STORY OF THE LEGEND

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



АО «НИИ „Элпа”»

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

Тел.: +7 (499) 710-00-31

Факс: +7 (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 акустозлектроники:

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



Кирилл Валерьевич ПЛЕТНЕР,
главный редактор журнала
«Воздушно-космическая сфера»

Провожая старый год, принято подводить итоги.

Раздумывая об опыте уходящего года, я в первую очередь вспоминаю отель Best Western в Дармштадте, где в октябре проходил I Научно-инвестиционный конгресс Астардии.

В эту немецкую гостиницу, архитектурно решенную в стиле хай-тек и саму по себе похожую на большой межпланетный корабль, приехали ученые, астронавты и инвесторы со всего мира. Конгресс Астардии дал ценный опыт встречи ученых разных дисциплин, а также инвесторов. В обычных условиях это происходит редко. Ибо, как говорил Козьма Прутков, «Специалист подобен флюсу».

В течение трех дней в Дармштадте обсуждали вопросы искусственной гравитации, защиты от радиации и других космических опасностей, а также говорили о возможности самовоспроизведения человека в космосе.

Сегодня это, пожалуй, самые главные задачи, решение которых откроет нам возможность дальнейшей экспансии в космос, полета на Луну и Марс, строительства обитаемых баз на этих и других планетах.

Полет на естественный спутник Земли принимает все более отчетливые формы. Мы уже почти определили даты. Известен даже вес космонавта, который полетит на Луну.

На днях российские новостные агентства сообщили, что космонавт, который в 2030 году отправится на Луну на корабле «Орел», разрабатываемом Ракетно-космической корпорацией «Энергия», должен весить не более 70 килограммов.

Есть и печальная тема: в октябре этого года от нас ушел Алексей Архипович Леонов. Человек-легенда. Космонавт первого отряда, первый землянин, совершивший выход в открытый космос.

Алексей Архипович дружил с астронавтом Нилом Армстронгом, первым американцем, побывавшем на Луне.

Им было о чем поговорить, ведь Алексей Леонов был командиром советского лунного отряда и должен был высадиться там раньше Армстронга.

Кстати, одна из звезд Научно-инвестиционного конгресса Астардии — профессор факультета аэронавтики и астронавтики Массачусетского технологического университета Лоуренс Янг рассказал, что, когда разработчики «Аполлона-11» создавали корабль для исторической лунной миссии, у них было такое чувство, будто они строят собор Нотр-Дам-де-Пари.

Ночью, засыпая в отеле, под шум железной дороги я думал, что согласился бы трудиться каменщиком при строительстве нового космического собора.

Published by KB-1 JSC
FOUNDER: SOCIUM-A JSC

The author of the idea is Igor Ashurbeyli
Leningradsky prospect, 80/16, Moscow, Russia
Tel.: +7 (499) 654-07-51, +7 (499) 654-00-40;
E-mail: info@oaakb1.ru; vko@vko.ru
www.vesvks.ru

Издатель: АО «КБ-1»
УЧРЕДИТЕЛЬ: АО «СОЦИУМ-А»
Автор идеи — Игорь Ашурбейли
Россия, 125190, Москва, Ленинградский просп., д. 80, корп. 16;
Тел.: +7 (499) 654-07-51, +7 (499) 654-00-40;
E-mail: info@oaakb1.ru; vko@vko.ru
www.vesvks.ru



Подписной индекс:
Каталог «Роспечать» — 82530

Тираж 1000 экземпляров
Отпечатано в типографии
ООО ИПО «Изумрудный город»

СОДЕРЖАНИЕ



ТЕМА НОМЕРА: КОСМИЧЕСКАЯ СИНЕРГИЯ

Космическая синергия – I Научно-инвестиционный конгресс Асгардии в Дармштадте _____ 6

/Э. К. А. Эдельброк/

Компания SpaceBorn United: планируемые миссии по зачатию человека и родам в космосе _____ 26



СОБЫТИЕ

ВЭС ВКС на открытии выставки «Город ООН» _____ 37



НОВАЯ КОСМИЧЕСКАЯ ЭРА

/А. О. Майборода/

Энергетика марсианских колоний _____ 38

/Б. М. Шустов/

Космические ресурсы для развития экономики и науки _____ 46



АНАЛИТИКА

/Б. В. Певницкий/

Цена космической катастрофы _____ 56

/В. Ю. Ключников/

Ракеты-носители сверхлегкого класса: ниша на рынке пусковых услуг и перспективные проекты _____ 64



ВОЗДУШНО-КОСМИЧЕСКАЯ ОБОРОНА

/А. Г. Лузан/

Противоракетная и противовоздушная оборона на театрах военных действий: история, реалии и перспективы _____ 76



ОСОБОЕ МНЕНИЕ

/Г. И. Карачевский/

Об основной теореме аэродинамики _____ 88



ИСТОРИЯ

/Н. Л. Бурцева/

Алексей Леонов. Рассказ легенды _____ 98

/В. П. Михайлов/

Небо над Гератом _____ 110



ПРОИЗВОДСТВО

/Л. В. Фокеева, Л. Гесс/

Золотые руки Арзамаса _____ 118



КОСМИЧЕСКАЯ СИНЕРГИЯ – I Научно-инвестиционный конгресс Асгардии в Дармштадте

Текст: Кирилл Плетнер, Лотта Гесс

Перевод с английского: Елена Хмелева

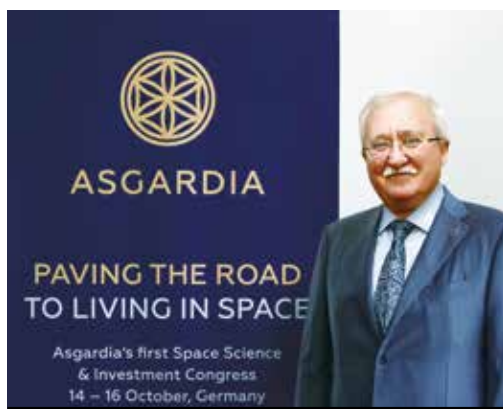
Фото предоставлены пресс-службой Асгардии и пресс-службой И.Р. Ашурбейли

14 октября 2019 года в городе Дармштадт начал свою работу I Научно-инвестиционный конгресс Асгардии. В течение трех дней ученые, астронавты и бизнесмены обсуждали вопросы создания искусственной гравитации, защиты от космического излучения и другие проблемы исследования и освоения космоса, тесно связанные с главной задачей Асгардии, — рождением первого ребенка в космосе.



«Как правило, ученые разговаривают друг с другом, инвесторы — друг с другом, и у них мало точек соприкосновения для того, чтобы получить синергетический эффект. Асгардия как раз и создана как Космическое Государство, на базе которого такое соединение не только возможно, но и необходимо».

И. Р. Ашурбейли



14 октября Игорь Рауфович Ашурбейли открыл I Научно-инвестиционный конгресс Асгардии

В своем выступлении Глава нации поздравил асгардианцев с трехлетием создания государства, обозначил основной приоритет его деятельности и рассказал о главной идеологической и научной миссии.

— Наша конференция приурочена к третьей годовщине создания первой космической нации Асгардия, которую мы праздновали два дня назад — 12 октября.

Пользуясь случаем, поздравляю всех асгардианцев, которых уже более миллиона в более чем 200 земных странах, с нашим национальным праздником.

В Асгардии определены 12 основных направлений национальных интересов. Но не случайно именно научное направление стало причиной проведения этой первой нашей масштабной конференции. Таким образом, обозначен основной приоритет деятельности нашей нации — долгосрочное исследование и освоение космоса.

Маршрутная карта на этом пути состоит из трех основных пунктов: опасности, преимущества и цели.



Какие опасности?

Опасно взять в эту дальнюю космическую дорогу огромный чемодан накопившихся тысячелетиями земных проблем. Нельзя допустить милитаризации космоса, спроецировав на него земные границы.

Необходимо осознать, что только около 20 стран из 229 имеют доступ в космос и к космическим технологиям. Это — дискриминация космического масштаба в отношении стран, несправедливо называемых странами третьего мира, и их граждан. А попросту — к землянам и асгардианцам. Национальные космические агентства эгоистичны. Они решают задачи, поставленные финансирующими их правительствами, что абсолютно естественно. Но кто же будет решать общие проблемы человечества в космосе?



Какие преимущества?

Асгардия способна глобально демократизировать космическую науку. Ученые сегодня зажаты в рамках национальных законодательств, иногда весьма далеких от свободы творчества, общения, перемещений, имеющих множество иных ограничений. Это недопустимо и преступно по отношению к человечеству в целом, и мы, в отличие от политизированных и взаимно враждебных земных государств, способны выйти за рамки искусственно навязанных запретов.

Значимым преимуществом Асгардии является также экономическая составляющая.

Нам нет необходимости тратить средства государственного бюджета на такие традиционные для земных стран статьи, как сельское хозяйство, дороги, энергетика, армия и другие, составляющие львиную долю бюджетов земных государств. Даже о пенсиях можно пока забыть с учетом молодого среднего возраста асгардианцев.

А это означает, что можно сконцентрировать практически все финансовые ресурсы национального бюджета исключительно на космосе. А значит, на самых высокотехнологичных и прорывных проектах. Беспроигрышный вариант.



Какие цели?

Теперь о главной идеологической и научной миссии Асгардии: рождении первого человеческого ребенка в космосе. Сразу отмету ханжеские спекуляции на тему рисков деторождения как для матери, так и для ребенка.

Человечество никогда бы не стало тем, что оно есть сегодня, если бы наши деревянные корабли не уходили из теплых и не очень гаваней в полную неизвестность — к берегам, которых не было не то что на Google Maps, но вообще ни на каких картах.

Мы просто обязаны дать самим себе шанс, теперь, более-менее освоив Землю и осознав конечность нашего на ней существования. Шанс на продолжение человеческого рода во Вселенной. Все величественные проекты колонизации Марса и других планет — это билет в один конец без человеческого первенца. Конечно же, это произойдет в условиях, созданных на базе всех необходимых серьезных научных проработок.

И эта идеологическая миссия имеет вполне научные основы. Их три.

1. Биологическая возможность.
2. Искусственная гравитация.
3. Защита от радиации.

Мы собрались сегодня, чтобы объединить ученых и инвесторов всего земного мира в решении глобальной задачи продолжения человеческого рода во Вселенной.



I Научно-инвестиционный конгресс привлёк к Асгардии внимание всего мирового научного сообщества, так как собрал настоящих звезд космической науки.



«Для меня главная удача конгресса заключается в том, что здесь встретились талантливые умы из смежных областей знаний, и они, если сопоставить этот процесс с биологическим, опыляют друг друга».

Флорис ВАУТС, профессор, президент конгресса, руководитель космической лаборатории Антверпенского университета, министр науки Асгардии

Программу масштабного научного мероприятия составили пленарные заседания, на которых представители разных отраслей знаний познакомились с результатами исследований своих коллег. Доклады сопровождалась видеопрезентациями, обменом мнениями, живым диалогом участников.



Лоуренс Янг, профессор факультета аэронавтики и астронавтики Массачусетского технологического института, руководитель программы Apollo (справа) и Марк Шелхамер, профессор отоларингологии Университета Джонса Хопкинса, эксперт в области исследований воздействия космоса на организм человека



— Абсолютно уверен, что в следующем десятилетии мы вернемся на Луну, — поделился с участниками конгресса глава Европейского центра подготовки астронавтов бельгийский космонавт **Франк де Винне**. Но уже не в процессе гонки, как это было 50 лет назад, чтобы первыми воткнуть флаг. На этот раз мы вернемся на Луну в партнерстве, чтобы остаться там и проводить исследования Луны. Такова цель всех партнеров, и это — цель Европейского космического агентства. Появятся стационарные поселения и базы для работы на Луне. Для этого мы должны научиться использовать ресурсы, которые находятся на Луне. Как только мы освоим эти технологии, то сможем оставаться на Луне также долго, как сейчас на орбитальной станции, где люди живут и работают уже больше 20 лет.



«Для меня большая честь находиться в этом зале со столькими живыми легендами».

Марк БОГЕТТ, генеральный директор крупнейшего в мире космического венчурного фонда Seraphim Capital



15 октября, во второй день конгресса, впервые были вручены национальные награды Асгардии «За достижения в освоении космоса». Золотые медали, а также дипломы и значки за развитие космической мысли, открытие и исследование космоса как будущего места обитания людей, разработку пилотируемых космических полетов, фундаментальные и прикладные космические исследования получили

профессор Марк Белаковский, astronaut Роберт Тёрск и главный исследователь экзопланет в Льежском университете (Бельгия) Мишель Гийон.



«Информация о решении Высшего космического совета Асгардии о награждении меня золотой медалью "За достижения в изучении космоса" была неожиданностью. Прежде всего, я благодарен за высокую оценку моей скромной деятельности как в космонавтике в целом, так и в космической медицине в частности. Я испытываю гордость и удовлетворение, что успехи Института медико-биологических проблем, который я имею честь представлять, известны широкой научной общественности и высоко оценены профессионалами».



«Для меня большая честь получить эту награду от Асгардии. Большое спасибо! С вами, с сообществом асгардианцев, и со многими другими людьми в мире у нас есть общее видение. Оно состоит в том, чтобы расширять человеческие возможности».

Роберт ТЁРСК, astronaut



Марк БЕЛАКОВСКИЙ, заместитель директора Института медико-биологических проблем Российской академии наук (ИМБП РАН), Москва, ведущий организатор крупнейших изоляционных экспериментов, имитирующих межпланетные перелеты, проведенных в 2007–2019 годах Россией, ЕКА, НАСА и Китаем



«Я очень благодарен Асгардии за эту награду. Для меня это чрезвычайно важное событие, потому что, как и граждане Асгардии, я глубоко убежден, что будущее человечества — в космосе. И как искатель других миров, вращающихся вокруг других звезд, я склонен верить, что в какой-то момент мы найдем их и отправимся к ним».

Мишель ГИЙОН, главный исследователь экзопланет в Университете г. Льеж (Бельгия)

ИНТЕРВЬЮ С УЧАСТНИКАМИ КОНГРЕССА



Флорис ВАУТС:

«Звездный состав и взаимное опыление»

Великолепной возможностью объединить лучшие умы планеты, преодолеть разделение между странами и научными дисциплинами, чтобы осуществлять прорывные проекты, назвал конгресс его президент, руководитель космической лаборатории Антверпенского университета и министр науки Асгардии профессор Флорис Ваутс. Мистер Ваутс рассказал главному редактору журнала «Воздушно-космическая сфера» о своих впечатлениях от Первого Научно-инвестиционного конгресса (ASIC) и долгосрочных перспективах этого масштабного мероприятия.

— Как вы оцениваете Первый Научно-инвестиционный конгресс Асгардии?

— Он превзошел все мои ожидания. Во-первых, в конгрессе приняла участие очень большая группа людей. Я посетил множество научных конгрессов и заметил, что к последнему дню в зале остается примерно пять человек. У нас же осталось много людей. И это, безусловно, успех. Во-вторых, качество презентаций — оно было превосходнейшим. Я сам многому научился, многое узнал.

И узнал не просто поверхностно, а достаточно подробно о тех вещах, которые мне самому нужны для исследований. Например, возьмем тему космического излучения. Обычно люди, которые занимаются этой темой, ездят на свои узкоспециальные конференции, просто делают там доклады и слушают других. Но они приехали сюда и знали, что будет обсуждаться не только радиация, но и тема искусственной гравитации и деторождения в космосе. Это выходит за рамки их узкой специализированной темы, и это полезно для них. Как министр науки, я предпочитаю пленарный формат заседаний. Ведь панельная дискуссия — это слишком узкий и ограничивающий формат.

— Что конкретно вы можете использовать в своих исследованиях?

— Мы изучаем воздействие микрогравитации на человеческий мозг и обнаружили, что из-за перемещения жидкостей в организме в результате космического полета образуется внутреннее давление на череп, которое к тому же увеличивает температуру. А сегодня из одного доклада я узнал, что увеличение температуры, в свою очередь, увеличивает риск поражения от космической радиации.

Таким образом, результат исследований, с которым я ознакомился, имеет практическое применение в сфере не только радиологии, но и на-

уки о гравитации. И на следующей неделе, когда я буду делать доклад на конференции в Вашингтоне, я добавлю информацию о риске облучения в мою презентацию. Эта информация — дополнительный фактор, подтверждающий важность искусственной гравитации.

ASIC выдвигает тему искусственной гравитации на передний план, и он однозначно заслуживает статуса крупнейшего собрания специалистов по разработке технологии искусственной гравитации. На конгрессе выступили мировые лидеры в этой области.

— В чем вы видите главное достижение, главную удачу конгресса?

— Для меня она заключается в том, что здесь встретились ученые из смежных областей знаний, и они, если сопоставить этот процесс с биологическим, опыляют друг друга. Получается новое направление, расширение горизонта. Асгардия показала, что конгресс явился платформой для пересечения различных областей знания, для междисциплинарного взаимодействия и достижения общих целей.

Асгардия старается привлечь все талантливые умы современности, стимулировать их вне границ стран. Для настоящего ученого это много значит. Здесь уместна аналогия с футболом: например, не все игроки из команды «Спартак» (Москва) родились в Москве. Они собрались со всей планеты. Потому что идея этой команды — в талантливом составе.

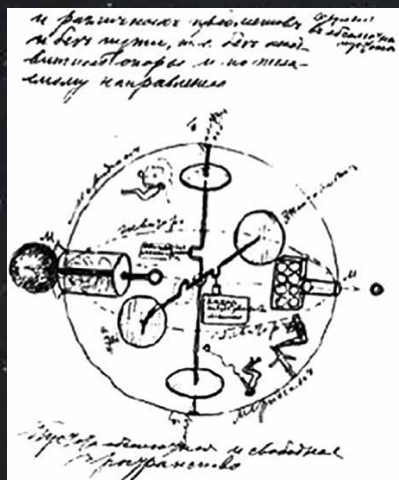
Господин Ваутс убежден, что Научно-инвестиционный конгресс Асгардии следует проводить раз в два года. В мире проходит достаточно много знаковых мероприятий, посвященных космосу, при этом научное сообщество космической отрасли невелико. По мнению министра науки Космического Государства, со временем конгресс может стать платформой для представления деятельности Академии научно-технологических исследований Асгардии — ASTRA.

Из доклада Лоуренса ЯНГА,
 профессора факультета авионавтики и астронавтики Массачусетского
 технологического института, руководителя программы Apollo
**«Центрифуга на борту корабля поможет астронавту поддерживать
 форму до прибытия на Красную планету»**



Профессор Янг стал первым докладчиком на первой сессии конгресса, посвященной искусственной гравитации. Он рассказал, что когда разработчики «Аполлона-11» создавали корабль для исторической лунной миссии, у них было такое чувство, будто они строят собор Норт-Дам-де-Пари.

Доктор Янг считает, что искусственная гравитация будет иметь огромное значение для астронавтов, особенно для тех, кто отправляется в длительные космические миссии, такие как полет на Марс:



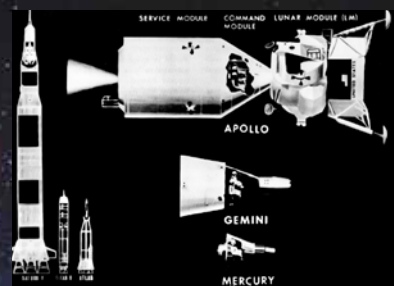
«Центрифуга на борту корабля поможет поддерживать форму астронавту в течение многих месяцев, которые потребуются, чтобы добраться до Красной планеты».

Докладчик начал с экскурсии в историю искусственной гравитации. «Мы научились анализировать различия между результатами первых советских космонавтов и первых американских астронавтов. И мы задумываемся над тем, почему они такие разные. Американские астронавты не страдали синдромом космической адаптации (СКА), в то вре-



мя как многие советские космонавты его испытывали. Но если сообщений от американских астронавтов о СКА не поступало, то это не значит, что его не было...

В оценочном листе астронавтов «Аполлона» указано: некоторые астронавты имели отрицательный анамнез СКА, и их опрос показал, что эти люди, похоже, имели иммунитет к синдрому. Как можно предсказать восприимчивость к СКА? У кого из нас большая вероятность иметь иммунитет?



Появился и ответ: размер летательного аппарата был критическим фактором. Советские летательные аппараты с самого начала были больше и позволяли больше двигаться, чем американские. Когда американские корабли наконец достигли таких размеров, как «Аполлон», в котором можно было передвигаться, количество инцидентов, связанных со СКА, также возросло. Поэтому возрождение интереса к тому, как функционирует вестибулярный аппарат в космосе и как это связано с искусственной гравитацией, было вызвано не фундаментальной наукой, а эксплуатационными проблемами»



Марк БЕЛАКОВСКИЙ:

«Для того чтобы человек родился в космосе, надо хорошо тренироваться на Земле»

Марк Самуилович Белаковский — заместитель директора Института медико-биологических проблем Российской академии наук (ИМБП РАН), ведущий организатор крупнейших изоляционных экспериментов, имитирующих межпланетные перелеты, проведенных в 2007–2019 годах Россией, ЕКА, НАСА и Китаем, профессор и лауреат Национальной награды Асгардии. Вопрос возможности рождения ребенка в космосе с ним обсудил главный редактор журнала «ВКС».

— Марк Самуилович, как бы вы сформулировали суть своего соприкосновения с Асгардией? С первым научным конгрессом Космического Государства?

— Как представитель Института медико-биологических проблем, я хотел бы рассмотреть все возможности сотрудничества с Космическим Государством, и это представляет взаимный интерес, потому что мы вместе занимаемся наукой, практикой, продвижением отечественной и мировой космонавтики.

На этом конгрессе собрались соратники и энтузиасты, которые пытаются развивать мировую космонавтику. Здесь одна нация — общечеловеческая, общекосмическая.

— Когда, на ваш взгляд, произойдет рождение человека в космосе?

— Для того чтобы человек родился в космосе, надо хорошо тренироваться на Земле. Это во-первых. Во-вторых, на мужчину ложится колоссальная ответственность, а на женщину — очень большая нагрузка: и эмоциональная, и физиологическая. И необходимо уберечь ее от всех невзгод, знать все риски и постараться их предупредить. В конечном счете все будет зависеть от ситуации на Земле. Дай бог, чтобы мы вместе работали: тогда мы будем системно планировать все этапы этой миссии.

— Насколько мы к этому готовы теоретически? С точки зрения физиологии?

— Зачать, выносить и родить ребенка — это, наверное, не самое сложное. Это механизм, который возможно реализовать в ближайшее время. Главная задача — сохранить здоровье ребенку и матери, предусмотреть их благополучное возвращение на Землю.

Кроме того, я не думаю, что первое рождение будет происходить во время полета в дальний космос. Должны быть какие-то точки опоры, например Луна. И здесь сразу выходит на первый план роль врача.

— Космический акушер?

— Да. Я перестраховщик и хотел бы соблюсти интересы женщины и ребенка. Для этого необходимо, чтобы в космосе был врач.

Когда мы говорим о дальнем космическом полете, то там без врача не обойтись. Он может полететь не как врач, а как, например, командир, и совмещать командование с решением медико-биологических задач. Нельзя отправляться в дальний космос, не имея в экипаже человека, который сможет взять на себя ответственность за все медицинские и биологические операции.

— Каковы моральные риски?

— Первые люди, которые будут заниматься рождением в космосе как исследователи, должны взять на себя моральную ответственность за этику проведения подобного эксперимента, а также за подбор кадров и возможные последствия этого опыта.

— Как вы оцениваете уровень конгресса, его значимость для достижения цели?

— Качество докладов было очень высоким. Это первый опыт Асгардии по проведению научно-практических конференций, и я считаю, что он удался. Конференция была многопрофильной, затрагивались вопросы и космической медицины, и астрономии, но в каждом направлении были доклады, которые представляют очень большой интерес.

— Институт медико-биологических проблем находится далеко впереди в мире в области изоляционных экспериментов, имитирующих межпланетные перелеты, равно как и любых других медико-биологических изысканий, связанных с исследованием космоса. Взяться бы ИМБП за проведение эксперимента по рождению ребенка, если бы, разумеется, были учтены все юридические, этические риски?

— У нас замечательная научно-исследовательская, техническая база, у нас есть опыт, знания, и у нас есть выдающаяся команда.

Поэтому — помните, как у десантников, — кто, если не мы.

Тему искусственной гравитации, которой был посвящен первый день конгресса, развил **Илья ГУЛЬКО**, студент Университета штата Огайо в Коламбусе и будущий магистр в области авиакосмической техники. Учебу молодой исследователь совмещает с работой в лаборатории неравновесной термодинамики. Докладчик представил проект космической станции с искусственной гравитацией.

«Если мы изменим наше мышление, мы изменим мир»

«Человек полетит, опираясь не на силу своих мускулов, а на силу своего разума».
Н. Е. Жуковский

Космическая станция, построенная на орбите Земли, состоит из двух частей: жилого модуля, в котором располагаются оперативная база и помещения для космонавтов, и сервисного модуля, где размещаются все системы жизнеобеспечения. Модули соединены между собой набором структурных кабелей, которые можно сматывать или разматывать с помощью катушек. Кабель жизнеобеспечения (Umbilical harness), соединяющий модули, обеспечивает подачу воды, электричества, воздуха и при необходимости может быть спрятан внутри специальной катушки (Umbilical spool).

На первом этапе, когда модули выведены на орбиту, они стыкуются через специальный порт (Docking port), образуя единую жесткую конструкцию. На втором происходит подключение кабелей, и когда капсула экипажа готова для жизни и для проведения экспериментов, астронавты прибывают



на станцию. Для начала гравитационного вращения используются подруливающие устройства капсулы экипажа и жилого модуля. Кабели разматываются одновременно с вращением станции. При увеличении диаметра вращения станции и угловой скорости достигается уровень земной гравитации. Но произойдет это в случае, если размер станций составит не менее 1800 метров в диаметре и она будет вращаться со скоростью пять оборотов в минуту.

Для вывода на орбиту данной станции потребуется всего два пуска ракет, поскольку все, кроме системы кабельных катушек, можно построить на МКС с помощью уже имеющихся устройств, экипажа и маневровых двигателей.

Завершил докладчик свое выступление цитатой из Николая Жуковского, датированной еще 1898 годом: «Человек полетит, опираясь не на силу своих мускулов, а на силу своего разума»

«Когда мы говорим о дальнем космическом полете, то там без врача не обойтись. Он может полететь не как врач, а как, например, командир, и совмещать командование с решением медико-биологических задач. Нельзя отправляться в дальний космос, не имея в экипаже человека, который сможет взять на себя ответственность за все медицинские и биологические операции».

Марк Белаковский



Лука СОРРИСО-ВАЛЬВО: «Асгардия – нейтральная полоса в условиях конкуренции»

Председатель Комитета по науке парламента Космического Государства – о главных темах конгресса, о роли Асгардии в космической науке и наилучшем способе укрепить репутацию в мировом сообществе.

— Лука, вы помните, какое впечатление на вас произвело сообщение о первом путешествии человека в 1961 году в космос, а затем, в 1969 году, на Луну?

— Я родился в 1973 году, к тому времени полеты в космос стали уже обычным делом. Я рос со знанием того, что люди бывают в космосе и работают в космосе. И это была захватывающая мысль. Хорошо помню, что мечтал стать астронавтом. Представители этой профессии были для меня примером для подражания. Но в 14 лет, когда я начал носить очки, мечта, к сожалению, стала несбыточной.

— Как вы считаете, создание защиты от космической радиации и искусственной гравитации действительно являются сейчас приоритетными и самыми сложными задачами для дальнейшего освоения космоса — тем вызовом, который уже должно принять мировое научное сообщество?

— Из всех задач в области освоения космоса, которые сейчас стоят перед людьми — прежде всего перед учеными и конструкторами, — трудно выделить самые сложные. Здесь каждая задача — вызов, и их количество растет с каждым днем.

Несомненно, поиск технологических решений по защите от космического излучения и созданию искусственной гравитации необходим для длительных космических экспедиций.

Что касается планов создания второго полноценного дома человечества — обживания космического пространства, то они, мне кажется, находятся на ином уровне. Это задача, возможно, менее неотложная, зато более фундаментальная и захватывающая. На мой взгляд, это самый смелый вызов, связанный с эволюцией всего нашего вида.

— Оправдались ли ваши ожидания от I Научно-инвестиционного конгресса?

— Конгресс выполнил двойную миссию. Во-первых, собрал самые современные научные, технологические и промышленные знания по конкретным темам, касающимся

жизни в космосе, а во-вторых, поспособствовал непосредственному взаимодействию ученых и инвесторов. Это был настоящий мозговой штурм!

Примечательно, что организатором конгресса выступает Космическое Государство, но проводится он не ради пользы одной Асгардии, а для глубокого исследования широкого круга научных тем, насущных для всего мирового сообщества. Это признак серьезного, зрелого подхода к делу и лучший способ заявить о нашей нации. Асгардия завоевывает репутацию, а не просто рекламируется.

— Как вы думаете, что нужно Асгардии для достижения успеха в космической науке?

— Я уже говорил ранее, что космические исследования, как и наука вообще, нуждаются в финансировании, обойти этот факт невозможно. Так что, прежде всего, в краткосрочной перспективе Асгардия должна стать центром притяжения для ученых и инвесторов, посредником между ними, подобно Академии наук. И, как и академия, она должна выбрать и преследовать ряд конкретных научных целей. Именно такова идея дармштадтского конгресса. Нам нужно установить связи и начать действовать в качестве агента.

В среднесрочной перспективе мы должны мобилизовать финансовые средства, необходимые для поддержки научных исследований. Для этого потребуются развитие и становление экономики Асгардии.

Наконец, в долгосрочной перспективе я очень надеюсь, что Асгардия создаст и будет финансировать свои собственные исследовательские институты и лаборатории.

Это непростые задачи, так как действовать приходится в условиях конкуренции как со стороны государственных структур, так и со стороны частных корпораций. Но Асгардия — это нейтральная полоса, что дает нам уникальные возможности в решении глобальных проблем.

Из доклада Сары БАТУ,

профессора, главы кафедры радиобиологии Академии ядерных наук и технологий SCK•CEN, Бельгия

«Необходимо ввести индивидуальную программу работы для каждого астронавта, а не заниматься отбором новых претендентов»



Презентация профессора Бату содержала серьезные исследовательские выкладки и богатейший иллюстративный материал, отчего потребовала самого напряженного внимания слушателей. Это того стоило: доклад одного из ведущих европейских радиобиологов включал четкие ответы на многие животрепещущие вопросы, касающиеся одной из двух главных космических опасностей — радиации.

Космическая радиация — явление сложное, она принципиально зависит от типа миссии, от солнечной активности, а также от перемещения и высоты пилотируемого корабля или МКС. Показания приборов в космическом аппарате, на станции и в открытом космосе не являются некой абсолютной величиной. Одна из первых задач, которые очень важно решить для разработки надежной защиты от радиации, — описание характерных признаков облучения и замеры в разных условиях.

Как мы можем справиться с космической радиацией и повысить устойчивость к ней астронавтов?

Не все люди одинаково реагируют на радиацию: некоторые из нас весьма чувствительны, другие —



очень устойчивы. Задача нашей исследовательской группы — найти способ персонализировать различные космические программы для астронавтов. Мы учитываем прогнозируемую чувствительность каждого космонавта при разработке космических миссий.

Эти исследования проводятся и для земной медицины, для людей, проходящих радиотерапию.

В Центре ядерных исследований, где я работаю, изучаются показания детекторов радиации, размещенных внутри и снаружи Международной космической станции. С их помощью мы следим за состоянием здоровья астронавтов, в частности

за иммунной системой, за чувствительностью к радиации.

Также благодаря нашим исследованиям на МКС мы предоставляем астронавтам информацию о воздействии радиации в режиме реального времени, для того чтобы в случае опасности они переместились в более защищенную зону.

На случай солнечной вспышки, высокой активности солнца, в американском и российском сегментах МКС на данный момент есть три отсека, которые особенно хорошо защищены. Один из них расположен в центре станции. Он представляет собой водяную стену, которая в штатном режиме является резервом воды для космонавтов. Несколько кубических метров воды действительно способны полностью защитить людей от космической радиации. Еще одно особо защищенное место — спальный отсек, где зона для сна отделана поликарбонатом, который состоит из углерода и большого количества водорода. Молекулы водорода очень малы — а это принципиально важно для состава материалов противорадиационной защиты.



В наши дни лишь немногие конференции включают в повестку дня обсуждение вопросов, связанных с деторождением в космосе, и только несколько исследовательских групп во всем мире проводят большую научную работу в этом направлении. Конгресс стал для специалистов идеальной платформой по обмену результатами работы.



«Отправлять в космос целесообразно семейные пары. А что касается деторождения, то не нужно слишком усложнять: плод в утробе матери и так пребывает в невесомости».

Сатоши ИВАСЭ, профессор кафедры физиологии Медицинского университета Аичи (Япония)

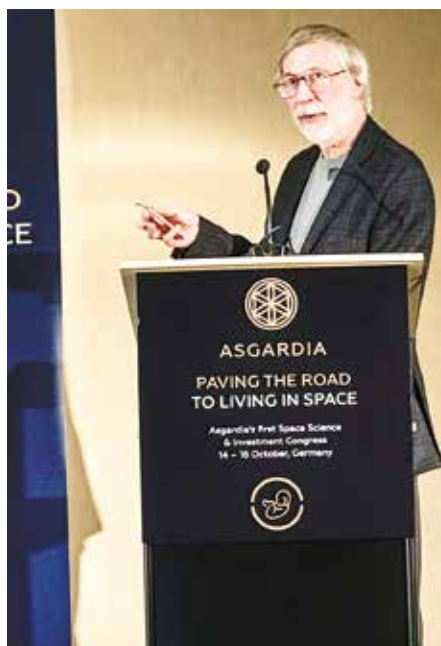


Глава компании NanoRacks **Джеффри МАНБЕР** рассказал об изменениях в современной космической отрасли и о самом интригующем проекте компании под названием *Outpost*. Его цель – использовать верхние ступени ракет для строительства станций на орбите.

– Мы уже несколько лет планируем, как можно перепрофилировать верхние ступени ракет-носителей в помещения для космонавтов, лаборатории, орбитальные хранилища топлива. Идея в том, чтобы несколько модифицировать верхнюю ступень после того, как она окажется в космосе. Компания уже получила финансирование от НАСА на проведение 5-месячного исследования, чтобы выяснить, сможем ли мы сделать это в космосе, – сообщил Джеффри Манбер. Первая демонстрация намечена на 2021 год. Причем все будет проведено с помощью робототехники, в том числе такие операции, как перемещение ступеней и их сварка.

Кристина Элизабет Хеллвег, заведующая кафедрой Института аэрокосмической медицины: «**Асгардия сможет распространять и популяризировать космические исследования**»

Доктор Хеллвег предлагает использовать антимикробные металлы для предотвращения опасного загрязнения внутренних поверхностей на орбитальных станциях. Антимикробный эффект серебра, меди и их сплавов долгосрочен, и дополнительные меры защиты, такие как регулярная стерилизация помещений, не потребуются.



Марк ШЕЛХАМЕР, профессор отоларингологии Университета Джонса Хопкинса, эксперт в области исследований воздействия космоса на организм человека

Как бывший главный научный сотрудник НАСА по исследованиям человеческого организма в Космическом центре Джонсона, доктор Шелхамер считает, что марсианские планы Илона Маска в их нынешнем виде неосуществимы.

«Если верить НАСА, люди высадутся на Марсе примерно через 20 лет. Однако в приоритете — полеты на Луну, и в связи с этим подготовка к марсианской миссии будет отсрочена».



«Чем больше мы наблюдаем Вселенную, тем более живой она выглядит».

Мишель ГИЙОН, лауреат премии Бальзана, бельгийский астрофизик, обнаруживший семь потенциально обитаемых экзопланет вокруг звезды Trappist, один из трех лауреатов Национальной награды Асгардии



Редактор журнала ROOM Клайв Симпсон и главный редактор журнала «ВКС» Кирилл Плетнер заключили договор о сотрудничестве на I Научно-инвестиционном конгрессе Космического Государства в Дармштадте



Джейкоб МАЛДЕР, специалист в области IT-архитектуры, гражданин Асгардии, Нидерланды

Вам может показаться, что архитектура — не первостепенная тема, если речь идет об освоении космоса. Но когда мы действительно захотим покинуть Землю, нам нужно будет, прежде всего, создать среду обитания, и создать ее заранее. Необходимо будет обеспечить себя самым элементарным обслуживанием, отладить системы безопасности, запустить промышленное производство — а все это невозможно без продуманного строительства.

Я убежден в необходимости глобального решения: создания коллаборативной сети, которая позволила бы нам сотрудничать по самым различным направлениям — это и предполагает роевая архитектура. Она позволила бы создать не одну среду обитания, а целый ряд жилых и производственных комплексов; не только на Земле, но и на Луне, Венере, Марсе и на других небесных телах.

Разумеется, будучи IT-архитектором, я занимаюсь построением систем безопасности. Защита данных важна так же, как и защита жилищ от космического мусора.



Роберт Тёрск: «Космическое будущее человечества в хороших руках»

Астронавт канадского космического агентства Роберт Тёрск — рекордсмен среди своих соотечественников по количеству времени, проведенному в космическом пространстве. На орбите он пробыл в общей сложности 204 дня 18 часов. С лауреатом Национальной награды Асгардии побеседовал главный редактор журнала «Воздушно-космическая сфера».

Роберт Брент Тёрск — канадский инженер и астронавт Канадского космического агентства. Родился 17 августа 1953 года в канадском городе Нью-Вестминстер.

Получил ученую степень бакалавра наук в Университете Калгари (1976 год), магистра наук в Массачусетском технологическом институте (1978 год) и доктора медицины в Университете Макгилла (1982 год).

В феврале 1994 года принимал участие в семидневном эксперименте по имитации космического полета CAPSULES в Торонто. С 11 по 21 октября 2002 года принимал участие в миссии НАСА по операциям в экстремальной окружающей среде (NEEMO 7).

— Сегодня — третий день конференции. На ваш взгляд, она удалась? Что для вас было нового и ценного?

— Главное — я многое узнал об Асгардии. До этого события я слышал о космической нации, но никак не соприкасался с ней. И мне было интересно — как она организована, каковы ее задачи. Я огляделся и увидел много молодых людей — ученых и предпринимателей. И у меня сложилось ощущение, что космическое будущее человечества в хороших руках.

— Готовы ли вы стать гражданином Асгардии?

— Я думаю об этом. Мой отец всегда говорил: если ты что-то делаешь — делай это хорошо. Сейчас я очень занят в своей профессии, поэтому осторожно и ответственно отношусь к новым начинаниям. Но вне зависимости от того, буду ли я гражданином Асгардии, все равно намерен оказать ей поддержку: через информационное пространство — социальные сети, участие в конференциях.

Вне зависимости от того, буду ли я гражданином Асгардии, я намерен оказать ей поддержку: через информационное пространство — социальные сети, участие в конференциях.

— Вы более 200 дней провели в космосе. Что бы вы назвали своим главным опытом, вынесенным из космических полетов?

— В этом году до полета наш руководитель объяснял нам задачи миссии. Я ничего не ска-

зал на том собрании, но подумал про себя, что некоторые поставленные задачи попросту невыполнимы. Но сейчас я рад заявить, что с помощью тренингов и командной работы мы с моими замечательными коллегами выполнили абсолютно все задачи этой миссии. Самое главное — слаженная работа в команде делает невозможное возможным.

— Полет в космос связан с большими физическими и психическими перегрузками, необходимостью адаптации, с постоянным бытовым дискомфортом, шумом. Почему вы полетели во второй раз?

Жизнь на борту космического корабля несравнима с проживанием в отеле Best Western в Дармштадте. Если вы относитесь к тому типу людей, которые получают удовольствие от жизни в палатке на лоне природы, вам очень понравится быть астронавтом, ведь мы спим в спальнях мешках, мы едим типичную для палаточного лагеря пищу, у нас нет посудомоечной машины, ванны или душа...

Для того чтобы ночью мои уши отдохнули, я использовал беруши. И еще надевал повязку — чтобы в глаза не попадал солнечный свет каждые 45 минут нашего движения по орбите.

Для того чтобы достичь чего-то по-настоящему важного, необходимо выйти из зоны комфорта. Эту простую истину я хотел бы донести до всех, особенно до молодежи. И профессиональный, и карьерный рост происходят на пределе психических и физических сил. И лучшие решения, которые мы принимаем, — это те, что нам дорогого стоят. Действительно — ра-

бота в таких условиях приносит очень много стресса. Но она стоит того. И я горжусь, что во время полета мне удалось преодолеть себя.

Вхождение в атмосферу Земли сравнимо с падением с Ниагарского водопада в горячей бочке. Температура за бортом нашего корабля составляла 1650 градусов Цельсия — выше температуры плавки железа.

— Несмотря на то, что люди уже более полувека в космосе, складывается впечатление, что сообщество космонавтов — это закрытая страда. До нас доводят только лучшие, победные моменты, а все то, что трудно, что касается психологии отношений, конфликтов, которые происходят, быть может, на борту космических кораблей, — это скрывается. И мы здесь, на Земле, видим только парадную сторону космонавтики?

— Я не согласен с этим утверждением. На самом деле мы относимся к неудачам и поражениям как к возможности увидеть недостатки, отработать и устранить их. Например, авария «Челленджера» — это страшная катастрофа, но с помощью ее анализа мы поняли, что было не так с технической точки зрения, какие ошибки были допущены в управлении. Кроме того, после завершения миссии все документируется, записывается. И эти документы доступны всем, кто после нас проходит тренировки и управляет полетами. То есть мы ничего не скрываем. И одна из моих целей сейчас — донести до частной космической индустрии, что необходимо учиться на своих ошибках, для того чтобы двигаться вперед.

Колонизация космоса не состоится, если все заинтересованные стороны не будут работать сообща.

— Что вам больше всего вспоминается из ваших двух полетов в космос?

— Вид из иллюминатора. Мы живем на необыкновенно красивой планете! Я часами и даже днями любовался ею. И все-таки, кажется, я провел за этим занятием недостаточно времени.

— Значит, только ради этого стоит полететь в космос — чтобы увидеть Землю из иллюминатора?

— Определенно. Еще я вспоминаю о том, как передвигался в невесомости — как супермен! Ведь полет — мечта детства каждого из нас. Невесомость стала для меня способом реализовать ее. А третье, что вспоминается, — наше совместное времяпрепровождение с членами экипажа. Мой коллега Франк де Винне — человек совершенно другого склада, нежели я. И у нас случались довольно горячие дискуссии по широкому кругу вопросов.



Наша команда провела более 100 различных экспериментов для многих стран по всему миру, в том числе необходимых для земной медицины.

В нашем теле есть вид белка, называемый гомопоэтической простагландин-D-синтазой (H-PGDS). Он находится в мышечном волокне маленьких мальчиков, страдающих миодистрофией Дюшенна. На Земле, из-за влияния гравитации, невозможно понять, какова трехмерная структура H-PGDS: образование осадка, плавучесть, диффузия, разница в плотности конвекции. В условиях невесомости подобных препятствий не возникает.

И нам впервые удалось кристаллизовать этот белок, а затем вернуть его на Землю, где ученые Осацкого института биологических наук впервые в истории изучили его, используя технологию рентгеноструктурного анализа. И они смогли получить вещество, замедляющее рост H-PGDS. Это вещество сейчас проходит ряд клинических испытаний, и, возможно, результаты исследований, проведенных на борту МКС, помогут создать лекарство для лечения тяжелой земной болезни.

— **Например?**

— Например, политика. Я — консервативный, дипломатичный и оптимистичный кандидат. Франк — пессимист, очень дорожающий своим мнением европеец. Несмотря на такую разницу, мы тесно дружим. Наверное, вы заметили сегодня — когда мы рядом, нам вполне комфортно. Это оттого, что мы разделяем общее мнение по поводу развития человечества, исследований космоса.

Мне нравилось без предупреждения звонить друзьям. Забавно заставить их врасплох звонком из космоса, в тот момент, когда они, к примеру, покупают продукты в магазине или стоят в очереди на почте.



— **И все-таки у меня еще один вопрос психологического толка. В космосе люди долго находятся в замкнутом пространстве — конфликты неизбежны. Что помогает их предотвратить?**

— Астронавту, которого избирают для полета, необходимо иметь ряд технических навыков: умение использовать робототехнику, выходить в открытый космос, выполнять разные виды ремонтных работ. Но также мы тренируемся для развития других навыков, например способности к самоконтролю, работе в команде, совместной жизни в группе, способности быть лидером и подчиняться, а также межкультурным правилам общения. И на тренировке мы вместе оказываемся в такой среде, где, например, приходится голодать или страдать от холода. Мы участвуем в этом вместе, чтобы испытать наши границы, понять, как мы реагируем на разные виды стресса и где наши слабые места. Это и позволяет нам развивать те личные качества, которые помогают выжить в условиях замкнутого пространства.



— **Чем вы обычно занимаетесь между полетами, на Земле?**

— Большую часть времени астронавты проводят либо на тренировках, совершенствуя свои навыки, либо помогая коллегам, которые в данный момент работают на орбите. Я несколько лет провел в центрах управления полетами в Хьюстоне и Оберпфaffenхофене на связи с экипажами МКС. Это была благородная работа: с орбиты сообщают о проблеме, а мы вместе с талантливыми специалистами ЦУПа оперативно ищем способы ее решения.

— **Как относится семья к вашей большой занятости? Хотели бы вы, чтобы ваши дети стали профессиональными астронавтами?**

— Я считаю, что у меня самая лучшая профессия на свете. Но мы ничего не получаем от жизни просто так: любые достижения связаны с жертвой. И в случае астронавта это жертва, которую приносит его семья, а не он. Астронавт в зоне постоянного риска: это не только опасность травмы, но и смерти. Причем не только во время полета, но и во время тренировки. У меня всегда было ощущение, что я не справляюсь со своей ролью мужа и отца, особенно по сравнению с теми, кто выбрал другую профессию.

Я всегда говорю детям: чтобы реализовать себя в профессии, необходимы три элемента. Первое: они должны быть хорошими специалистами. Второе: работать нужно с радостью и со страстью. И третье: профессия должна приносить пользу миру. Если кто-то из моих детей захочет пойти по моим стопам, я поддержу его. Но все трое, в итоге, уже выбрали свои ориентиры. Только самый младший еще имеет возможность стать астронавтом. Но все трое счастливы — как и их отец.



Из доклада Марка БОГЕТТА, генерального директора Seraphim Capital — единственного венчурного фонда в мире, специализирующегося на космической тематике.

«Для частных инвесторов открыты новые возможности»

Что изменилось на рынке и почему открылись новые возможности для частных инвесторов?

За последние годы в космосе наметились следующие важные тенденции: размеры, стоимость и вес спутников резко снизились. Это произошло благодаря техническому прогрессу. Теперь спутники могут быть гораздо меньше по размеру, но при этом выполнять те же функции:



В настоящее время слабое место экономики космической отрасли — запуск. Инновации на этом рынке ограничены уже более 20 лет по тем же причинам, что и на рынке спутниковой связи. Традиционно ракеты должны были выводить в космос тонны и тонны полезной нагрузки. Проблема в том, что это больше не подходит для рынка. Таким образом, существует несоответствие между размерами и весом ракет, имеющихся на рынке, и текущими потребностями. Отсюда и проблема! Коллективная цель — ракеты многократного использования. В настоящее время можно запустить 1 кг полезной нагрузки в космос всего за \$1200. Скоро стоимость запуска опустится до отметки ниже \$100.

Экономика космической отрасли за последние несколько лет кардинально изменилась: снизилась стоимость миссий, сократилось время выхода продукции на рынок, произошла смена акцентов с аппаратного на программное обеспечение, с индивидуального заказа — на модульный. Другими словами, космическая отрасль перешла от государства и крупных корпораций на стартапы и малый и средний бизнес. Все это привело на этот рынок большое количество инвесторов. Основная часть инвестиций в настоящее время направляется в пусковую отрасль (более 120 пусковых компаний).

«Колонизация космоса не состоится, если все заинтересованные стороны не будут работать сообща».

Роберт Брент Тёрск



Джейкоб Малдер: «Гравитационный вызов»

Один из авторов интереснейших презентаций, представленных на конгрессе, Джейкоб Малдер, живет в Нидерландах, и стал гражданином Асгардии совсем недавно – полгода назад. Джейкоб имеет серьезное заболевание позвоночника. Возможности людей, страдающих им, принято считать ограниченными.

Но, познакомившись с мистером Малдером, слушатели убедились в том, что возможности, а главное – вера в себя – у этого человека ограничены гораздо менее, чем у большинства здоровых людей. Будучи специалистом в области IT-архитектуры, Джейкоб Малдер так вдохновился идеями Асгардии, что пришел к выводу: его сотрудничество с Космическим Государством способно не просто приносить взаимную пользу, но и осуществлять мечты, которые оказались общими. Мы поговорили с мистером Малдером о его работе, о нестандартных решениях для Асгардии и о том, как важно справляться с притяжением – не только Земли, но и вечным притяжением стереотипов и предрассудков.

— Как вы узнали об Асгардии?

— Совершенно случайно! Одно из моих увлечений — астрономия, и вот, знакомясь с новыми исследованиями в этой области, я вышел на сайт Космического Государства. Конечно, я сразу стал резидентом и подал заявление на гражданство. Кроме того, я налаживаю деловые связи между моей собственной фирмой, которая занимается консалтингом, и Коммерческой палатой Асгардии. Одновременно я работаю на другую крупную IT-компанию и в настоящее время веду переговоры со своим руководством о начале сотрудничества с Асгардией.

Когда я впервые услышал об Асгардии, подумал: наконец-то! У нас появилась платформа, где серьезные люди говорят серьезно о тех вещах, что могут послужить всем людям на планете.

Поэтому я буду популяризировать идею Асгардии. Лучший из способов популяризации — наглядный. Я очень много снимаю на протяжении всего конгресса. В числе прочих я сделал множество фотографий астронавтов, бизнесменов, ученых — людей с большой научной и профессиональной репутацией. Репутация — вещь, к которой люди в моей сфере относятся серьезно.

Одна из главных причин, по которым я прикнюлся к Асгардии, — личная. С 11 лет у меня диагностировано осложненное искривление позвоночника. Со временем мое состояние

ухудшается: истираются позвоночные диски. Я могу немного постоять и даже походить — как таковая способность сохранилась, но при этом я испытываю сильную боль. И после даже небольшого напряжения ноги не слушаются меня. Однажды в продолжение двух лет я лежал и был отрезан от общества. Это тяжелейший опыт, которого я не пожелаю никому. К сожалению, врачи сказали мне, что болезнь прогрессирует и через 15 лет я буду обездвижен навсегда.

Но я не сдался — мой мозг здоров и напряженно работает. Я организовал пространство вокруг себя максимально удобно: усовершенствовал коляску USB-подключением, держателем для стакана, компьютерным столиком, а также сделал по возможности комфортной свою машину.

Земное тяготение постепенно разрушает мой позвоночник, и мне необходимо каким-то образом избавиться от его воздействия. Я знаю, что полет в космос подразумевает множество рисков, и я готов на них пойти. С помощью Асгардии я надеюсь оказаться в космосе через 15 лет.

В своем докладе «Роевая архитектура устойчиво развивающихся космических колоний» Джейкоб Малдер предлагает особый тип архитектурного устройства в космосе — «роевой». Основной принцип такой архитектуры — стандартизация и самоподдержка систем. Коммерческая платформа для реализации идеи: большое количество небольших инвестиций, доступных людям среднего достатка.

Из доклада Вальтера ТИНГАНЕЛЛИ,
руководителя отдела клинической радиобиологии GSI

«Гибернация в космосе — перспективное решение для земной и космической медицины»

Доктор Вальтер Тинганелли выступил докладом об открытиях, которые могут совершить революцию в области полетов в космос и защиты от радиации. Несмотря на то, что проведенные в 1960-е годы эксперименты показали, что животные в состоянии спячки более устойчивы к радиации, возможность впадения в состояние гибернации человека была рассмотрена лишь несколько лет назад. До сих пор неизвестно, почему животные демонстрируют эту особенность. Но результаты, полученные в ходе опытов над ними, важны для ответа на вопрос о пользе искусственного сна для человека. Доклад доктора Тинганелли включал результаты недавних экспериментов.

Несколько лет назад некоторые исследователи задумались о защитном характере спячки, естественной для некоторых животных. Снижение метаболизма, сохранение мышечной и костной структуры, а также повышение устойчивости к радиации в период естественного длительного сна показали им наиболее интересными особенностями. Медведи в этом состоянии сохраняют больше мышечной силы, чем люди, которые просто не имеют проблем со сном.



Ученые задались вопросом, может ли искусственный сон у животных, которые не впадают в естественную спячку, иметь такой же эффект?

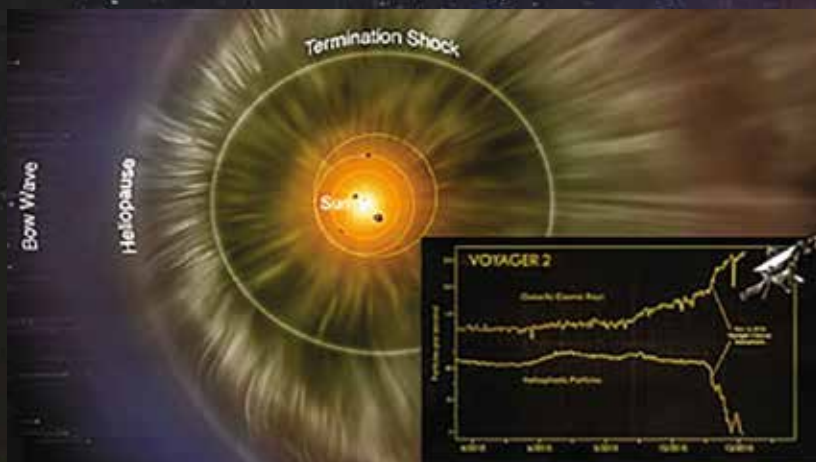
Доктор Маттео Черри из Болонского университета впервые про-



вел такие эксперименты на крысах в 2014 году. Черри и его команда сотрудничают с Тинганелли. Эксперименты показали, что млекопитающие, которые не впадают в спячку естественным путем, могут сделать это с помощью ученых. Полученные результаты позволили сделать вывод, что длительный искусственный сон возможен и для человека. Что бы дала гибернация людям во время полета в космос?

Ученый показал, как три астронавта могут осуществлять полет в космосе к месту назначения в состоянии гибернации. Им потребовалось бы гораздо меньше пищи, что означало бы меньший вес для транспортировки на борту космического корабля. Кроме того, у них бы не развивалась клаустрофобия, их кости не подвергались бы сильной деминерализации, а воздействие радиации на системы их организмов оказалось бы намного слабее.

Завершая свое вдохновляющее выступление, ученый отметил, что дальнейшие исследования и эксперименты, которые помогут ученым получить необходимые данные для приведения человека в состояние искусственного сна, будут включать изучение поведения испытуемых животных в период после спячки.



SPACEBORN UNITED: MISSIONS PLANNED FOR HUMAN CONCEPTION AND CHILDBIRTH IN SPACE

Egbert K.A. EDELBROEK,
Dr. (Sociology) Chief Researcher & CEO,
SpaceBorn United, Eindhoven, The Netherlands,
egbert.edelbroek@spacebornunited.com

ABSTRACT | Most large space agencies and companies are preparing missions for human settlements on the Moon and Mars. Such an essential, but controversial life science challenge as reproduction in space is difficult to address for these organisations. However, scientific community is convinced that it's necessary to respond to this challenge, otherwise real space expansion is impossible. SpaceBorn United company is engaged in researches in this field and is working at the creation of a scientific-technical base to provide for human reproduction in space. Dr. Egbert K.A. Edelbroek, the company's CEO, tells what technologies the company is planning to use and how childbirth in space is possible.

Keywords: *reproduction in space, assisted reproductive technologies, conception, IVF, childbirth, space race, space life science*

КОМПАНИЯ SPACEBORN UNITED: ПЛАНИРУЕМЫЕ МИССИИ ПО ЗАЧАТИЮ ЧЕЛОВЕКА И РОДАМ В КОСМОСЕ



ЭГБЕРТ К. А. ЭДЕЛЬБРОК,
доктор социологии, генеральный директор компании
SpaceBorn United, Эйндховен, Нидерланды,
egbert.edelbroek@spacebornunited.com

АННОТАЦИЯ | Большинство крупных космических агентств и компаний занимается подготовкой экспедиций для создания поселений на Луне и Марсе. Эти организации сталкиваются с трудностями в связи с таким важным, но дискуссионным вызовом со стороны биомедицины, как репродукция в космосе. Однако научное сообщество убеждено – на этот вызов необходимо ответить, иначе настоящая космическая экспансия невозможна. Компания SpaceBorn United проводит исследования в этой области и создает научно-техническую базу для обеспечения воспроизводства человечества в космосе. О том, какие технологии планирует использовать компания и как можно провести роды за пределами Земли, рассказывает генеральный директор компании доктор Эгберт Эдельброк.

Ключевые слова: *репродукция в космосе, технологии искусственного оплодотворения, зачатие, ЭКО, роды, космическая гонка, космическая биомедицина*

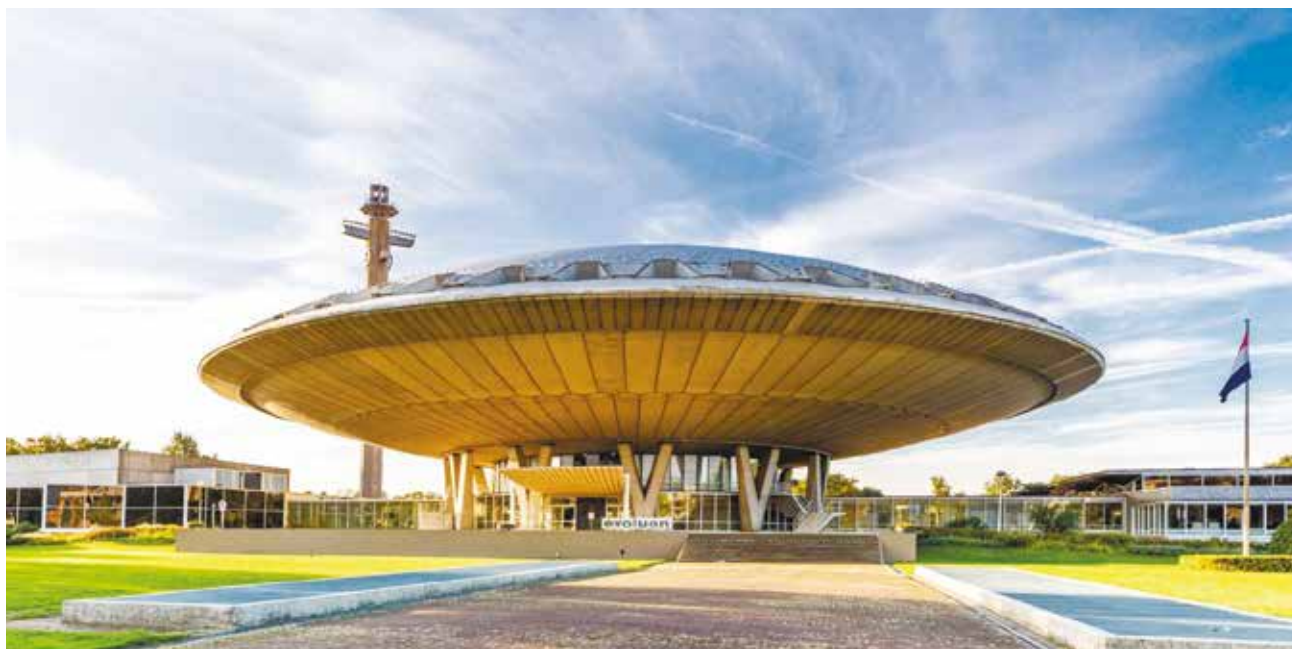


Рис. 1. Главное здание компании SpaceBorn United, Эйндховен, Нидерланды

КАМЕНЬ ПРЕТКНОВЕНИЯ ДЛЯ НАЛОГОПЛАТЕЛЬЩИКОВ

Правительственным организациям трудно решать задачи, связанные с космической биомедициной. С аналогичными препятствиями сталкиваются и крупные коммерческие агентства, особенно когда речь идет о продолжении человеческого рода в космосе. Это весьма деликатная тема, и ее можно назвать камнем преткновения для многих налогоплательщиков. Расходование средств на долгосрочные цели с учетом меняющихся политических приоритетов вызывает сомнения граждан, и возможность получения необходимой поддержки оказывается под угрозой [1]. Приоритетность для правительственных организаций инженерно-проектных работ, в свою очередь, снижает вероятность финансирования [2].

Тем не менее необходимо предпринимать какие-то шаги, для того чтобы планы по созданию независимых космических поселений реализовались. Чтобы стать межпланетным биологическим видом, людям просто необходимо научиться размножаться в космосе. Поэтому космические агентства признают необходимость проведения соответствующих исследований и прямо призывают независимые компании, специализирующиеся на этой проблеме,

заняться ее решением [1, 3]. SpaceBorn United приняла этот вызов. Мы переводим результаты наших исследований в плоскость разработки космических миссий и необходимого для них биомедицинского оборудования.

ПРОГРАММА МИССИЙ

Размножение состоит из различных этапов, а космос — из многих зон, каждая из которых связана с определенными рисками [4, 5]. Эти риски необходимо минимизировать. Поэтому каждая из наших программ сосредоточена только на одной стадии репродукции и только на одной зоне космоса. В центре нашего внимания изначально находится зачатие и раннее эмбриональное развитие человека вблизи от Земли (на низкой околоземной орбите). В данных условиях зачатие происходит не естественным путем, а с использованием вспомогательных репродуктивных технологий (ART¹) или ЭКО, внутри системы жизнеобеспечения. Такой системой является инкубатор эмбрионов, который ежедневно используется в клиниках ЭКО по всему миру [6]. Мы перепроектируем это устройство для применения в космосе. Как только инкубатор окажется в космосе, произойдет зачатие, и сформировавшиеся эмбрионы начнут развиваться [7]. Через пять дней эмбрионы вернутся на Землю. Мы рассчитываем осуществить эту миссию



МЫ ЗНАЕМ, ЧТО ДЛЯ РАЗВИТИЯ ЭМБРИОНОВ НЕОБХОДИМА ГРАВИТАЦИЯ, НО НЕ ЗНАЕМ, КАКОЙ ЕЕ УРОВЕНЬ БУДЕТ ДОСТАТОЧНЫМ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ЗДОРОВОГО ЭМБРИОНА. ПОЛУЧИТЬ СВЕДЕНИЯ ОБ ЭТОМ — ОДНА ИЗ ВАЖНЕЙШИХ ЦЕЛЕЙ НАШЕЙ МИССИИ КОСМИЧЕСКОГО ИНКУБАТОРА. ОН СКОНСТРУИРОВАН ТАКИМ ОБРАЗОМ, ЧТО ОБЕСПЕЧИВАЕТ РЕГУЛИРУЕМОЕ ИСКУССТВЕННОЕ ПРИТЯЖЕНИЕ. БЛАГОДАря ЭТОМУ МОЖНО ГЕНЕРИРОВАТЬ И ИССЛЕДОВАТЬ ВЛИЯНИЕ НА ЭМБРИОН РАЗЛИЧНЫХ УРОВНЕЙ ГРАВИТАЦИИ НА НИЗКОЙ ОКОЛОЗЕМНОЙ ОРБИТЕ.



Рис. 2. Варианты космических аппаратов для миссии космического инкубатора:

а) Launcher One (Virgin Orbit, США)

б) Dream Chaser (Sierra Nevada Corporation, США)

через пять лет. Мы изучаем варианты полетов на пилотируемых космических аппаратах (на носителях, предоставляемых, например, компаниями Alpha Space или Space Application Services), а также рассматриваем специальные полеты на многоразовом биоспутнике с устройством для возвращения на Землю (например, Launcher One компании Virgin Orbit).

Перед использованием образцов человеческих клеток прототип устройства будет испытан и проверен на клетках млекопитающих. [7, 8, 9]. Наша миссия по деторождению во время 24–36-часового полета на низкой околоземной орбите ожидается через 10–15 лет.

Через восемь с половиной месяцев после зачатия плод полностью сформируется, и роды

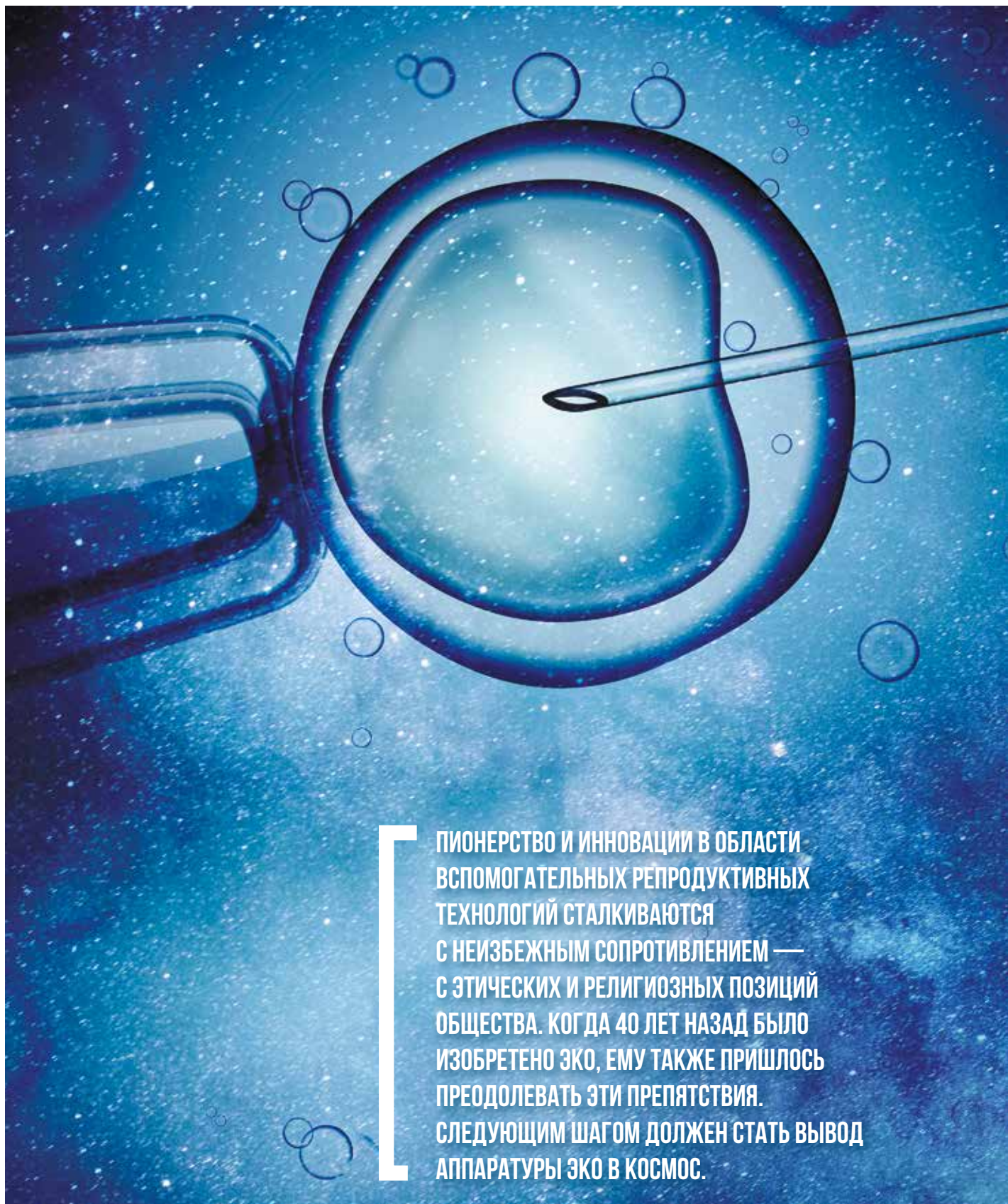
можно будет безопасно стимулировать, как это регулярно делается на Земле [6, 10]. Безусловно, эта миссия требует многих дополнительных мер безопасности, поскольку в ней будут участвовать не профессиональные космонавты, а беременная женщина и медицинский персонал. В связи с этими подготовительными работами и ввиду большой нагрузки на космический аппарат миссия обойдется намного дороже обычных космических полетов.

ПОДДЕРЖКА СО СТОРОНЫ ПРОМЫШЛЕННОСТИ И УНИВЕРСИТЕТОВ

Для проведения этих исследований и планирования миссий требуются экспертные знания и опыт в области биомедицины, этики, космических технологий и права [5, 11]. Разумеется, было бы странно, если бы небольшая молодая компания смогла реализовать такие грандиозные планы своими силами. Единственный путь к успеху — поддержка международной группы экспертов и промышленных партнеров.

К счастью, нам не пришлось начинать с нуля. Мы используем опыт разработок, которые уже проводятся различными исследовательскими группами, такими как Институт медико-биологических проблем (Россия), NASA Ames, Университет Индианы (США), SCK-SEN (Бельгия), Российская академия наук, Университет Яманаси и JAXA Rodent Studies (Япония), и это лишь некоторые из них [8, 12, 13, 14].

**ЕДИНСТВЕННЫЙ СПОСОБ ПРИЕМЛЕМОГО
С ЭТИЧЕСКОЙ ТОЧКИ ЗРЕНИЯ
ПРОВЕДЕНИЯ РОДОВ В КОСМОСЕ —
УБЕДИТЬСЯ, ЧТО ОБЩИЙ РИСК МИССИИ
НЕ ВЫШЕ, ЧЕМ ВО ВРЕМЯ ОБЫЧНЫХ
СРЕДНЕСТАТИСТИЧЕСКИХ РОДОВ
НА ЗЕМЛЕ.**



ПИОНЕРСТВО И ИННОВАЦИИ В ОБЛАСТИ
ВСПОМОГАТЕЛЬНЫХ РЕПРОДУКТИВНЫХ
ТЕХНОЛОГИЙ СТОЛКИВАЮТСЯ
С НЕИЗБЕЖНЫМ СОПРОТИВЛЕНИЕМ —
С ЭТИЧЕСКИХ И РЕЛИГИОЗНЫХ ПОЗИЦИЙ
ОБЩЕСТВА. КОГДА 40 ЛЕТ НАЗАД БЫЛО
ИЗОБРЕТЕНО ЭКО, ЕМУ ТАКЖЕ ПРИШЛОСЬ
ПРЕОДОЛЕВАТЬ ЭТИ ПРЕПЯТСТВИЯ.
СЛЕДУЮЩИМ ШАГОМ ДОЛЖЕН СТАТЬ ВЫВОД
АППАРАТУРЫ ЭКО В КОСМОС.

ЭТИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

Пионерство и инновации в области вспомогательных репродуктивных технологий, естественно, сталкиваются с неизбежным сопротивлением — с этических и религиозных позиций общества. Когда 40 лет назад было изобретено ЭКО, ему также пришлось преодолевать эти препятствия. Прошло более 10 лет, прежде чем идею искусственного оплодотворения приняло и поддержало большинство стран [11, 15]. Следующим шагом должен стать вывод аппаратуры ЭКО в космос.

ДЛЯ УЧАСТИЯ В ОТБОРЕ БУДУТ ПРИГЛАШЕНЫ КАНДИДАТЫ И МЕДИЦИНСКИЙ ПЕРСОНАЛ ВСЕХ РАС, ЛЮБОЙ РЕЛИГИОЗНОЙ ПРИНАДЛЕЖНОСТИ И ИЗ ВСЕХ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ РЕГИОНОВ. ГРУППА, КОТОРАЯ ПОЛЕТИТ В КОСМОС ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РОДОВ, ДОЛЖНА БЫТЬ ИНТЕРНАЦИОНАЛЬНОЙ.



Однако эмбриональное развитие в космосе — это один аспект дискуссии, но сама возможность подвергнуть уязвимую беременную женщину опасности, связанной с запуском космического корабля и непосредственным пребыванием на орбите, вызывает закономерные вопросы [16, 17]. Беременные женщины несут юридическую ответственность за своих нерожденных детей. Это включает в себя законное право принимать решения о том, подвергать ли их определенным рискам [11, 18]. В этом смысле каждая женщина может свободно участвовать в миссии по рождению ребенка в космосе. Организация, способствующая этому, юридически обязана обеспечить оптимальные меры по уходу и безопасности, включая адекватный отбор кандидатур и отказ в участии лицам, преследующим какие-либо сомнительные цели [3, 19]. В то же время мы позволяем участникам в любой момент, даже за несколько часов до планируемого запуска в космос, выйти из программы.

На данный момент нам уже удалось минимизировать многие связанные с нашей задачей риски. Поскольку этические ценности в обществе находят свое отражение в законодательстве, правовые нормы также помогают решать этические проблемы.

Если быть более конкретным, правовая сфера нашей деятельности связана с законодательством в области искусственного оплодотворения. За последние 30 лет в разных странах это законодательство претерпело ряд изменений. В США некоторые аспекты исследований эмбрионов и лабораторных условий регулируются федеральным законодательством, но практическая деятельность в основном ведется в соответствии с указаниями Американского общества репродуктивной медицины [11]. В Европе основные правовые различия между странами связаны с селекцией эмбрионов, их замораживанием и донорством яйцеклеток. Для решения этических и правовых вопросов мы консультируемся с экспертами по этике, входящими в состав комитетов, которые принимают решения об ограничениях в области биомедицинских инноваций и космических миссий.

Выбор места для запуска имеет различные правовые аспекты — и это тема отдельной работы.

УСТРАНЕНИЕ МЕДИЦИНСКИХ РИСКОВ ПРИ ЗАЧАТИИ И РОДАХ В КОСМОСЕ

Космос — враждебная среда для большинства живых существ. Для того чтобы подвергнуть эмбрионы и беременных женщин рискам, связанным с запуском космического аппарата и пребыванием в космосе, необходимо провести тщательную подготовку.

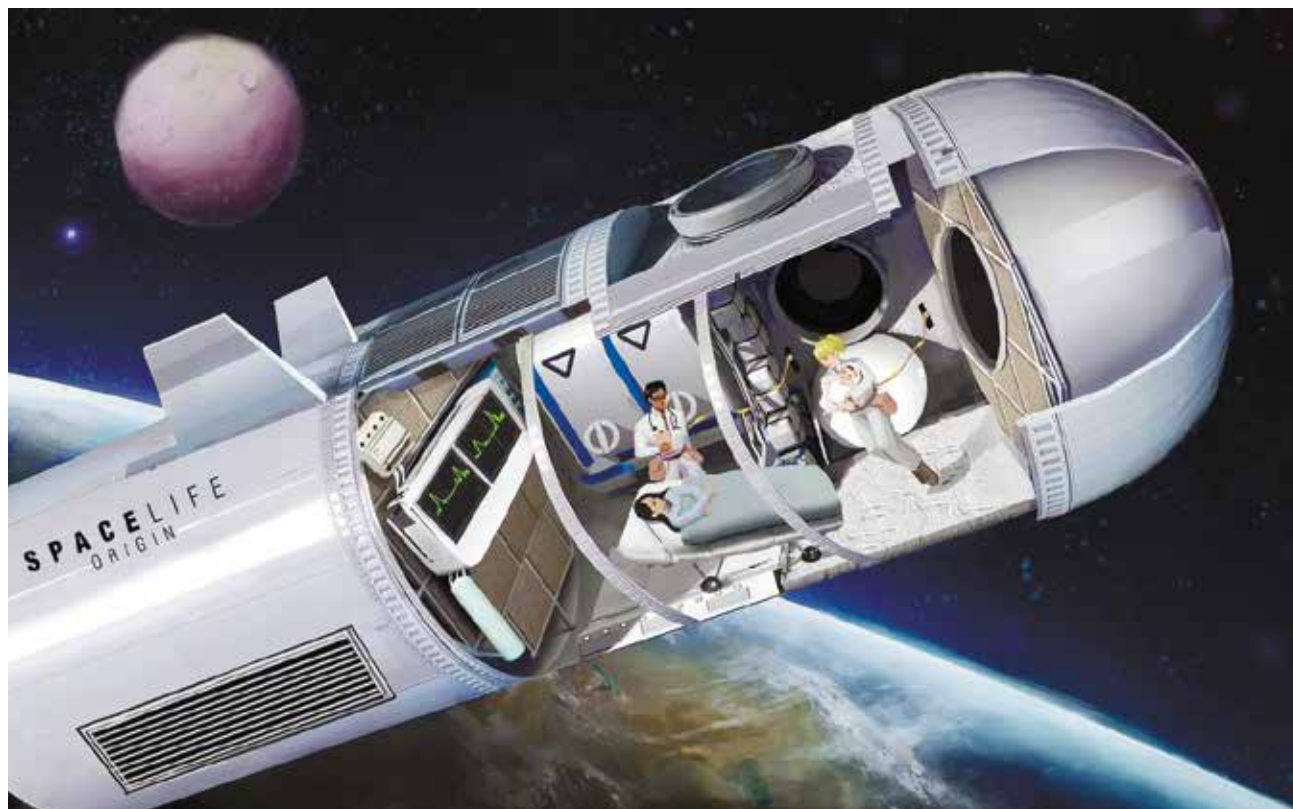


Рис. 3. Роды на борту космической станции

Основные опасности связаны с радиацией и микрогравитацией. Радиация в космосе намного выше, чем на Земле, где нас защищают слой атмосферы толщиной в 10 км и магнитное поле Земли. В космосе различные источники радиации могут повредить человеческую ДНК намного быстрее, а риск развития рака выше [12, 20]. Кроме того, наше тело привыкло к определенному уровню гравитации. При движении по орбите Земли или полете на Марс гравитация минимальна, и мышцам больше не нужно работать, чтобы сопротивляться ей, — поэтому они быстро слабеют. На Земле все жидкости в организме обычно притягиваются вниз. В космосе же они могут свободно перемещаться и оставаться в верхней части тела в большем объеме, чем мы привыкли, и это также создает проблемы [21]. Защита людей и эмбрионов от таких опасностей необходима [22].

Многие исследовательские группы работают над снижением этих рисков, чтобы защитить будущих астронавтов, космических туристов и жителей планируемых космических поселений. Благодаря этим исследованиям мы получили возможность использовать новейшие методы об-

работки клеток для повышения их устойчивости к радиации, а также использовать специальные тесты для отбора участниц, от природы обладающих повышенной устойчивостью к ней [12, 13].

Единственный способ приемлемого с этической точки зрения проведения родов в космосе — убедиться, что общий риск миссии не выше, чем во время обычных среднестатистических родов на Земле (по современным высоким стандартам) [11, 17]. Эксперты, поддерживающие нас в разработке проекта, убеждены в том, что это будет возможно в ближайшее время. Сроки, необходимые для достижения нашей цели, частично зависят от развития сектора космического туризма.

При запуске и возвращении на Землю пассажиры подвергаются воздействию повышенной силы тяжести. Для беременных женщин и новорожденных ограничения по безопасности, естественно, гораздо более строгие, чем для прошедших подготовку астронавтов. Интересной разработкой в этой связи мы считаем проект корпорации «Сьерра-Невада» Dream Chaser. Пики гравитации данного корабля постоянно находятся на уровне 3 g, что делает его уже на-

много более комфортным, чем 6 g, привычный для астронавтов уровень в настоящее время [2]. Для беременной женщины это все-таки слишком много, но разработки явно движутся в правильном направлении.

Для минимизации рисков потенциальные участницы программы должны соответствовать строгим критериям в отношении здоровья — как физического, так и психического [23, 24]. Это должны быть женщины, ранее рожавшие дважды без осложнений, — велика вероятность того, что и третьи роды пройдут гладко [11]. Во время беременности участницы будут находиться под пристальным наблюдением. Любые признаки того, что возможны осложнения, будут означать исключение участниц из программы полета (но им в любом случае будет оказана надлежащая медицинская помощь). Для минимизации негативного воздействия радиации одним из критериев отбора кандидаток является врожденная повышенная устойчивость к ней. У женщин всегда будет возможность отказаться от участия в программе до самого последнего момента перед запуском. По этим и некоторым другим причинам мы начнем с группы участниц, большинство из которых не попадут в космос [4, 25]. Члены семей кандидаток тоже участвуют в процессе отбора — ведь им потребуется особая поддержка. Также близкие будут помогать им во время беременности и после родов.

Так как наши планируемые миссии продолжают привлекать внимание средств массовой информации и иногда даже воспринимаются как шаги, способствующие человеческой эво-

люции, мы считаем своим долгом сделать их как можно более инклюзивными и объединяющими, на что указывает слово United в названии нашей компании. Это означает, что для участия в отборе мы будем приглашать кандидатов и медицинский персонал всех рас, любой религиозной принадлежности и из всех географических регионов. Группа, которая в конечном счете полетит в космос, должна быть интернациональной.

Если человечество хочет создать автономные поселения на Марсе, это, несомненно, подразумевает возможность продолжения рода. Иначе все крупные временные и финансовые вложения для отправки туда людей были бы практически лишены смысла. Однако пока никто не представляет, возможно ли это при уровне гравитации на Марсе 38 % от земной. Мы знаем, что для развития эмбрионов необходима гравитация, но не знаем, какой ее уровень будет достаточным для развития здорового эмбриона [8, 9]. Получить сведения об этом — одна из важнейших целей нашей миссии космического инкубатора. Он сконструирован таким образом, чтобы обеспечить регулируемое искусственное притяжение. Благодаря этому мы сможем генерировать и исследовать влияние на эмбрион различных уровней гравитации и проводить данные эксперименты вблизи от Земли, на низкой околоземной орбите [7, 26].

Являясь исследовательской платформой, инкубатор позволяет расширить сферу своего применения и проводить испытания на развивающихся эмбрионах различных млекопитающих на предмет влияния как гравитации, так и других параметров системы жизнеобеспечения. Таким образом, он может помочь в отборе видов млекопитающих, которые смогут успешно развиваться в желаемой будущей экосистеме Марса.

НОВАЯ КОСМИЧЕСКАЯ ГОНКА

В первые десятилетия освоения космоса в гонке участвовали исключительно правительства. Как только участие в космической деятельности было разрешено частным компаниям, многие разработки ускорились, что, разумеется, нисколько не помешало правительствам [2]. Несколько стран вышли на космическую арену, поддержав новую гонку. Традиционно в ней участвовали русские и американцы, но сейчас серьезные космические программы демонстрируют Индия, Китай, Япония, Канада, Израиль и Европа. Во многих случаях они объединяются в коалиции, как, например, в случае с «Лунными воротами» (Lunar Gateway) в сотрудничестве с партнерами МКС. Однако в противовес тако-

**РОССИЙСКИЙ УЧЕНЫЙ
И ПРЕДПРИНИМАТЕЛЬ ДОКТОР ИГОРЬ
АШУРБЕЙЛИ — ОСНОВАТЕЛЬ ПЕРВОГО
КОСМИЧЕСКОГО ГОСУДАРСТВА
АСГАРДИИ — ПОДХОДИТ СО ВСЕЙ
СЕРЬЕЗНОСТЬЮ К ВОПРОСУ ПРОВЕДЕНИЯ
РОДОВ В КОСМОСЕ. НЕДАВНО ОН УПРОЧИЛ
СООТВЕТСТВУЮЩИЕ АМБИЦИИ АСГАРДИИ,
ПОСВЯТИВ ДЕТОРОЖДЕНИЮ В КОСМОСЕ
БОЛЬШУЮ ЧАСТЬ ЕЕ ПЕРВОГО НАУЧНО-
ИНВЕСТИЦИОННОГО КОНГРЕССА.**

вым выступает новая тенденция к созданию космических сил. После заявления США о формировании национальных космических сил другие страны также озаботились созданием подобной структуры. В космической сфере военные аспекты, по-видимому, продолжают играть важную роль. А обострение конкуренции между растущим числом стран, которые готовятся к космической деятельности, стимулирует гонку уже за политический престиж. Все хотят заявить об уникальном достижении — к примеру, Китай планирует отправить первую женщину на Луну [2]. Кроме того, к гонке присоединяются и частные лица. Илон Маск стремится первым отправить людей на Марс. Согласно одному из наших источников, компания Virgin Galactic Ричарда Брэнсона заинтересована в том, чтобы взять на себя ответственность за деторождение в космосе и объединиться с нами. Российский ученый и предприниматель доктор Игорь Ашурбейли — основатель первого космического государства Асгардии — подходит со всей серьезностью к вопросу проведения родов в космосе. Недавно он упрочил соответствующие амбиции Асгардии, посвятив деторождению в космосе большую часть ее Первого Научно-инвестиционного конгресса.

ЗАДАЧА КОСМИЧЕСКОГО ТУРИЗМА

Развивающийся сектор космического туризма готовит беспрецедентные возможности для небольшого количества очень богатых людей. Представьте себе недельное пребывание в космическом отеле на околоземной орбите в невесомости и пробуждение с потрясающим видом на Землю с высоты 400 км. Наблюдение за облаками, вспышками молний, полярным сиянием... Мало кто не включил бы такой опыт в список своих желаний, если мог бы себе это позволить. Но подобное путешествие может стать привлекательным и для пар, которые видят уникальную возможность в зачатии первого ребенка в космосе естественным путем. Здесь сразу возникает вопрос о медицинских рисках, которым подвергся бы эмбрион, поэтому неконтролируемого зачатия в космосе следует избегать. Однако это может стать интересной задачей [1]. Самый простой способ решить ее — обеспечить безопасность зачатия и рождения в космосе еще до открытия первых космических отелей — тщательно контролируемым образом, на основе точных исследований, адекватного отбора и профессионального руководства.

Важно, что сектор космического туризма способствует расширению возможностей для без-

опасных родов в космосе. Будущие туристы не готовы к прохождению обширной подготовки и дискомфорта, связанному с гравитационными перепадами при запуске в космос и возвращении в атмосферу [3]. Для них разрабатывают гораздо более комфортабельные космические корабли с низкими гравитационными перепадами.

БУДУЩИЕ МИССИИ

Как уже говорилось, деторождение состоит из многих этапов, не только зачатия и родов. Полные девять месяцев беременности в космосе пока небезопасны. Это повлекло бы за собой слишком много рисков, для защиты от которых, в первую очередь, необходимо доработать несколько медицинских и технологических проектов. В будущем одним из способов устранения некоторых опасностей могут стать искусственные матки [27]. Другие возможные меры предполагают удаление и криохранение яйцников и матки перед длительным космическим путешествием для обеспечения лучшей защиты от излучения и последующего вживления [17, 28]. Исследования CRISPR-Cas² также могут со временем предоставить варианты для доработки наших требований к радиационной устойчивости и уровню гравитации [2]. SpaceBorn United внимательно следит за этими и другими разработками в области вспомогательных репродуктивных технологий. Для достижения нашей долгосрочной цели мы готовимся к переходу от статуса компании с коммерческой направленностью к научному исследовательскому центру ARTIS.

ПРОДВИЖЕНИЕ ПРОГРАММЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И МИССИЙ SPACEBORN UNITED

Мы впервые представили наши планы на Инновационном конгрессе в Сан-Франциско 23 октября прошлого года, включая пресс-релиз на шести языках. Новости о нашей работе быстро распространились более чем в 50 странах и в более чем 500 новостных сюжетах, а также появились в некоторых телевизионных передачах. Заявленные амбициозные сроки вызвали определенную долю законного скептицизма и были пересмотрены. Изначальная, более коммерческая, стратегия также изменилась в пользу четкого научного подхода, и это ускорило поступление запросов от организаторов научных конгрессов — в Остине, Арлингтоне, Хьюстоне, Дармштадте и Братиславе.

² CRISPR-Cas – адаптивная иммунная система микроорганизмов.



References

1. **Layendecker, A.** (2016). The implications of human sexuality and reproductive development factors in seeding humanities future throughout the cosmos. The Institute for Advanced Study of Human Sexuality.
2. **Devezas T., Salgado M.C.V., F.C.L. de Melo, Ribeiro J.R.** (2012). The struggle for space: Past and future of the space race. Technological Forecasting and Social Change. Vol. 79. Iss. 5. Pp. 963-985.
3. **Shelhamer, M.** (2017). Why send humans into space? Science and non-science motivations for human space flight, Space Policy. Vol. 42. Pp. 37-40.
4. **Straume, Tore & Blattning, Steve & Zeitlin, Cary** (2010). Radiation Hazards and the Colonization of Mars: Brain, Body, Pregnancy, In-Utero Development, Cardio, Cancer, Degeneration. Journal of Cosmology. 12. 3992.
5. **Szocik, K., Marques, R.E., Abood, S., Edzior, A.K., Lysenko-Ryba, K., Minich, D.** (2018). Biological and social challenges of human reproduction in a long-term Mars base, Futures.
6. **Williams R.S., Doody K.J., Adashi E.Y.** (2015) Public reporting of assisted reproductive technology outcomes: past present and future. American Journal of Obstetrics & Gynecology. Vol. 212. Iss. 2. Pp. 157-162.
7. **Lei, Cao, Zhang, Duan** (2019). Advances of Mammalian Reproduction and Embryonic Development Under Microgravity. Life Science in Space: Experiments on the SJ-10 Recoverable BioSatellite, pp. 281-315.
8. **Ronca A.E.** (2007). Effects of Spaceflight and Altered Gravity on Reproductive Processes of Female Mammals. Gravitational and Space Biology Bulletin 20 (2).
9. **Ronca A.E., Alwood J.S., Globus R.K., Souza K.A.** (2013). Mammalian Reproduction and Development on the International Space Station (ISS): Proceedings of the Rodent Mark III Habitat, Workshop, Gravitational and Space Research. Vol. 1 (1).
10. **Larsen, W.J., Schoenwolf, G.C., Bleyl, S.B., Brauer, P.R., Fracis-West, P.H.** (2014). Human Embryology, 5 th edition, Churchill Livingstone.
11. **Brezina P.R., Zhao Y.** (2012). The Ethical, Legal and Social Issues Impacted by Modern Assisted Reproductive Technologies. Obstetrics and Gynecology International. Vol. 2012. Pp. 324-331.
12. **Globus A., Strout J.** (2016). Orbital Space Settlement Radiation Shielding, Space Faring: The Radiation Challenge Introduction: Radiation Educator Guide, NASA, Pr. nr. EP-2008-08-116-MSFC.
13. **Hoey, van, O.** (2018). Shielding from cosmic radiation. SCK-CEN Academy for Nuclear Science and Technology. Belgian Nuclear Research Centre. 2018. Vol 81. Iss. 2. Pp. 337-342.
14. **Wakayama S., Kamadab Y., Yamanakac K., Kohdad T., Suzukie H., Shimazue T.** (2017). Healthy offspring from freeze-dried mouse spermatozoa held on the ISS Space Station for 9 months.
15. **Wang S.X.Y.** The Past, Present, and Future of Embryo Selection in In Vitro Fertilization: Frontiers in Reproduction Conference. The Yale Journal of Biology and Medicine. 2011. Vol 84. Iss. 4. Pp.487-490.
16. **Von der Dunk F.G.** (2012). Ethics in Space Research, EC Workshop on Ethics Issues, Brussels.
17. **Inhorn M.C., Gürtin Z.B.** (2011). Cross-border reproductive care: a future research agenda. Reproductive BioMedicine Online, Vol. 23. Iss. 5. Pp. 665-676.
18. **Präg P.** (2017). European Society of Human Reproduction and Embryology. Regulation and legislation in assisted reproduction. January 2017(6):134-139.
19. **Marboe, I.** (Ed.) (2012). Soft Law in Outer Space. The Function of Non-binding Norms in International Space Law. Wien, Köln, Weimar: Böhlau. Pp. 31-56.
20. **Baselet, B., Ramadan, R., Benotmane, A.M., Sonveaux, P. Baatout, S., Aerts, A.** (2017). Selected endothelial responses after ionizing radiation exposure.
21. **Ruden, D.M. et al.** (2018). Effects of Gravity, Microgravity or Microgravity Simulation on Early Mammalian Development. Stem cells and development. Vol. 27. No. 18. DOI: 10.1089/scd.2018.0024
22. **Mutke H.G.** (1981). Equipment for surgical interventions and childbirth in weightlessness. Acta Astronautica. Vol. 8. Iss. 4. Pp. 399-403.
23. **Gregory I.C.** (1974). The oxygen and carbon monoxide capacities of foetal and adult blood. The Journal of Physiology. 1974. Vol. 236. Iss. 3. Pp.625-634.
24. **Nooij S. & Bos J. & Groen E.L. & Bles W. & Ockels J.W., W.** (2007). Space sickness on Earth. Microgravity Science and Technology. 19 113-117. DOI: 10.1007/BF02919464
25. **Ronca A.E., Baker E.S., Bavendam T.G., Miller V.M., Tash J.S., Jenkins M.** (2014). Effects of Sex and Gender on Adaptations to Space: Reproductive Health. Journal of women's health. 2014. Vol. 23. Pp. 967-74. DOI:10.1089/jwh.2014.4915
26. **Ubbels, G., Berendsen, W., & Narraway, J.** (1989). Fertilization of frog eggs on a Sounding Rocket in space. Advances in Space Research. Vol. 9. Iss. 11. Pp. 187-197.
27. **Gelfand S., Shook J.R.** (2006) Ectogenesis: artificial womb technology and the future of human reproduction. Values in Bioethics. Iss. 184.
28. **Brown R., Harper J.** (2012)/ The clinical benefit and safety of current and future assisted reproductive technology. Reproductive BioMedicine Online. Vol. 25. Iss. 2. Pp. 108-117.

© Эдельброк Эгберт К. А., 2019

История статьи:

Поступила в редакцию: 22.10.2019
Принята к публикации: 09.11.2019

Модератор: Плетнер К.В.

Конфликт интересов: отсутствует

Для цитирования:

Эдельброк Эгберт К.А. Компания SpaceBorn United: планируемые миссии по зачатию человека и родам в космосе // Воздушно-космическая сфера. 2019. № 4. С. 26-36.

УДК 629.78

DOI: 10.30981/2587-7992-2019-101-4-38-45

THE POWER ENGINEERING OF MARTIAN COLONIES

ЭНЕРГЕТИКА МАРСИАНСКИХ КОЛОНИЙ



Alexander O. MAYBORODA,
CEO, LLC "AVANTA-Consulting" Research Company,
Rostov-on-Don, Russia,
mayboro@gmail.com



*The author of pictures – Alexander Mayboroda
Graphics – Dmitry Anisimov*

Александр Олегович МАЙБОРОДА,
директор научно-исследовательской компании
ООО «АВАНТА-Консалтинг», Ростов-на-Дону, Россия,
mayboro@gmail.com

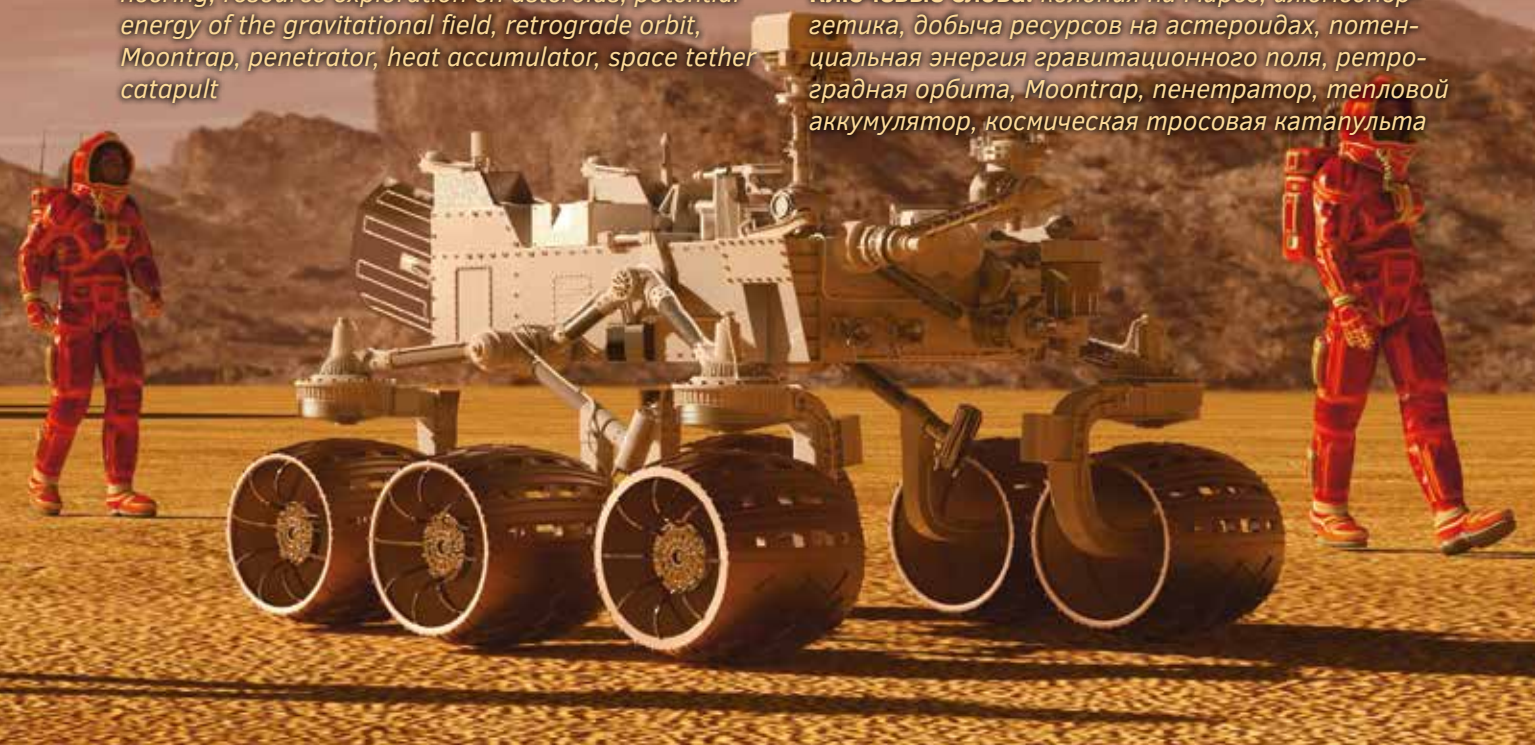
*Автор рисунков – Александр Майборода
Графика рисунков – Дмитрий Анисимов*

ABSTRACT | The energy supply of research and industrial bases, aircraft and wheeled vehicles on Mars based on aluminum-magnesium energy – the use of metals as fuel suitable for atmospheres from carbon dioxide – is considered. It is beneficial to supply the colonies with metal fuel from industrial bases located on Phobos and Deimos and fueled by their mechanical energy supplies. The satellites of Mars are composed of silicate rocks rich in carbon, which provides the bases with raw materials for metallurgy. Practically inexhaustible reserves of potential energy of Phobos and Deimos in the gravitational field of Mars can be utilized in order to process the satellites' mineral resources. Technological options are proposed for converting the mechanical energy of satellites into heat and electricity. The energy output is 63 times more than the costs of its extractio.

Keywords: *colony on Mars, aluminum power engineering, resource exploration on asteroids, potential energy of the gravitational field, retrograde orbit, Moontrap, penetrator, heat accumulator, space tether catapult*

АННОТАЦИЯ | Рассматривается энергоснабжение исследовательских и промышленных баз, авиационных и колесных транспортных средств на Марсе на основе алюмомagneзиевой энергетики – применения металлов в качестве горючего, подходящего для атмосферы из углекислого газа. Снабжение колоний металлическим горючим выгодно осуществлять с промышленных баз на Фобосе и Деймосе, работающих за счет запасов механической энергии марсианских лун. Спутники Марса состоят из пород, богатых углеродом, что обеспечивает базы сырьем для металлургии. Практически неисчерпаемые запасы потенциальной энергии Фобоса и Деймоса в гравитационном поле Марса могут быть утилизированы в целях переработки минеральных ресурсов спутников. Предлагаются варианты технологии по преобразованию механической энергии спутников в тепловую и электрическую. Выход энергии превышает затраты на ее извлечение в 63 раза.

Ключевые слова: *колония на Марсе, алюмоэнергетика, добыча ресурсов на астероидах, потенциальная энергия гравитационного поля, ретроградная орбита, Moontrap, пенетратор, тепловой аккумулятор, космическая тросовая катапульта*



ВВЕДЕНИЕ

Тема создания обитаемых баз на Марсе сохраняет свою актуальность. У будущих переселенцев, наряду с проблемами перелета, много нерешенных проблем с энергетическим обеспечением. У землян есть нефть, газ и уголь. А марсианские колонисты, даже если изыщут запасы углеводородов, не смогут использовать их в атмосфере из углекислого газа. На Марсе нет свободного кислорода, его надо получать искусственно – тратить энергию из других источников. Такими возможными источниками на данный момент считаются фотоэлектрические преобразователи и ядерные электростанции.

Для транспортных средств колонистов — ракет, самолетов и роверов — эквивалентами нефти, газа и угля будут алюминий и магний: они хорошо горят в атмосфере из углекислого газа [1]. Вода, которая в изобилии имеется на Марсе, также поддерживает горение этих металлов. Тем не менее алюминий и магний придется получать искусственно, так как на Марсе нет естественных залежей этих химически активных металлов. Энергию для производства металлического топлива придется получать от солнечных и ядерных электростанций. В условиях Марса такие источники энергии не самые лучшие — есть и другие возможности. Проект Martian Powerlune показывает новые перспективы.

УТИЛИЗАЦИЯ ЭНЕРГИИ, АККУМУЛИРОВАННОЙ В ГРАВИТАЦИОННОМ ПОЛЕ МАРСА, ДЛЯ СНАБЖЕНИЯ ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИХ И ПРОМЫШЛЕННЫХ БАЗ

Солнечный свет на Марсе — неэффективный источник энергии. Здесь солнечное излучение в 2,5 раза слабее, чем на Земле. Длительные пылевые бури еще больше ухудшают возможности использования солнечного света, осложняя эксплуатацию ветровой эрозией и запылением солнечных батарей. Долговременное присутствие людей на Марсе солнечные батареи обеспечат, но не будут способствовать быстрому развитию колоний. С большим эффектом солнечный свет мог бы утилизироваться на спутниковых солнечных электростанциях (ССЭС), аналогичных станциям, которые разработаны для Земли [2]. Производимая ССЭС энергия может вырабатываться и транслироваться на поверхность Марса к базам колонистов оптоволоконными лазерами с солнечной накачкой — низкая плотность атмосферы позволя-

ет реализовать такой высокоэффективный способ.

С позиции расширения присутствия людей на Марсе применение ядерных энергоустановок также будет сдерживающим фактором. Месторождения сырья для ядерного топлива неизвестны, поэтому колонии будут нуждаться в поставках с Земли. Возможно, ядерная энергия с большей эффективностью применялась бы на Марсе в виде промышленных «подземных» ядерных взрывов, на основе лунного проекта Краффта А. Эрике [3]. Один такой «подземный» взрыв обеспечит марсианскую колонию дешевыми запасами кислорода, кремния и металлов в количестве более 10 000 тонн. Не все ядерные государства подписали соглашение о запрете ядерных испытаний в космосе, поэтому взрывная ядерная энергетика возможна на Марсе.

Ядерные взрывы под марсианской поверхностью могут быть заменены экологически безопасными ударами пенетраторов, которые изготовлены из вещества астероидов и спутников Марса и применяются по технологии Moontrap, разработанной для Луны и других спутников планет Солнечной системы [4]. Мощность ударов космических пенетраторов соизмерима с мощностью тактических ядерных зарядов, но может быть сильно минимизирована для локального промышленного применения.

Удары пенетраторов по технологии Moontrap могут быть с большим эффектом и удобством применены не на Марсе, а на Фобосе и Деймосе. Отсутствие атмосферы устраняет аэродинамические и другие помехи для прецизионного наведения пенетраторов на мишень. За счет кинетической энергии пенетраторов, переданной мишени, выделяется тепло, которое используется для производства электроэнергии и термохимической переработки сырья Фобоса и Деймоса. Продукция в виде алюминия, магния, железа, кремния, графита и полимера диоксида триуглерода переправляется к колонистам – сбрасывается в одноразовых капсулах на Марс. Для этого используются термозащитные капсулы с аэродинамическим

ДЛЯ ДОБЫЧИ ЭНЕРГИИ С БОЛЬШИМ УДОБСТВОМ МОГУТ БЫТЬ ПРИМЕНЕНЫ НЕ ЯДЕРНЫЕ ВЗРЫВЫ НА МАРСЕ, А ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНЫЕ УДАРЫ ПЕНЕТРАТОРОВ НА ФОБОСЕ И ДЕЙМОСЕ. ОТСУТСТВИЕ АТМОСФЕРЫ УСТРАНЯЕТ АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ И ДРУГИЕ ПОМЕХИ ДЛЯ ПРЕЦИЗИОННОГО НАВЕДЕНИЯ ПЕНЕТРАТОРОВ НА МИШЕНЬ.

Рис. 1. Энерготранспортная система Moontrap на лунах Марса



качеством для управляемого спуска, которые изготовлены из местных материалов – пенокерамики из кремнезема, углерода и металлов. Избытки энергии также транслируются на Марс лазерным излучением. При этом затраты энергии на высвобождение потенциальной энергии вещества Фобоса и Деймоса, запасенной природой в гравитационном поле Марса, составляют всего несколько процентов от полученной энергии.

Экзотермические реакции, подходящие для энергоснабжения колоний на Марсе на основе продукции, поставляемой промышленными базами на Фобосе и Деймосе:

- алюминий или магний плюс углекислый газ;
- алюминий или магний плюс вода;
- алюминий или магний плюс магнетит или гематит;
- кремний плюс магнетит или гематит;

- монооксид углерода плюс магнетит или гематит;
- монооксид кремния плюс углерод.

В энергобаланс колоний основной вклад, по-видимому, будет вносить алюмоэнергетика. Порошковый алюминий – удобный вид горючего для вездеходов, марсианских самолетов и гиперзвуковых челночных аппаратов. На маршрутах движения при помощи планирующих капсул создаются участки-склады металлического горючего.

Основа извлечения потенциальной энергии спутников Марса – регулярные запуски грузовых космических аппаратов (КА) с баз Фобоса и Деймоса на ретроградные орбиты. Аппарат выводится на высокоэллиптическую орбиту и в апоцентре (на границе сферы действия Марса) с минимальными затратами импульса меняет направление движения на противоположное. В перигентре ретроградной ор-

биты происходит сближение КА с Фобосом или Деймосом. Груз в виде пенетратора направляется на мишень – ловушку пенетраторов и сбрасывается.

Ловушка (коллектор) заполнена углеродосодержащим реголитом и является высокотемпературным аккумулятором тепла. Теплообменная система теплового аккумулятора испаряет рабочее тело, которое приводит в движение турбогенератор, подключенный к потребителям электроэнергии. Схема работы энергосистемы показана на рис. 1.

КА движется навстречу спутнику с относительной скоростью, приблизительно в 2,4 раза превышающей местную круговую, тогда как его запуск совершается со скоростью, которая приблизительно на 0,4 раза больше местной круговой. Разница в кинетической энергии положительна – система производит больше энергии, чем затрачи-

вает. КА без груза совершает обратный маневр – переходит с ретроградной орбиты на проградную и возвращается на базу для перезарядки. Без учета потерь на смену направления орбит в апоцентре энергетический выигрыш превышает затраты в 36 раз в случае системы с одним спутником. В системе с двумя спутниками выигрыш возрастает – до 63 раз превышает затраты.

Расход ракетного топлива на старт грузовых КА со спутников Марса существенно сокращается

при использовании разработки Института космических исследований РАН (ИКИ РАН) – тросовой прачи, варианта механической катапульты для разгона и торможения КА на околоземной орбите. [5]. Проект ИКИ РАН обеспечивает изменение скорости КА на величину до 2000 м/с. Катапульты, размещенные на спутниках Марса, проще в исполнении и обслуживании, чем варианты с орбитальным базированием. Требуемые скорости запуска – 522 и 861 м/с.

В качестве ракетного топлива возможно применение пероксида водорода и синтезированного из метана высококипящего углеводородного горючего, аналогичного синтину или RJ-5. Эти компоненты топлива длительного хранения могут быть получены из местного сырья – гидросиликатов, богатых углеродом. Свойства компонентов соответствуют условиям длительного полета КА к условной границе сферы действия Марса.

СИСТЕМЫ ДЕЙМОС – ДЕЙМОС И ФОБОС – ФОБОС

Старт с Деймоса к границе сферы действия Марса требует прироста скорости в 522 м/с (1873 м/с — 1351 м/с). В апоцентре на расстоянии 578 тыс. км (от баригентра) скорость КА — 76 м/с. Здесь КА полностью тормозится реактивными двигателями, а затем разгоняется в противоположную сторону. Изменив скорость

в итоге на 152 м/с, КА переходит на ретроградную орбиту. В перигентре орбиты он идет навстречу Деймосу с относительной скоростью 3224 м/с (1873 м/с + 1351 м/с), сбрасывает груз в форме пенетратора в ловушку на Деймосе и в обратной последовательности возвращается на перезарядку. Тепловой бонус — 5,2 МДж/кг. Схема

ма работы системы показана на рис. 2а.

Аналогичная система также реализуема на Фобосе. Стартовая скорость 861 м/с (2998 м/с – 2137 м/с). В апоцентре – 49 м/с. В перигентре столкновение с относительной скоростью 5135 м/с (2998 м/с + 2137 м/с). Бонус – 13,18 МДж/кг.

СИСТЕМА ДЕЙМОС – ФОБОС

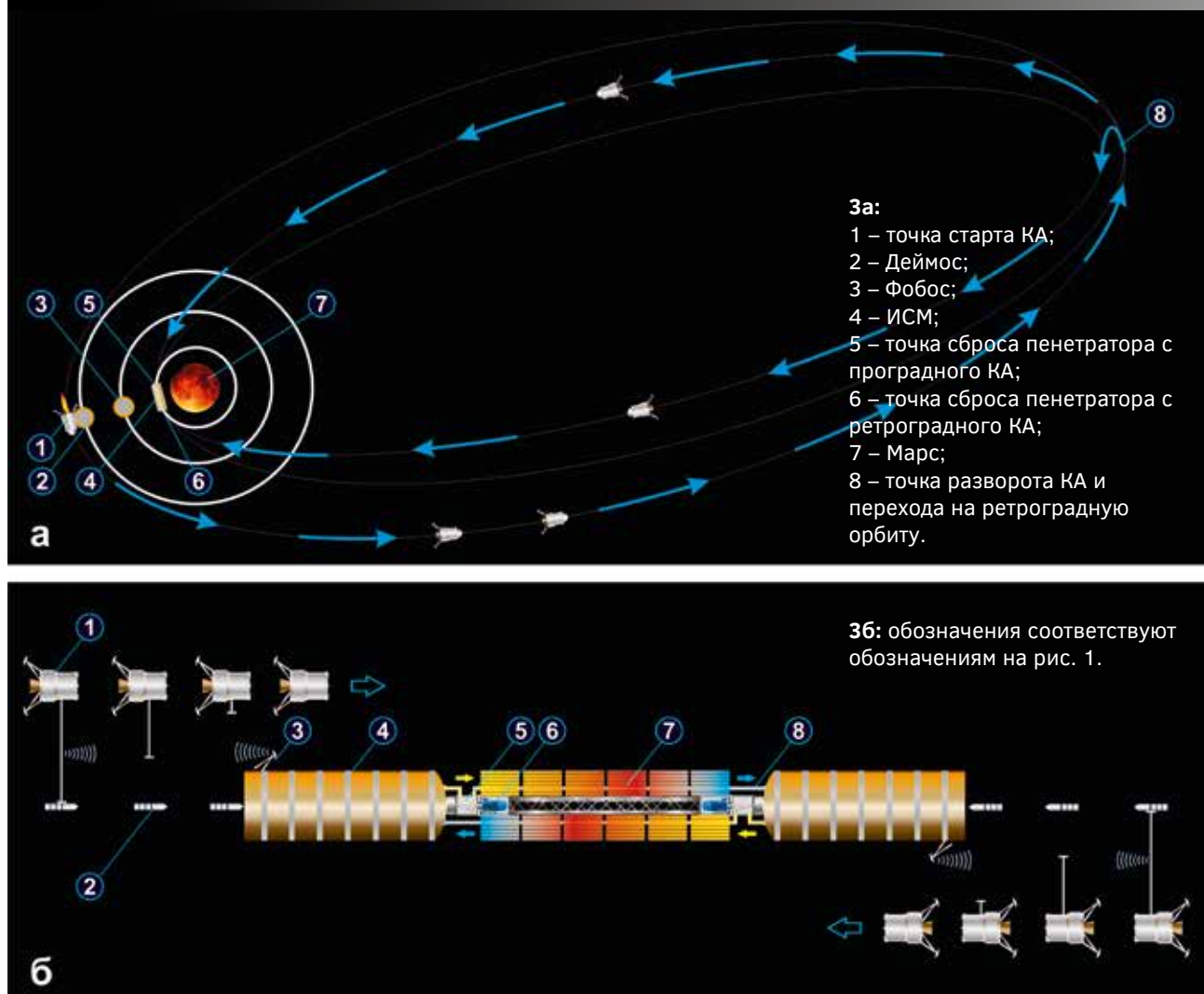
Старт с Деймоса к границе сферы действия Марса производится со скоростью 522 м/с. В апоцентре КА выдает тормозной импульс — 76 м/с — и обнуляет орбитальную скорость. Добавочный импульс в 49 м/с переводит КА на ретроградную орбиту, ведущую к Фобосу. Суммарный импульс

на смену орбиты составляет 125 м/с. В перигентре орбиты он идет навстречу Фобосу с относительной скоростью 5135 м/с и сбрасывает пенетратор в ловушку. Тепловой бонус — 13,18 МДж/кг. Выход энергии в 63 раза превышает затраты. Схема работы системы показана на рис. 2 б.

Рис. 2. Системы Деймос – Деймос и Деймос – Фобос:



Рис. 3. Система Деймос – ИСМ



СИСТЕМА ДЕЙМОС/ФОБОС – ИСКУССТВЕННЫЙ СПУТНИК МАРСА

Работа системы основана на сбросе грузов с базы на Деймосе на коллектор грузов, размещенный на круговой орбите искусственного спутника Марса (ИСМ) высотой 500 км. Скорость ИСМ — 3318 м/с. Сброс грузов происходит с двух направлений — с ретроградной орбиты и с проградной. Старт с Деймоса, как обычно, происходит со скоростью 522 м/с. При столкновении пенетратора с ловушкой грузов на ИСМ результирующая скорость столкновения равна 7995 м/с ($4677 \text{ м/с} + 3318 \text{ м/с}$) при движении

КА по ретроградной орбите. При столкновении на проградной орбите результирующая скорость равна 1359 м/с ($4677 \text{ м/с} - 3318 \text{ м/с}$). Для обеспечения равенства импульсов на каждый 1 кг грузов, поглощенных ловушкой от ретроградного КА, приходится 5,883 кг грузов от проградного КА. Выделение тепла от грузов, поступающих с ретроградной орбиты — 31,96 МДж/кг. Среднее тепловыделение от грузов с обеих орбит составляет 5,433 МДж/кг. Схема работы показана на рис. 3.

Орбитальный коллектор способен дополнительно принимать груз с Фобоса. Передача грузов с промышленных баз естественных спутников Марса на ИСМ является частью транзита продукции из космоса для колоний на Марсе. В перспективе, при возможном открытии какого-либо ценного ресурса и возникновении необходимости недорогого экспорта с Марса, ИСМ с коллектором способен принимать грузы, забрасываемые суборбитальными ракетами.

ТЕХНОЛОГИИ ПЕРЕРАБОТКИ СЫРЬЯ СПУТНИКОВ МАРСА

Известные способы выделения алюминия и магния основаны на электролизе их соединений. Использование электроэнергии на первом этапе промышленного освоения космических ресурсов нежелательно из-за большой массы оборудования. Для магния существует и другой способ получения — термический, требующий более простой аппаратуры. В этом случае для восстановления оксида магния при высокой температуре используют кремний или углерод. Реакция с кремнием требует нагрева до 1100–1200 °С, с углеродом — больше 2000 °С. Такой неэлектрический способ полностью подходит для технологии получения тепла в системе Moontrap.

Получение алюминия термическим способом на основе восстановления его окиси углеродом, однако, дает в основном карбид алюминия, а не металл. Получения алюминия из карбида возможно при реакции с водородом при температуре 2200 °С, что также соответствует возможно-

стям системы Moontrap. Вместе с тем карбид алюминия также может использоваться в двигателях марсианского транспорта вместо алюминия при реакциях с CO_2 и H_2O . На межорбитальных буксирах, обеспечивающих перемещение грузов между спутниками Марса, порошковый карбид алюминия может использоваться как горючее в паре с пероксидом водорода.

Производство кремния на базах лун Марса также актуально, так как колесные транспортные средства на поверхности планеты могут использовать кремний в топках двигателей. Окисление кремния возможно за счет кислорода, содержащегося в оксидах железа из марсианской почвы. На марсианских спутниках промышленное восстановление кремния из его оксидов возможно местным углеродом при температуре около 1800 °С за счет тепла, образуемого в системе Moontrap. Возможности промышленного производства горючего для

марсианских баз подтверждаются данными о составе Фобоса и Деймоса. Космический аппарат «Фобос-2» зафиксировал стабильные выбросы газа с Фобоса. Фобос самый темный из известных планетных спутников. Вероятно, Фобос — это астероид, состоящий из смеси льда и темных богатых углеродом скальных пород С-типа. На Деймосе толстый слой пыли покрывает всю поверхность спутника. Плотности спутников столь низки, что они, вероятно, являются смесью скал и льда. Длительные споры о химическом составе спутников Марса на основе спектральных характеристик благодаря экспериментам с модельным грунтом разрешились в пользу предположения об их составе из углистых хондритов типа CM и, возможно, CI [6]. В основе пород спутников находятся гидросиликаты и соединения металлов — это ресурсы, продукты переработки которых спутниковые промышленные базы дадут колониям на Марсе.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Использование потенциальной энергии планетных спутников решает проблему энергообеспечения станций и баз, значительно удаленных от Солнца. Система утилизации потенциальной энергии естественных спутников, аккумулированной в гравитационном поле планет, может работать не только за счет энергии Фобоса и Деймоса, но и энергии Луны, накопленной в земном гравитационном поле. В марсианской системе выход энергии в 63 раза превышает затраты, а в околоземной лунной системе — в 9 раз. Соответственно, освоение лунных марсианских энергетических ресурсов в 7 раз выгоднее освоения лунных околоземных.

Системы лун Юпитера, Сатурна, Урана и Нептуна изначально имеют группы спутников, обращающихся по ретроградным орбитам. Поэтому ресурсы планет-гигантов самой природой подготовлены для легкого промышленного использования. Там использование солнечной энергии затруднено, а эксплуатация ядерных электро-

станций осложнена отсутствием разведанных месторождений ядерного топлива. К примеру, в системе лун Юпитера скорость пенетратора со спутника Эрейне относительно коллектора на спутнике Метида составляет 75,31 км/с, что дает эквивалент 96,8 т условного топлива на 1 т массы пенетратора или в тротиловом эквиваленте 678 т ТНТ. При этом энергозатраты составляют всего 0,016% от результата. Таким образом, энергосистема Powerlune и транспортная Moontrap на первых этапах колонизации космоса станут основой внеземных колоний.

Промышленные базы на лунах Марса способны стать опорой индустриализации Луны. Углерод на Луне — дефицитное сырье. Поставлять его с Земли на порядки дороже поставок с Фобоса и Деймоса. При необходимости лунный алюминий и магний также могут отправляться прямо на Марс. Таким образом, экономика космоса может сложиться как товарообмен внутри тетрады колоний Луны, Фобоса, Деймоса и Марса.



Литература

1. **Демидов С.С., Малинин В.И., Бульбович Р.В.** Ракетный двигатель на порошкообразном алюминевом горючем и углекислом газе в качестве окислителя // Вестник ПНИПУ. Аэрокосмическая техника. 2014. № 36, С. 119-130.
2. Космические солнечные электростанции – проблемы и перспективы: монография / **Г.Г. Райкунов, В. А. Комков, В. К. Сысоев, В. М. Мельников**; под ред. Г. Г. Райкунова. М.: РУДН, 2017. 282 с.
3. **Крафт А. Эрике.** Будущее космической индустрии: Пер с англ. – М.: Машиностроение, 1979. 200 с.
4. **Майборода А.О.** Как создать лунную базу и орбитальную станцию на 80% дешевле // Воздушно-космическая сфера. 2018. № 1. С. 22–31.
5. **Сидоров И.М..** Применение тросовых систем для выполнения транспортных операций в космическом пространстве. Доклад // Институт космических исследований – 24.11.1999. URL: http://www.iki.rssi.ru/seminar/199911_sid.htm
6. **Шингарева Т.В.** Геологическое строение и вещественный состав Фобоса. Автореферат диссертации. Москва, 2009.

References

1. **Demidov S.S., Malinin V.I., Bul'bovich R.V.** Raketnyy dvigatel' na poroshkoobraznom alyuminievom goryuchem i uglekislom gaze v kachestve oksislitelya. Vestnik PNIPU. Aerokosmicheskaya tekhnika, 2014, no. 36, pp. 119-130.
2. **Raykunov G.G., Komkov V.A., Sysoev V.K., Mel'nikov V.M.** Kosmicheskie solnechnye elektrostantsii – problemy i perspektivy. Ed. G.G. Raykunov. Moscow, RUDN, 2017. 282 p.
3. **Krafft A. Erike.** Budushchee kosmicheskoy industrii. Moscow, Mashinostroenie, 1979. 200 p.
4. **Mayboroda A.O.** Kak sozdat' lunnuyu bazu i orbital'nuyu stantsiyu na 80% desheвле. Vozdushno-kosmicheskaya sfera, 2018, no. 1, pp. 22-31.
5. **Sidorov I.M.** Primenenie trosovykh sistem dlya vypolneniya transportnykh operatsiy v kosmicheskom prostranstve. Doklad. Institut kosmicheskikh issledovaniy, Moskva, 24.11.1999. Available at: http://www.iki.rssi.ru/seminar/199911_sid.htm (Retrieval date: 30.11.2019).
6. **Shingareva T.V.** Geologicheskoe stroenie i veshchestvennyy sostav Fobosa. Avtoref. diss. ... kand. geologo-mineralogicheskikh nauk. Moscow, 2009. 27 p.



© Майборода А.О., 2019

История статьи:

Поступила в редакцию: 18.10.2019

Принята к публикации: 20.11.2019

Модератор: Гесс Л.А.

Конфликт интересов: отсутствует

Для цитирования:

Майборода А.О. Энергетика марсианских колоний // Воздушно-космическая сфера. 2019. №4. С. 38-45.

SPACE RESOURCES FOR INDUSTRY AND SCIENCE

Boris M. SHUSTOV,
Dr. Sci. (Philosophy), Professor. Corresponding Member of the
Russian Academy of Sciences, Science Director of the Institute of
Astronomy of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia,
bshustov@inasan.ru

ABSTRACT | Various types of space resources which are important for economic development are discussed, namely raw materials, spatial and energy resources. They can also serve to create new scientific methods for studying the Universe. The "Long-Wave Lunar Radio Telescope" and "Neutronium" projects are considered as examples. Special attention is paid to the analysis of mineral resources of minor bodies of the Solar system. It is concluded that the race for space resources has started. So far, it takes place in the field of research and development of space minerals search and mining methods, but in the coming decades a new era may begin marked by the active practical use of such resources.

Keywords: *space resources, minor bodies of the Solar system, space research*

КОСМИЧЕСКИЕ РЕСУРСЫ ДЛЯ РАЗВИТИЯ ЭКОНОМИКИ И НАУКИ



Борис Михайлович ШУСТОВ,
доктор физико-математических наук, профессор, член-
корреспондент РАН, научный руководитель Института
астрономии РАН, Москва, Россия,
bshustov@inasan.ru

АННОТАЦИЯ | Обсуждаются различные виды космических ресурсов, важных для развития экономики: сырьевых, пространственных и энергетических. Эти ресурсы также могут служить для создания новых методов изучения Вселенной. В качестве примеров рассмотрены проекты «Длинноволновый лунный радиотелескоп» и «Нейтроний». Особое внимание уделено анализу минеральных ресурсов малых тел Солнечной системы. Сделан вывод: гонка за космическими ресурсами стартовала. Пока что она разворачивается в сфере изучения и разработки методов поиска и добычи полезных космических ископаемых, но уже в ближайшие десятилетия может начаться эпоха массового практического использования таких ресурсов.

Ключевые слова: космические ресурсы, малые тела Солнечной системы, космические исследования



О ПРОБЛЕМЕ РЕСУРСОВ НА ЗЕМЛЕ

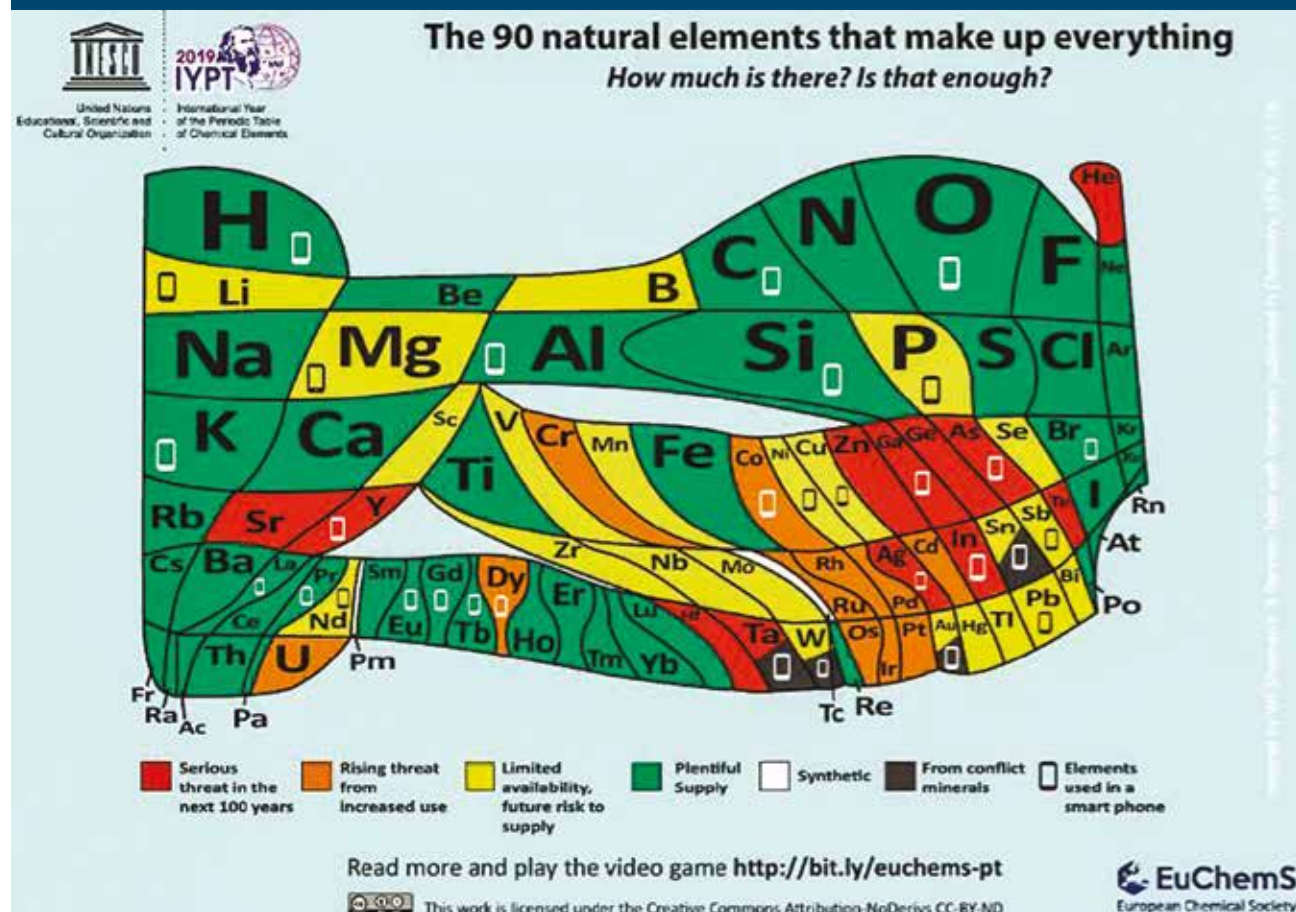
Человечество на протяжении своего существования использует различные ресурсы, важнейшими из которых являются энергия, сырье и продовольствие. Сырье в виде полезных ископаемых предоставлено нам природой. По мере развития человечеству требуется все больше ресурсов, за обладание ими происходит большинство конфликтов, в том числе военных. Современные ресурсы — это прежде всего энергоносители: нефть и газ, кроме того, повышенным спросом пользуются редкоземельные металлы.

Объемы рынка редкоземельных элементов за последние 50 лет увеличились с 5 до 125 тыс. тонн в год. Это объясняется их применением в быстроразвивающихся областях промышленности, связанных с производством гибридных автомобилей, оборонной техники, компьютерной и телевизионной техники, лазеров, сверхпроводников и прочей наукоемкой продукции. Сплавы

с редкоземельными металлами широко используются в военно-промышленной и авиационно-космической отраслях и поэтому считаются стратегическим сырьем. Любое технически сложное изделие или электронный прибор содержит в себе миллиграммы редкоземельных металлов, а также лития, платины, золота и др. Но поскольку электронные приборы производятся в массовом масштабе, то запасы этих металлов быстро истощаются.

Рисунок 1 взят с сайта Европейского химического общества [1] и подготовлен к отмечаемому в 2019 году 150-летию юбилею таблицы химических элементов Менделеева. На нем в оригинальной форме представлены данные о содержании 90 естественных химических элементов, из которых состоит все вокруг (другие элементы получают в лабораториях в микроскопических количествах). Прямоугольниками отмечены элементы, используемые при производстве смартфонов. Цветом показано ресурсное состояние: зеленый означает, что запасов хватит на

РИС. 1. Запасы основных химических элементов по версии Европейского химического общества



долго, желтый — запасы пока есть, светло-коричневый — риск истощения повышен из-за нарастающих темпов использования, коричневый — серьезная угроза истощения в ближайшее столетие. Черным цветом отмечены элементы, добыча которых сопряжена с большим риском, поскольку их запасы находятся в зонах военных конфликтов.

Более конкретные оценки приведены в таблице, составленной М. Д. Сизовой (Институт астрономии РАН) по данным Геологической службы США [2] и показанной на рис. 2.

На этом рисунке приведены оценки (в годах) сроков истощения указанных элементов, полученные делением объема разведанных запасов элементов на современный темп их потребления, и даты потенциального истощения. Эти данные представляют «худший сценарий», так как не учитывают рост запасов при открытии новых месторождений и не включают данные о запасах во временно заброшенных (по условиям экономической конъюнктуры) месторождениях. Тем не менее, вывод «готовься к худшему» представляется очевидным.

ВИДЫ КОСМИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ

Понятие «ресурс», естественно, шире чем минеральные, энергетические, и продовольственные запасы и возможности. Можно классифицировать ресурсы по видам следующим образом:

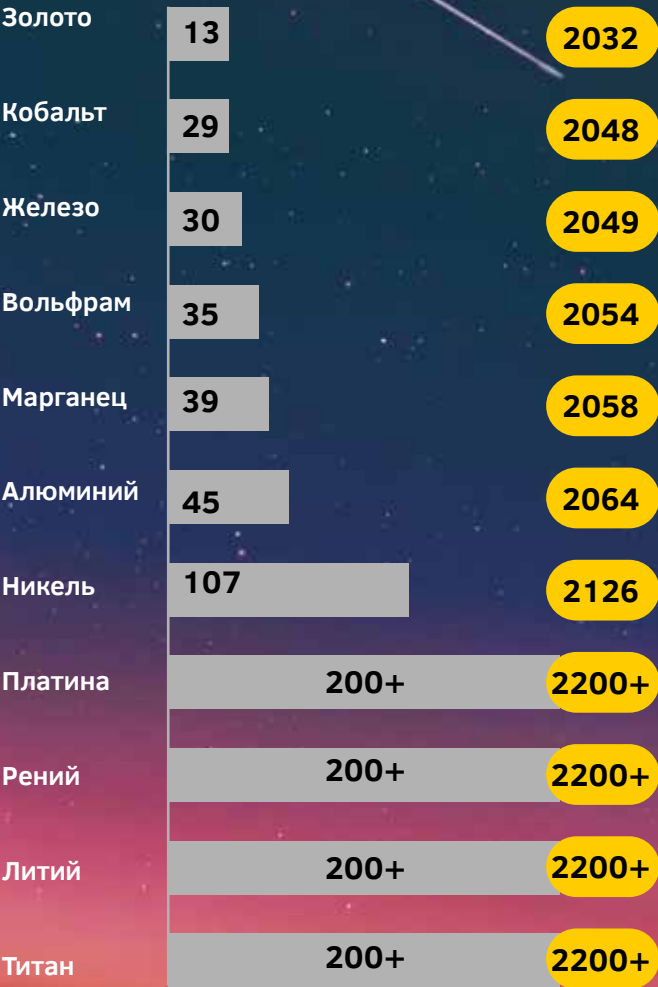
- 1) природные:
 - неисчерпаемые ресурсы,
 - исчерпаемые ресурсы,
 - возобновляемые ресурсы,
 - невозобновляемые ресурсы,
- 2) экономические ресурсы (факторы производства),
- 3) административные ресурсы,
- 4) информационные ресурсы,
- 5) временные ресурсы,
- 6) другое.

Космические ресурсы, конечно, являются природными. Для удобства введем еще два понятия: ресурсный фактор и ресурсный источник. К ресурсным факторам относятся:

- энергия (электромагнитная, гравитационная и т. д.),
- вещество (сырье, строительный материал, защита и т. д.),
- пространство,
- другое.

Рис. 2. Оценки сроков истощения запасов некоторых полезных ископаемых (худший сценарий)

ПРОГНОЗ ИСТОЩЕНИЯ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ ЗЕМЛИ С УЧЕТОМ ДИНАМИКИ ПОТРЕБЛЕНИЯ



XX лет осталось до потенциального истощения
 XX год потенциального истощения

В Солнечной системе к ресурсным источникам относятся:

- Солнце,
- околоземное космическое пространство (ОКП),
- Луна,
- астероиды, кометы, межпланетная пыль.

Напрашивается вопрос: а могут ли быть ресурсы за пределами Солнечной системы? Астрофизики из Института космических исследований РАН и их зарубежные коллеги дают интересный ответ: уже сейчас можно использовать сигналы от рентгеновских пульсаров для создания надежной и точной системы автономного навигационного обеспечения космических аппаратов (КА) в дальнем космосе [3].

Кратко остановимся на некоторых ресурсных факторах и ресурсных источниках.

Астрофизики из Института космических исследований РАН и их зарубежные коллеги уверены: уже сейчас можно использовать сигналы от рентгеновских пульсаров для создания надежной и точной системы автономного навигационного обеспечения КА в дальнем космосе.

О РЕСУРСАХ ОКП

Ресурсы околоземного космического пространства разнообразны. К ним можно, прежде всего, отнести:

- геосинхронные орбиты и особенно геостационарную орбиту (ресурсный фактор — пространство),
- низкие околоземные орбиты (ресурсный фактор — пространство),
- материалы и конструкции (ресурсный фактор — вещество),
- гравитационные маневры у Земли и Луны (ресурсный фактор — гравитационная энергия).

Геостационарная орбита (ГСО) — очень важный естественный космический ресурс. В начале эпохи использования ОКП пространственный слот на размещение космических аппаратов на ГСО составлял целых 5°, в наши же дни, когда в области ГСО находится около тысячи действующих КА, размер слота намного меньше и составляет всего 0,1°. Еще более напряженная обстановка склады-

вается на низких орбитах. В результате ожидаемого в ближайшем будущем резкого роста количества запусков коммуникационных «созвездий» КА (OneWeb, Samsung, Boeing, SpaceX, «Сфера» и т. д.) на низких орбитах появятся десятки тысяч новых искусственных спутников Земли (ИСЗ) и ситуация с комфортным размещением КА резко ухудшится. Можно сказать, что этот пространственный ресурс близок к критическому уровню использования.

В последние годы особое внимание уделяется также изучению возможностей использования материалов и конструкций, из которых состоят уже неиспользуемые КА и их фрагменты (то есть космический мусор). Предлагается, например, использовать долгоживущие антенные узлы для переустановки их в космосе на вновь запускаемых аппаратах. Весьма интересны исследования по использованию космического мусора в качестве рабочего тела в электродвигательных установках КА, которые сами и занимаются сбором космического мусора [4].

Гравитационные маневры стали в последние десятилетия обычным приемом, позволяющим весьма существенно снижать затраты по выведению КА в определенные области космического пространства. Суть маневра состоит в том, что за счет удачно подобранного сближения с Землей или Луной, осуществляемого малыми затратами характеристической скорости (ΔV ~ несколько десятков км/с) КА, можно получить изменение скорости на несколько км/с.

ЕЩЕ РАЗ О ЛУННЫХ РЕСУРСАХ

Тема лунных ресурсов широко обсуждается, в том числе и в журнале ВКС (см., например, [5]). Не будет преувеличением сказать, что лунная гонка, то есть включение все большего числа стран в исследования Луны космическими средствами, в значительной степени мотивируется не столько научными аспектами, сколько фактором лунных ресурсов.

По мнению одного из ведущих исследователей Луны и энтузиаста ее освоения И. Г. Митрофанова (ИКИ РАН), временная шкала освоения Луны Россией оптимистична:

- Закрепление за Россией района для научных исследований и разработки технологий, для развертывания посещаемого лунного полигона с перспективой строительства на нем российской лунной базы (срок 5–10 лет). Здесь ресурсный фактор — пространство.
- Обеспечение лунной космонавтики лунными ресурсами энергетики, связи, радиационной защиты и жизнеобеспечения космонавтов (срок 10–20 лет). Ресурсный фактор — энергия и др.

- Обеспечение наземной промышленности особо редкими ресурсами лунного происхождения, создание лунной промышленности с привлечением частного бизнеса (срок 20–50 лет). Ресурсный фактор — вещество.

Мы не будем обсуждать многочисленные и разнообразные варианты использования лунных сырьевых ресурсов, но остановимся на двух перспективных научных проектах, использующих ресурсный фактор пространства. Здесь Луна не объект изучения, а именно ресурс или плацдарм для проведения уникальных научных экспериментов.

Длинноволновый лунный радиотелескоп. Размещение гигантского модульного радиотелескопа на Луне позволит получить информацию о Вселенной в диапазоне частот ниже 10–15 МГц, который закрыт для наземного наблюдателя ионосферой Земли. В результате будет открыто для исследований последнее неисследованное окно электромагнитного спектра. Список научных задач для этого телескопа весьма внушителен:

Гигантский модульный радиотелескоп, размещенный на Луне, позволит получить информацию о Вселенной в диапазоне частот ниже 10 – 15 МГц, который закрыт для наземного наблюдателя ионосферой Земли. Это означает, что откроется для исследований последнее недоступное окно электромагнитного спектра.

- мониторинг геомагнитной активности магнитосферы Земли, дистанционное изучение атмосферного электричества Венеры и Марса;
- изучение транзиентных источников радиоизлучения;
- получение данных о процессах во Вселенной в эпоху реионизации водорода;

РИС. 3. Вариант размещения модулей радиотелескопа в лунном кратере по спирали. На врезке показан отдельный модуль (приемник излучения)



- поиск экзопланет, пригодных для развития жизни, по изучению проявлений их магнитного поля.

По сообщению известного радиоастронома Ю. Ю. Ковалева (АКЦ ФИАН), члена российской группы разработчиков проекта, обсуждаются два варианта размещения телескопа: на обратной стороне Луны или в одном из полярных кратеров. Это нужно, чтобы защититься от помех со стороны мощного радиоисточника — нашей планеты. Второй вариант дает меньше возможностей для выбора места, но более удобен для осуществления прямой связи с Землей.

Модули радиотелескопа могут быть расположены по спирали размером до ~100 км (см. рис. 3). Масса одного модуля оценивается примерно в 5 кг, потребляемая мощность 2 Вт, количество элементов от 300 до 1000. Разворачивать такой телескоп можно постепенно, добавляя все больше металлических дипольных штанг в его систему и, таким образом, увеличивая собирающую поверхность.

Проект «Нейтроний». Проект, предложенный учеными МГУ имени М. В. Ломоносова, направлен на исследования в области астрофизики космических лучей (КЛ) сверхвысоких энергий (10^{14} – 10^{17} эВ) в области так называемого колена, в которой распределение частиц по энергии испытывает пока необъясненный излом. Другая цель — исследования сверхтяжелых космических лучей за пиком железа ($Z = 30$ – 93) и высокоэнергичного гамма-излучения (10 МэВ – 1 ТэВ). Такие наблюдения на Земле и на автоматических КА весьма проблематичны. Круг решаемых научных проблем также весьма широк:

- решение проблемы происхождения «колена» космических лучей;

- изучение межзвездной среды при помощи моделей распространения ядер космического излучения (КИ),
- изучение анизотропии КЛ,
- поиск частиц странной материи — странглетов.

Детектор должен представлять собой «ковёр» из множества плоских модулей, каждый из которых оснащен собственной считывающей электроникой. Детали проекта можно найти на сайте [6].

А вот популярная идея размещения крупных оптических телескопов на Луне пока что оценивается неоднозначно. Если предыдущие проекты действительно уникальны и кроме как на Луне осуществить их невозможно, то размещение там оптических телескопов может оказаться экономически невыгодным по сравнению с размещением таких же инструментов в ОКП.

РЕСУРСЫ МАЛЫХ ТЕЛ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ

Малые тела (астероиды, кометы) также могут открывать неочевидные ресурсные возможности. Например, для дальних путешествий людей по Солнечной системе, когда критическую роль играет радиационная безопасность, можно попытаться найти астероиды или кометы, движущиеся «в нужном направлении». Понятно, что выигрывать в затратах ракетного топлива не получится, так как космический корабль должен выровнять скорости с астероидом. Но астероид можно использовать как убежище, защищающее от вредного воздействия радиации в течение многих лет. Для этого достаточно углубиться в астероид на небольшое расстояние порядка 1 м.

ТАБЛ. 1. Химический состав земной и лунной коры, метеоритов (в весовых %)

Элемент	Земная кора	Лунная кора	Метеориты (в среднем)
O – кислород	46,6	42,0	33,0
Si – кремний	27,7	21,0	17,0
Al – алюминий	8,13	4,8	1,1
Fe – железо	5,00	13,0	28,6
Mg – магний	2,09	4,8	13,8
Ca – кальций	3,63	6,8	1,39
Na – натрий	2,83	0,44	0,68
K – калий	2,59	0,17	0,10
Ti – титан	0,44	6,0	0,08
Ni – никель	0,006	0,02	1,68
Pt – платина	$0,2 \times 10^{-4}$		63×10^{-4}

И все же главное ресурсное использование астероидов — добыча полезных ископаемых. У астероидов есть определенные преимущества перед Луной. Главное из них в том, что существуют астероиды — готовые концентраты ценнейших полезных ископаемых.

Астероиды и кометы — это остатки строительного материала, из которого состоит наша Солнечная система. Рано или поздно небольшие астероиды сталкиваются с планетами, например с Землей, выпадают на планету в виде метеоритов, и тогда появляется возможность исследовать химический состав метеоритов и сравнить их с образцами земными пород. Оказывается, что определенных элементов, например металлов, в метеоритах (соответственно, и в астероидах) в процентном соотношении больше, чем в земной коре (см. табл. 1, взятую из [7]).

Поэтому вполне закономерно встает вопрос о добыче полезных ископаемых на астероидах. Например, металлические астероиды содержат золото и платину в соотношении 0,01% к своей массе. Элементы группы платиноидов (благородные металлы: платина, золото, серебро, рутений, родий, палладий, осмий, рублидий) настолько ценны для промышленности, что уже в близком будущем их «импорт» из космоса может стать выгоднее, нежели добыча из недр Земли. А при современных ценах на редкоземельные элементы один небольшой астероид диаметром 200 м и массой 32 млн тонн может стоить многие сотни миллиардов долларов. Важно, что довольно многие астероиды достижимы с помощью современных средств космической техники. К тому же сила гравитации на астероидах невелика, что позволяет легче транспортировать с них добытые материалы.

Как мы узнаем, из чего состоит астероид? В настоящее время основным способом исследования астероидов считаются астрономические методы фотометрия и спектроскопия в видимом и ближнем инфракрасном диапазонах спектра. Фотометрия позволяет провести исследование света, отраженного от поверхности, в различных фильтрах и, таким образом, определить альбедо и показатели цвета астероида. Спектральные наблюдения позволяют разложить свет, отраженный от астероида, на составляющие и построить спектральную кривую отраженного излучения и, таким образом, определить состав внешних слоев астероида. Во многих научных центрах мира, в том числе и в Институте астрономии РАН, на протяжении многих лет идет работа по определению спектральных классов астероидов.

Но не только металлы интересны как объект добычи. Вода может оказаться наиболее важным космическим ресурсом, необходимым для дальнейшего продвижения человечества в просторы

Современные средства космической техники позволяют достичь астероидов, которые можно назвать готовыми концентратами ценнейших полезных ископаемых.

космоса. Вода в космосе — критически важный ресурс, ее можно использовать для нужд будущих внеземных поселений. Человеку для жизнедеятельности необходимо много воды. Доставка больших ее объемов с Земли — дорогостоящее дело. Снабжение водой непосредственно из космоса может оказаться выгоднее, если затраты на транспортировку одного литра воды с одного из астероидов на космическую станцию будут намного меньше, чем затраты на доставку литра воды с поверхности Земли. Кислород и водород из воды можно использовать как компоненты топлива для двигателей космических аппаратов будущего. Хранилища такого топлива можно создавать прямо на орбите астероида.

Конечно, полагаться только на дистанционные методы анализа состава астероидов неразумно. Проекты по добыче полезных ископаемых на астероидах весьма дорогостоящие, и нужно заранее убедиться, что игра стоит свеч. В большинстве проектов будущего освоения астероидов предполагается предварительное исследование объекта добычи с помощью межпланетных станций, что называется, *in situ*. Чтобы отправить исследовательский аппарат к астероиду, надо знать точные параметры орбиты астероида. Как можно с высокой точностью определить орбиту? Долговременные наземные наблюдения (например, измерения, полученные более чем на двух оборотах астероида вокруг Солнца) позволяют спрогнозировать положение астероида с точностью существенно лучше 1000 км и направить космический аппарат для встречи с астероидом. На заключительном этапе перелета необходимо будет воспользоваться системой навигации самого КА с использованием его камер.

Каждая миссия к астероиду на сегодняшний день уникальна. Чтобы наладить добычу полезных ископаемых с минимальными затратами времени на перелет к астероиду, надо прежде всего рассматривать астероиды, которые находятся наиболее близко к Земле. На сайте NASA в разделе «Доступные астероиды» приводится таблица достижимости порядка 2000 астероидов, сближающихся с Землей [8].

Ядра комет также представляют интерес как источники воды и газов, находящихся в твердом состоянии (льды). Но основная проблема в использовании комет состоит в том, что скорости

движения комет относительно Земли по сравнению с астероидами велики и в окрестности Земли могут достигать 72 км/с, поэтому подавляющее большинство комет труднодостижимо.

КОСМИЧЕСКАЯ ГОНКА ЗА РЕСУРСАМИ НАЧАЛАСЬ

Сейчас мы становимся свидетелями того, как зарождается новая отрасль промышленности — разведка, добыча и переработка полезных ископаемых на астероидах. Заинтересованные стороны предпринимают попытки изменить национальные законодательства и международные законы о космосе, чтобы присвоить себе первоочередное право добычи полезных ископаемых в космосе (см., например, в [10] обсуждение планов использования лунных ресурсов). В Конгрессе США, в нарушение международного Договора о космосе («Договор о принципах деятельности государств по исследованию и использованию космического пространства, включая Луну и другие небесные тела» 1967 г.), в 2015 году был принят законопроект «Об исследовании и использовании ресурсов космоса», разрешающий частным компаниям добывать полезные ископаемые на астероидах. По данным интернета, уже девять компаний в мире

провозгласили своей бизнес-идеей освоение космических ресурсов. В январе 2018 года компания Planetary Resources уже запустила КА для отработки технологий поиска подходящих астероидов. Государственную поддержку такой деятельности оказывают Люксембург и ОАЭ. В ряде стран созданы лаборатории по исследованию возможностей добычи минеральных ресурсов на астероидах (asteroid mining).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Подводя итог, следует отметить, что освоение космического пространства и использования ресурсов ОКП, малых тел Солнечной системы и Луны является актуальной и интересной задачей. Ведущие страны приступили к ее решению, и она уже начала переходить в практическую, то есть технологическую, финансовую и юридическую сферы. Говоря языком журналистов, гонка, получившая в США название «новой золотой лихорадки», уже началась, только сейчас это гонка за межпланетными ресурсами. Возможно, уже в недалеком будущем человечество по-настоящему выйдет в космос и сможет жить там на постоянной основе — тогда космические ресурсы пригодятся всем. Россия должна занять в этом продвижении достойное место.

Литература

1. Element Scarcity – EuChemS Periodic Table [Электронный ресурс]. URL: <https://www.euchems.eu/euchems-periodic-table/> (Дата обращения: 30.11.2019).
2. Mineral Commodity Summaries [Электронный ресурс]. URL: <https://www.usgs.gov/centers/nmic/mineral-commodity-summaries> (Дата обращения: 30.11.2019).
3. Ревнивцев М.Г., Гаджили О.Э., Лутовинов А.А., Мольков С.В., Арефьев В.А., Павлинский М.Н., Тучин А.Г. О возможности улучшения орбит спутников по наблюдениям изолированных рентгеновских пульсаров // Письма в Астрономический журнал. 2015. Т. 41. С. 490–494.
4. В России разработали комплекс для переработки мусора в космосе [Электронный ресурс] // Информационное агентство «Север-Медиа». 2019. 14 апреля. URL: <https://www.bnkomi.ru/data/news/93089/> (Дата обращения: 14.04.2019).
5. Кричевский С.В. Освоение Луны: история, модель, сверхглобальный проект и экологичные технологии // Воздушно-космическая сфера. 2019. № 3. С. 16–25.
6. Научный комплекс на поверхности Луны НЕЙТРОНИЙ-100 [Электронный ресурс] // НИИЯФ МГУ (сайт). URL: <http://www.sinp.msu.ru/ru/project/17397> (Дата обращения: 30.11.2019).
7. Нароенков С. Н., Шустов Б. М. Космические ресурсы // Земля и Вселенная. 2019. № 1. С. 18–30.
8. Accessible NEAs [Электронный ресурс] // CNEOS. URL: <https://cneos.jpl.nasa.gov/nhats/> (Дата обращения: 30.11.2019).
9. Asteroid Redirect Mission [Электронный ресурс] // NASA. URL: https://www.nasa.gov/mission_pages/asteroids/initiative/index.html (Дата обращения: 30.11.2019).
10. Багров А.В. Как поделить Луну? // Воздушно-космическая сфера. 2019. № 3. С. 26–35.

References

1. Element Scarcity – EuChemS Periodic Table. Available at: <https://www.euchems.eu/euchems-periodic-table/> (Retrieval date: 30.11.2019).
2. Mineral Commodity Summaries. Available at: <https://www.usgs.gov/centers/nmic/mineral-commodity-summaries> (Retrieval date: 30.11.2019).
3. Revnitssev M., G. Gadzhili O.E., Lutovinov A.A., Molkov S.V., Aref'ev V.A. Pavlinskiy M.N., Tuchin A.G. O vozmozhnosti uluchsheniya orbit sputnikov po nablyudeniya izolirovannykh rentgenovskikh pul'sarov. Pis'ma v Astronomicheskiiy zhurnal, 2015, vol. 41, pp. 490–494.
4. V Rossii razrabotali kompleks dlya pererabotki musora v kosmose. Informatsionnoe agentstvo "Sever-Media". 2019. 14 April. Available at: <https://www.bnkomi.ru/data/news/93089/> (Retrieval date: 14.04.2019).
5. Krichevskiy S.V. Osvoenie Luny: istoriya, model', sverkhglobal'nyy proekt i ekologichnye tekhnologii. Vozdushno-kosmicheskaya sfera, 2019, no. 3, pp. 16–25.
6. Nauchnyy kompleks na poverkhnosti Luny NEYTRONIY-100. Available at: <http://www.sinp.msu.ru/ru/project/17397> (Retrieval date: 30.11.2019).
7. Naroenkov S.N., Shustov B.M. Kosmicheskie resursy. Zemlya i Vselennaya, 2019, no. 1, pp. 18–30.
8. Accessible NEAs. Available at: <https://cneos.jpl.nasa.gov/nhats/> (Retrieval date: 30.11.2019).
9. Asteroid Redirect Mission. Available at: https://www.nasa.gov/mission_pages/asteroids/initiative/index.html (Retrieval date: 30.11.2019).
10. Bagrov A.V. Kak podelit' Lunu? Vozdushno-kosmicheskaya sfera, 2019, no. 3, pp. 26–35.



© Шустов Б.М., 2019

История статьи:

Поступила в редакцию: 17.10.2019
Принята к публикации: 11.11.2019

Модератор: Дмитрюк С.Б.

Конфликт интересов: отсутствует

Для цитирования:

Шустов Б.М. Космические ресурсы для развития экономики и науки // Воздушно-космическая сфера. 2019. №4. С. 46–54.

Распоряжением Минобрнауки России от 12 февраля 2019 г. № 21-р журнал «ВКС» включен в Перечень научных изданий, рецензируемых Высшей аттестационной комиссией, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени доктора наук по научной специальности и соответствующей ей отрасли науки 05.07.10 – Инновационные технологии в аэрокосмической деятельности (технические науки).



+7 (499) 654 00 40
+7 (499) 654 07 51



125190,
Россия, Москва,
Ленинградский пр.,
д. 80, корп. 16,
подъезд 1



info@oaokb1.ru
vko@vko.ru



www.vesvks.ru

Объединение
профессионалов
в области
космонавтики
и воздушно-
космической
обороны

«ВКС» – печатный орган
Вневедомственного экспертного совета
по вопросам воздушно-космической
сферы (ВЭС ВКС)



Подписные индексы:

Каталог «Роспечать» – 82530

THE VALUE OF A SPACE DISASTER



ЦЕНА КОСМИЧЕСКОЙ КАТАСТРОФЫ

Boris V. PEVNITSKY,
laureate the RF State Prize, the Chief of the Research
Department of the Russian Federal Nuclear Centre
(until April, 2013), Sarov, Saint-Petersburg, Russia,
luda.pev@yandex.ru



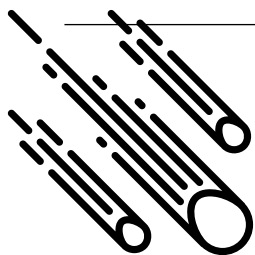
Борис Владимирович ПЕВНИЦКИЙ,
лауреат Государственной премии Российской Федерации,
до апреля 2013 года – начальник научно-исследовательского
отдела Российского федерального ядерного центра – ВНИИЭФ,
Саров, Санкт-Петербург, Россия,
luda.pev@yandex.ru

ABSTRACT In the article the “expected value” of the planetary defense system creation is considered. The question whether it is expedient for human civilization to implement this project is raised. The grounds why it is necessary to safe explosive technologies in the hypothetic “nuclear-free world” are give.

Keywords: *a hazardous space object, planetary defense system, missile&space and nuclear weapons technologies, expected value, nuclear-free world*

АННОТАЦИЯ В статье приводятся оценки величины «математического ожидания» последствий построения системы защиты Земли от опасных космических объектов. Ставится вопрос о целесообразности для человеческой цивилизации осуществления такого проекта и дается обоснование необходимости сохранения ядерных взрывных технологий в гипотетическом «безъядерном мире».

Ключевые слова: *опасный космический объект (ОКО), система планетарной защиты (СПЗ), ракетно-космические и ядерно-оружейные технологии, математическое ожидание, безъядерный мир*



«Наши планетные геополитические разборки меркнут перед лицом угроз из космоса — астероидно-кометной опасности, солнечных бурь и вспышек».

**Игорь Ашурбейли, «Воздушно-космическая сфера»,
№ 1 (86), июль 2016.**

«Если действовать рационально и по-человечески, если спокойно подойти к проблемам, стоящим перед лицом всего рода людского, если мы поймем, что нашими врагами являются совсем не соседи, а нищета, невежество и холодное безразличие к законам природы, — то все стоящие перед нами проблемы можно решить. Можно обдуманно сделать выбор и в итоге избежать катастроф».

**Айзек Азимов, «Выбор катастроф»
(Isaac Asimov, "A Choice of Catastrofes")**

ВВЕДЕНИЕ

Столкновения небесных тел — естественные явления в Солнечной системе, во многом определяющие изменения их физических характеристик (элементов орбиты, вращения, формы поверхности, атмосферы и т. д.) [1, 2]. Они были в прошлом, наблюдаются в настоящее время и, несомненно, будут происходить снова.

Вопросы, связанные с защитой планеты Земля и ее жителей от опасных космических объектов (ОКО), давно стоят на повестке дня и являются предметом обсуждений и дискуссий в научных журналах, на конференциях, симпозиумах [3]. Так, в статье генерального директора Центра планетарной защиты А. В. Зайцева «Незванный гость хуже Хеллоуина» дается характеристика современного состояния дел по проблеме [4]. В [5] представлено обоснование целесообразности применения снимаемых с вооружения межконтинентальных баллистических ракет шахтного базирования РС-20 «Воевода» в мирных целях. Предложено использовать их для запусков космических аппаратов в целях изучения космического пространства и пролетающих вблизи Земли астероидов, а также создания и отработки компонентов системы планетарной защиты (СПЗ) «Цитадель», предназначенной для предотвращения катастрофических столкновений с Землей астероидов и ядер комет.

1.1. Стоимость построения СПЗ

Не в последнюю очередь игнорирование международным сообществом многочисленных предложений о развертывании широкомасштабной программы по созданию полноценной комплексной системы планетарной защиты от ОКО связано с кажущимися огромными затратами — даже при широкой международной кооперации. На состоявшейся 30 июня 2018 года (в так называемый День астероида) пресс-конференции [6] была озвучена сумма затрат на организацию пилотного проекта СПЗ порядка десяти миллиардов долларов при сроке реализации в несколько лет. При этом имелось в виду использование уже существующих ракетно-космических, ядерно-оружейных и иных технологий. Но это было мнение сторонников процесса; противники будут пытаться обосновать более значительную сумму.

В интересах данной работы достаточно остановиться на предполагаемой величине этих затрат в интервале 10...20 миллиардов долларов. Сумма кажется невообразимой с точки зрения несведущего человека. Но ведь и вероятность катастрофического для цивилизации попадания ОКО в планету представляется ничтожной, едва ли не равной нулю. И при вычислении так называемого математического ожидания ущер-

ба землянам мы практически сталкиваемся с неопределенностью типа «ноль, умноженный на бесконечность».

1.2. Частота космических катастроф

Но в действительности величины как вероятности катастрофы, так и затрат на отражение космической угрозы поддаются количественной оценке. Так, приведшее к вымиранию динозавров событие, связанное с попаданием астероида и образованием кратера Чиксулуб, случилось примерно 65 миллионов лет назад. Чиксулуб — древний ударный кратер диаметром около 180 км, находящийся на полуострове Юкатан и входящий в список крупнейших кратеров на Земле [7].

Предполагается, что кратер образовался в конце мелового периода в результате удара астероида диаметром около 10 км. Энергия удара оценивается в 100 триллионов тонн (!) в тротиловом эквиваленте. Отметим, что суммарная мощность всего термоядерного оружия на планете намного меньше (порядка нескольких миллиардов тонн).

Кратер Попигай (в Сибири, в бассейне реки Попигай, диаметр около 100 км) был образован в результате удара астероида 36 миллионов лет назад, в конце эпохи эоцена. Кратер Маникуган в центральной части провинции Квебек, Канада, сформировался в результате столкновения с астероидом диаметром примерно 5 км. Это событие произошло в конце триасового периода, 201 миллион лет назад.

Пучеж-Катунский 80-километровый кратер имеет возраст 170 миллионов лет.

Таким образом, можно полагать частоту катастрофических столкновений с Землей за период 50–100 лет (время жизни двух-трех поколений) равной одному разу в 50–100 миллионов лет. То есть вероятность катастрофического события, связанного с падением гигантского ОКО за период жизни двух-трех поколений, примерно равна одной миллионной.

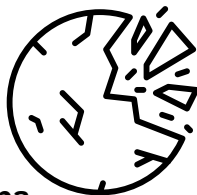
1.3. Материальный ущерб от космических катастроф

И если понесенный человечеством материальный ущерб составит 100 триллионов долларов (оценочный суммарный валовой внутренний продукт за весь период жизни человечества), то «матожидание» MO_1 ущерба от катастрофы действительно невелико, порядка 100 миллионов долларов. Но есть и другая оценка (см. таблицу) — дело ведь не в материальном ущербе,



Рис. 1. Космический снимок Попигайского метеоритного кратера. Мозаичное изображение синтезировано из четырех сюжетов, полученных спутником Landsat 7 (США)

Суммарная мощность всего термоядерного оружия на Земле намного меньше, чем энергия удара астероида, в результате которого образовался кратер Чиксулуб.



а в возможном исчезновении жизни на Земле. Если условно — в соответствии с рекомендациями Еврокомиссии, ЕРА, министерства транспорта США, CPSC, FDA и др. [8] — принять «стоимость» одной человеческой жизни в 3...9 миллионов долларов, то при нынешней численности населения Земли в 7,5 миллиардов «цена» всех ныне живущих жителей планеты составит несколько десятков квадриллионов (квадриллион — величина, равная десяти в пятнадцатой степени) долларов, и интересующее нас «матожидание» MO_1 за период в 50–100 лет становится существенно больше — несколько десятков миллиардов долларов, что заметно превышает общие затраты на создание системы защиты Земли от ОКО.

2.1. Мир без ядерного оружия, но с неприкосновенным запасом ядерных устройств

В конце прошлого века прогрессивными учеными был поставлен вопрос о необходимости и неизбежности возникновения в обозримом будущем так называемого безъядерного мира, то есть мира без ядерного оружия (речь идет о всеобщем и полном ядерном разоружении). Не обсуждая здесь возможность и целесообразность такого глобального мероприятия, зададимся вопросом: как же быть с возможным мирным применением ядерного оружия или, точнее, мир-

Табл. 1. Оценки вероятностей и «матожидания» последствий космической катастрофы

Вероятность космической катастрофы за период 50-100 лет	$W \sim 10^{-6}$
Суммарный ВВП человечества	$S_1 \sim 10^{14}$ долларов
Математическое ожидание MO_1 последствий катастрофы за 50-100 лет	$MO_1 = W \cdot S_1 \sim 10^8$ долларов
Суммарная «стоимость» ныне живущего человечества	$S_2 \sim (2...7) \cdot 10^{16}$ долларов
Математическое ожидание MO_2 последствий катастрофы за 50-100 лет	$MO_2 = W \cdot S_2 \sim (2...7) \cdot 10^{10}$ долларов
Оценка затрат на организацию пилотного проекта СПЗ	$\sim 10^{10}$ долларов

Разумеется, довольно безнравственно оперировать такого рода оценками. Ведь само существование человечества бесценно. Но тем более безнравственно самому человеческому сообществу из года в год игнорировать как астероидную опасность для бытия человеческой цивилизации, так и вполне реализуемый проект спасения от глобальной катастрофы.

Оставив в стороне вопросы о неопределенности тех или иных приведенных выше величин, можно утверждать, что человечеству, безусловно, более выгодно защитить себя от возможного исчезновения вследствие космической катастрофы, чем придерживаться страусиной политики выжидания, то есть заниматься лишь наблюдением за астероидами и кометами, изучением их свойств, проведением расчетов по воздействию на ОКО различных поражающих факторов, обсуждением возможных способов отражения угрозы и т. п.

Все перечисленное тоже необходимо как составная часть решения глобальной задачи, но совершенно недостаточно для реализации человечеством своей цивилизационной миссии на данном этапе технологического развития.

ным использованием ядерных (термоядерных) взрывных устройств?

На конференции 2002 года в Комо (Италия) по проблемам безъядерного мира было заявлено [9]:

«...По меньшей мере безнравственно по отношению к последующим поколениям лишить их возможности применения при непосредственной угрозе возникновения глобальной катастрофы самого эффективного на сегодняшний день (и, скорее всего, еще на пару или более веков вперед) орудия самозащиты. Не исключено, что создание ядерного оружия имело и гуманитарную составляющую. Если предположить (что вовсе не исключено, хотя и маловероятно), что в ближайшие десятилетия астрономы обнаружат приближение к траектории Земли опасного космического объекта, способного нанести непоправимый ущерб цивилизации вследствие столкновения с планетой, то следует признать, что к тому моменту единственным реальным орудием противодействия могло бы оказаться лишь термоядерное взрывное устройство, способное изменить траекторию движения и тем самым позволяя избежать угрозы поражения всему живому. Оказавшись перед выбором — гибель цивилизации либо произведение термоядерного взрыва в космосе,



Рис. *Manicouagan — индейское название места, где 200 млн лет назад упал астероид диаметром 5 км; образовалась импактная структура диаметром около 100 км, окруженная кольцом воды шириной около одного километра и глубиной примерно 100 метров. Фото сделано в самом центре острова, в 2003 г. в Квебеке, Канада*

кстати, без каких-либо заметных экологических последствий для жителей Земли, — человек разумный (гомо сапиенс), безусловно, выберет второе. Безъядерный мир без неприкосновенного запаса ядерных устройств (НЗЯУ) может оказаться цветущей могилой человеческой цивилизации».

Помимо противоастероидной защиты НЗЯУ может оказаться необходимым:

- для предупреждения катастрофических землетрясений путем снятия напряжений в земной коре подрывом ядерного взрывного устройства (ЯВУ) [10];

- для срочного создания системы каналов для отвода вод при стихийных бедствиях глобального масштаба;

- для уничтожения больших количеств бактериологического оружия, мировых запасов вакцин или крупных очагов опасных прежде неизвестных инфекций;

- для интенсификации нефтяных, газовых или иных необходимых для человечества месторождений;

- для тушения глобальных пожаров на нефтяных скважинах [11];

- для подавления крупных очагов функционирования ядерных террористов.

Сегодня невозможно заранее предсказать, какие угрозы существованию цивилизации могут возникнуть через сотни или тысячи лет. И не факт, что к этому времени человечество будет обладать более мощным источником энергии, нежели термоядерное устройство.

Трудно предсказать также, каким будет безъядерный мир и возможен ли он вообще. В качестве возможной эволюции нынешнего мирового порядка может быть мир, полностью свободный от ядерного оружия, находящийся под управлением некоторой международной организации, аналога нынешней ООН, только с более широкими полномочиями. Эти полномочия должны будут включать в свой состав возможность применения методов принуждения по отношению к тем

Следует признать, что к моменту критической близости к Земле опасного космического объекта единственным реальным орудием противодействия может оказаться именно термоядерное взрывное устройство.



членам мирового сообщества, которые попытаются нарушить согласованный миропорядок.

2.2. Использование неприкосновенного запаса ядерных устройств

В этих условиях возможно безопасное обладание необходимым международным НЗЯУ и соответствующими технологиями. Это может быть система расположенных в определенных разнесенных друг от друга местах складов или хранилищ, содержащих отдельные составные части ЯВУ. Эти составные части сами по себе не представляют никакой возможности для производства ядерного взрыва сколь угодно малой мощности. Будучи же соединенными по определенному алгоритму в единое целое, они превращаются в полноценное ЯВУ. Команда на соединение отдельных частей и приведение полученного ЯВУ в действие может быть отдана только по решению специально на то уполномоченного органа в ситуациях, признанных чрезвычайными.

Разумеется, указанные склады и хранилища должны находиться в труднодоступных местах под максимально надежной защитой и охраной, исключающими несанкционированный доступ к находящимся в них элементам ЯВУ. Как это ни парадоксально, наиболее пригодными для этого местами могут быть территории нынешних «зон, свободных от ядерного оружия»: поверхность Луны, пустыня Сахара, Антарктида, морское дно, а также полости в горных массивах.

Очевидно, что процессу создания НЗЯУ будет предшествовать длительный переговорный процесс, имеющий своим позитивным итогом совокупность международных договоров и межправительственных соглашений о принципах построения и технических аспектах системы. В составе международного НЗЯУ могут находиться собираемые по модульному принципу — от меньшей ступени к все большим — ЯВУ различных классов мощности. Разработка и изготовление таких ЯВУ будет проведена под международным кон-

тролем широким кругом специалистов государств, обладавших в недалеком прошлом ядерным оружием. Сама конструкция ЯВУ должна подразумевать огромные сроки хранения ЯВУ в состоянии, годном для немедленной эксплуатации. Необходимо выработать критерии проверки надежности устройств при их длительном (сотни и тысячи лет) хранении. Подразумевается использование в конструкции ЯВУ специальных (пусть и чрезвычайно дорогих) материалов, способных к длительному функционированию. Придется решить множество задач по разработке соответствующих материалов и технологий борьбы со старением и потерей отдельных свойств этих материалов и сохранять некоторые предприятия по воспроизводству отдельных составных частей ЯВУ.

В случае принятия решения о необходимости применения ЯВУ той или иной мощности из имеющегося НЗЯУ специально обученные команды по специальным инструкциям производят на оборудованном для этих целей полигоне сборку и снаряжение ЯВУ, размещают его на определенном носителе и в нужное время задействуют. Подготовка специалистов по обслуживанию и задействованию ЯВУ из НЗЯУ производится в международных учебных заведениях по заранее составленным программам, предусматривающим как обучение необходимым дисциплинам, так и тренировки по обращению с ЯВУ и его составными частями.

Вопрос о воспроизводстве использованных ЯВУ с целью пополнения международного НЗЯУ неоднозначен. Если речь идет о маловероятных чрезвычайных событиях, угрожающих существованию цивилизации, то их повторение является событием с практически нулевой вероятностью. С другой стороны, спектр возможных угроз априори полностью неизвестен, и потребность в том или ином ЯВУ может возникнуть в любое время.

Разумеется, НЗЯУ должен находиться под непрерывным глобальным, исключающим малейшую возможность несанкционированного доступа хотя бы к отдельным его составляющим международным контролем, включающим лучшие на текущее время системы физической защиты, учета и контроля.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Затраты на создание систем защиты планеты Земля от глобальной космической катастрофы полностью компенсируются парированием угрозы чрезвычайных последствий — полного уничтожения человеческой цивилизации.

Наиболее пригодными для хранения ядерных взрывных устройств местами могут быть территории нынешних «зон, свободных от ядерного оружия»: поверхность Луны, пустыня Сахара, Антарктида, морское дно, а также полости в горных массивах.



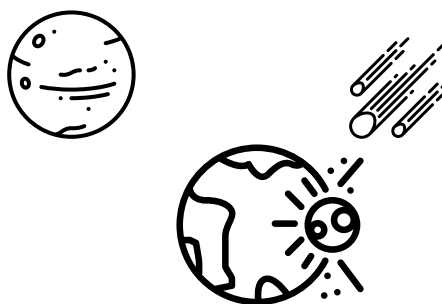
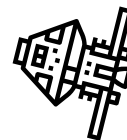


Литература

1. Уиппл Ф.Л. Семья Солнца. М.: Мир, 1984. 316 с.
2. Аткинсон О. Столкновение с Землей: астероиды, кометы и метеороиды – растущая угроза. СПб.: Амфора, 2001. 398 с.
3. Proceedings of the Planetary Defense Workshop (Lawrence Livermore National Laboratory, Livermore, California, 22–26 May 1995). Livermore, CA, 1995.
4. Зайцев А.В. Незванный гость хуже Хеллоуина // Военно-промышленный курьер. 2018. № 24. 26 июня. С. 12.
5. Бакланов О.Д., Бублий В.П., Галимов Э.М., Дремов В.В., Зайцев А.В., Махутов Н.А., Симоненко В.А. «Воевода» на страже планеты // Воздушно-космическая сфера. 2019. № 2. С. 32–39.
6. Зайцев А.В., Симоненко В.А., Шувалов В.В. Астероидная опасность: о предотвращении катастрофы накануне Тунгусского юбилея. Пресс-конференция (Москва, 29 июня 2018) [Электронный ресурс] // Национальная служба новостей. URL: <https://youtu.be/o33StkuCuso> (Дата обращения: 30.11.2019).
7. Полный каталог импактных структур Земли А.В. Михеевой. 3600 записей. ИВМиМГ СО РАН, последнее обновление 30 ноября 2019 г. [Электронный ресурс]. URL: <http://labmpg.sccc.ru/> (Дата обращения: 30.11.2019).
8. Быков А.А. О методологии экономической оценки жизни среднестатистического человека // Проблемы анализа риска. 2007. Т. 4. № 2. С. 178–191.
9. Бабичев Ю.Б., Лудин В.Н., Певницкий Б.В. Международный неприкосновенный запас ядерных устройств (НЗЯУ) и технологий, предназначенный для защиты цивилизации в безъядерном мире. Доклад на конференции по проблемам безъядерного мира. Комо, Италия, 2002 г.
10. Болт Б.А., Хорн У.Л., Макдональд Г.А., Скотт Р.Ф. Геологические стихии. М.: Мир, 1978. 440 с.
11. Андриюшин И.А., Богдан В.В. и др. Ядерные испытания СССР. Том 4. Использование ядерных взрывов для решения народно-хозяйственных задач и научных исследований. Саров, 2000.

References

1. Uippl F.L. Sem'ya Solntsa. Moscow, Mir, 1984, 316 p.
2. Atkinson O. Stolknovenie s Zemley: asteroidy, komety i meteoroidy – rastushchaya ugroza. Saint Petersburg, Amfora, 2001, 398 p.
3. Proceedings of the Planetary Defense Workshop (Lawrence Livermore National Laboratory, Livermore, California, 22–26 May 1995). Livermore, CA, 1995.
4. Zaytsev A.V. Nezvanyy gost' khuzhe Khellouina. Voennno-promyshlenny kur'er, 2018, no. 24, 26 June, p. 12.
5. Baklanov O.D., Bubliy V.P., Galimov E.M., Dremov V.V., Zaytsev A.V., Makhutov N.A., Simonenko V.A. «Voevoda» na strazhe planety. Vozdushno-kosmicheskaya sfera, 2019, no. 2, pp.32–39.
6. Zaytsev A.V., Simonenko V.A., Shuvalov V.V. Asteroidnaya opasnost': o predotvrashchenii katastrofy nakanune Tungusskogo yubileya (29 June 2018, Moscow). Available at: <https://youtu.be/o33StkuCuso> (Retrieval date: 30.11.2019).
7. Polnyy katalog impaktnykh struktur Zemli A.V. Mikheevoy. 3600 zapisey. IVMiMG SO RAN. Latest update 30 November 2019. Available at: <http://labmpg.sccc.ru/> (Retrieval date: 30.11.2019).
8. Bykov A.A. O metodologii ekonomicheskoy otsenki zhizni srednestatisticheskogo cheloveka. Problemy analiza riska, 2007, vol. 4, no. 2, pp. 178–191.
9. Babichev Yu.B., Ludin V.N., Pevnitskiy B.V. Mezhdunarodnyy neprikosnovennyy zapas yadernykh ustroystv (NZYaU) i tekhnologii, prednaznachenny dlya zashchity tsivilizatsii v bez'yadernom mire. Doklad na konferentsii po problemam bez'yadernogo mira. Komo, Italiya, 2002.
10. Bolt B.A., Khorn U.L., Makdonald G.A., Skott R.F. Geologicheskie stikhii. Moscow, Mir, 1978, 440 p.
11. Andryushin I.A., Bogdan V.V. et al. Yadernye ispytaniya SSSR. Vol. 4. Ispol'zovanie yadernykh vzryvov dlya resheniya narodno-khozyaystvennykh zadach i nauchnykh issledovaniy. Sarov, 2000.



© Певницкий Б.В., 2019

История статьи:

Поступила в редакцию: 07.09.2019
Принята к публикации: 03.10.2019

Модератор: Плетнер К.В.

Конфликт интересов: отсутствует

Для цитирования:

Певницкий Б.В. Цена космической катастрофы // Воздушно-космическая сфера. 2019. №4. С. 56–63.

PART II*

MICRO LAUNCH VEHICLES: THE SEGMENT IN THE LAUNCH SERVICES MARKET AND PROMISING PROJECTS

Valery Y. KLYUSHNIKOV,
Dr. Sci. (Tech), Senior Fellow, Chief Researcher,
FSUE "Central Research Institute of Machine
Building", ROSCOSMOS, Moscow, Russia,
wkly59@yandex.ru

ABSTRACT | The author analyses the perspectives of the commercial use of micro launch vehicles in the emerging small satellites launch market. The most promising projects of micro launch vehicles as well as technologies for improving their technical and economic indicators are considered.

Keywords: *micro launch vehicle, launch cost, cost of 1 kg of payload launch to orbit, payload mass*

*The first part of the article see: ASJ, No. 3 (100), 2019, pp. 58-72

РАКЕТЫ-НОСИТЕЛИ СВЕРХЛЕГКОГО КЛАССА:

ЧАСТЬ II*

НИША НА РЫНКЕ ПУСКОВЫХ УСЛУГ И ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПРОЕКТЫ



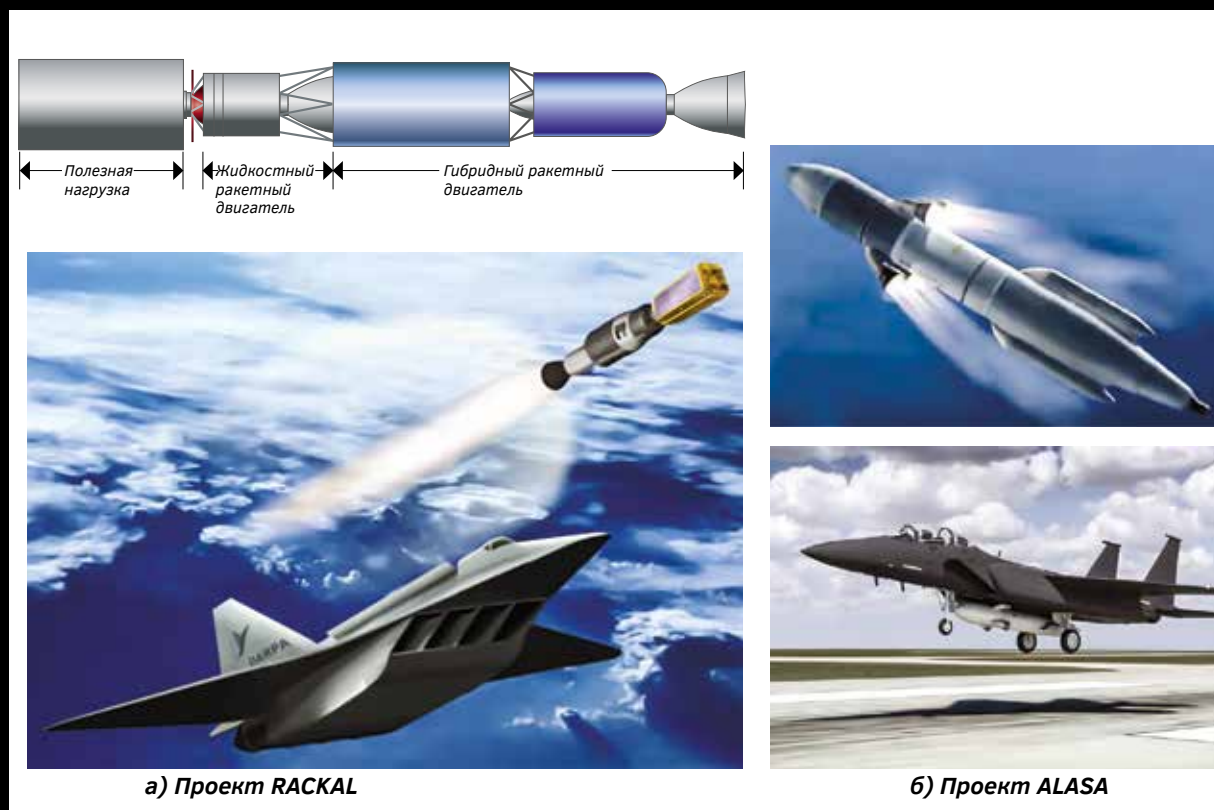
Валерий Юрьевич КЛЮШНИКОВ,
доктор технических наук, старший научный
сотрудник, главный научный сотрудник ФГУП
«Центральный научно-исследовательский институт
машиностроения», Роскосмос, Москва, Россия,
wkljs9@yandex.ru

АННОТАЦИЯ | В статье анализируются перспективы коммерческого использования ракет-носителей сверхлегкого класса на формирующемся рынке запусков малоразмерных космических аппаратов. Рассматриваются наиболее перспективные проекты сверхлегких носителей и технологии, позволяющие улучшить их технико-экономические показатели.

Ключевые слова: *ракета-носитель сверхлегкого класса, стоимость пуска, стоимость выведения на орбиту 1 кг полезного груза, масса полезного груза*

*Первую часть статьи см. в №3 (100), 2019, стр. 58-72

Рис. 9. Сверхлегкие носители, пускаемые с самолета, разрабатываемые по заказу DARPA



2.6. АВИАЦИОННО-КОСМИЧЕСКИЕ ТЕХНОЛОГИИ: СВЕРХЛЕГКИЕ НОСИТЕЛИ, ПУСКАЕМЫЕ С САМОЛЕТА

Следует заметить, что США начиная с 1958 года пытаются реализовать экономичные авиационно-космические средства выведения МКА. Правда, первые такие системы были предназначены для выведения на орбиту спутников-перехватчиков. Так, проект Pilot (другое название — система запуска искусственных спутников Земли NOTSNIK), предусматривал запуск 6-ступенчатой твердотопливной ракеты с полезным грузом массой чуть больше 1 кг с модифицированного палубного истребителя F-4D-1 Skuau. Масса ракеты-носителя — менее 1 т. Конечно, технологии начала 1960-х годов не позволяли реализовать заданные целевые функции в массе и габаритах КА, который ракета NOTS могла вывести на орбиту.

ПРОЕКТ RASCAL

В марте 2002 года агентством DARPA была начата программа RASCAL — Responsive Access Small

Cargo Affordable Launch (рис. 9 а) [24]. Задачей было создание системы оперативного запуска военных спутников массой 75–100 кг. Стоимость запуска не должна была превышать 750 тыс. долл., период послеполетного обслуживания — 24 часа, оперативность запуска — 1 час. Конкурс выиграла фирма Space Launch. Предлагалось создать систему на основе самолета-разгонщика, получившего обозначение MPV (MIPCC-Powered Vehicle — аппарат с охлаждаемыми двигателями) с взлетной массой 36,3 т и максимальной скоростью порядка 4 М.

Позднее для разгона запускаемого носителя предлагалось использовать одноместный сверхзвуковой истребитель-перехватчик с дельтовидным крылом Convair F-106 Delta Dart.

Проект был закрыт в феврале 2005 года из-за несоответствия прогнозируемых технико-экономических характеристик требованиям DARPA (стоимость пуска 750 тыс. долл. достигалась при темпе пусков 155 в год, что далеко от реальности).

ПРОЕКТ ALASA

Один из последних по времени аналогичных проектов — ALASA (Airborne Launch Assist Space

Рис. 10. Многоразовое средство выведения малых КА на низкую околоземную орбиту Phantom Express



Access) был начат по соответствующей программе агентства DARPA в 2012 году (рис. 9 б) [25]. ALASA преследовала цель оперативного запуска спутников массой 45 кг на НОО в течение 24 часов после получения команды на пуск. Стоимость пуска РН с авиационного носителя (истребителя F-15E) не должна была превышать 1 млн долл.

В целях упрощения и удешевления конструкции РН четыре ЖРД на монотопливе NA-7 (смесь монопропилена, закиси азота и ацетилена) были установлены в передней части ракеты.

Однако в конце 2015 года проект был закрыт.

Причины закрытия программы:

— у конкурентов возникли претензии по рассмотрению других коммерческих вариантов носителей (проектов Virgin Galactic LauncherOne и XCOR Aerospace Lynx);

— имели место взрывы монотоплива NA-7 при наземных испытаниях.

На наш взгляд, одна из основных причин неудач при реализации подобных проектов заключалась все-таки в низких удельных экономических показателях сверхлегких РН. До последнего времени не удавалось получить стоимость выведения 1 кг

полезного груза на орбиту ниже 20 тыс. долл. (заявленная стоимость пуска РН Electron; реальная удельная стоимость пока в два раза больше).

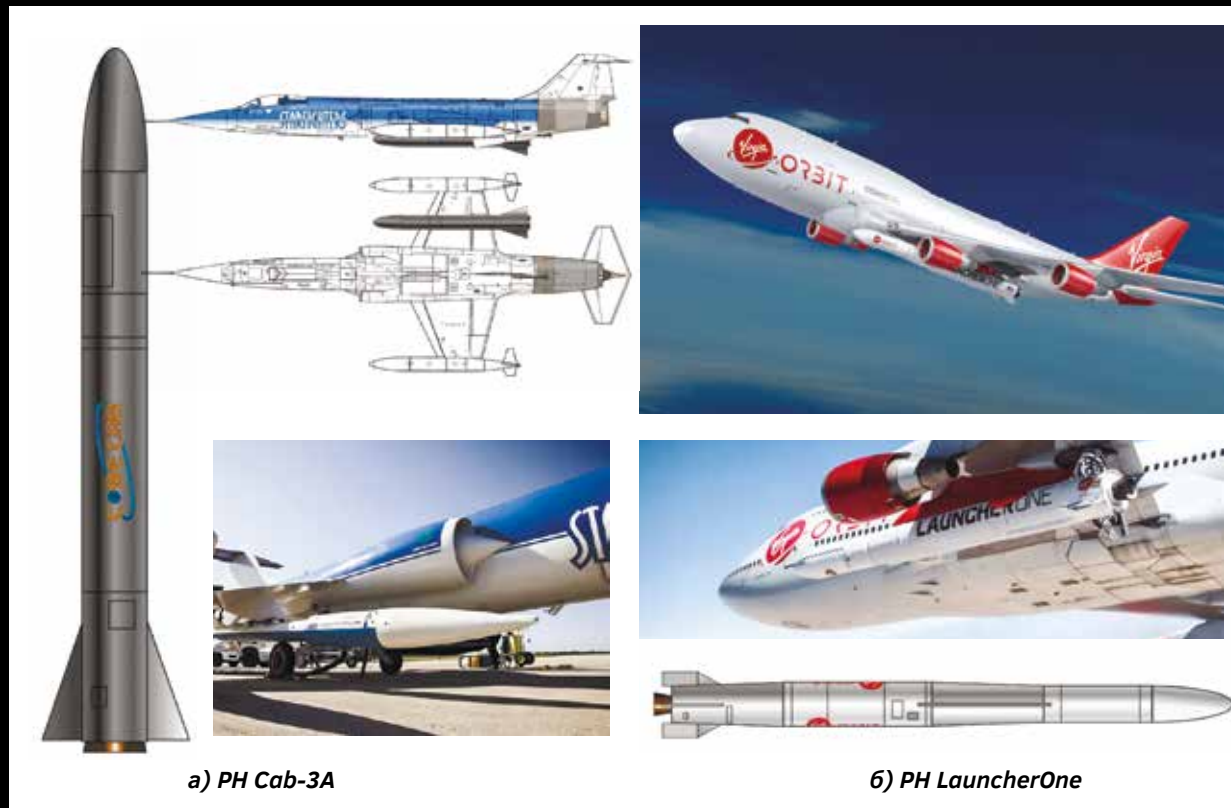
СВЕРХЛЕГКИЙ НОСИТЕЛЬ PHANTOM EXPRESS (XS-1)

После закрытия программы ALASA агентство DARPA заключило с аэрокосмическим концерном Boeing контракт на разработку, сборку и испытания многоразового космического беспилотного летательного аппарата для запуска МКА XS-1, получившего название Phantom Express (рис. 10) [26].

Аппарат будет стартовать вертикально, а приземляться при возвращении — по-самолетному. Аппарат будет нести дешевую одноразовую вторую ступень, которая доводит запускаемые спутники на орбиту, возвращается в атмосферу и сгорает. Первая ступень при этом может двигаться по суборбитальной траектории — без выхода на орбиту. После того как сборка прототипа завершится, будут проведены его испытания: Boeing должен будет запустить КА 10 раз подряд в течение 10 дней.

По своим размерам XS-1 должен быть сопоставим с американским истребителем F-15 Eagle

Рис. 11. Ракеты-носители воздушного старта LauncherOne компании Virgin Orbit и Cab-3A фирмы CubeSat



а) PH Cab-3A

б) PH LauncherOne

(длина — 19,43 м, высота — 5,63 м, размах крыла — 13,05 м). Космический беспилотник будут использовать как для военных запусков, так и в коммерческих целях.

К технологическим особенностям Phantom Express относятся:

- вертикальный старт, горизонтальная посадка;
- третье поколение теплозащиты (транспирационная?);
- сверхкомпактный горизонтальный турбонасосный агрегат на ракетной ступени.

Ожидается, что новый аппарат будет способен выводить на околоземную орбиту спутники массой до 1,4 т. При этом стоимость одного запуска не будет превышать 5 млн долл., а удельная стоимость выведения на орбиту 1 кг полезного груза, соответственно, 3,6 тыс. долл.

Описанные выше сверхлегкие носители воздушного старта предназначались в основном для запусков малых КА военного назначения.

Коммерческие перспективы на рынке гражданских запусков имеют перспективные сверхлегкие РН LauncherOne и Cab-3A, запускаемые с авиационных носителей (рис. 11).

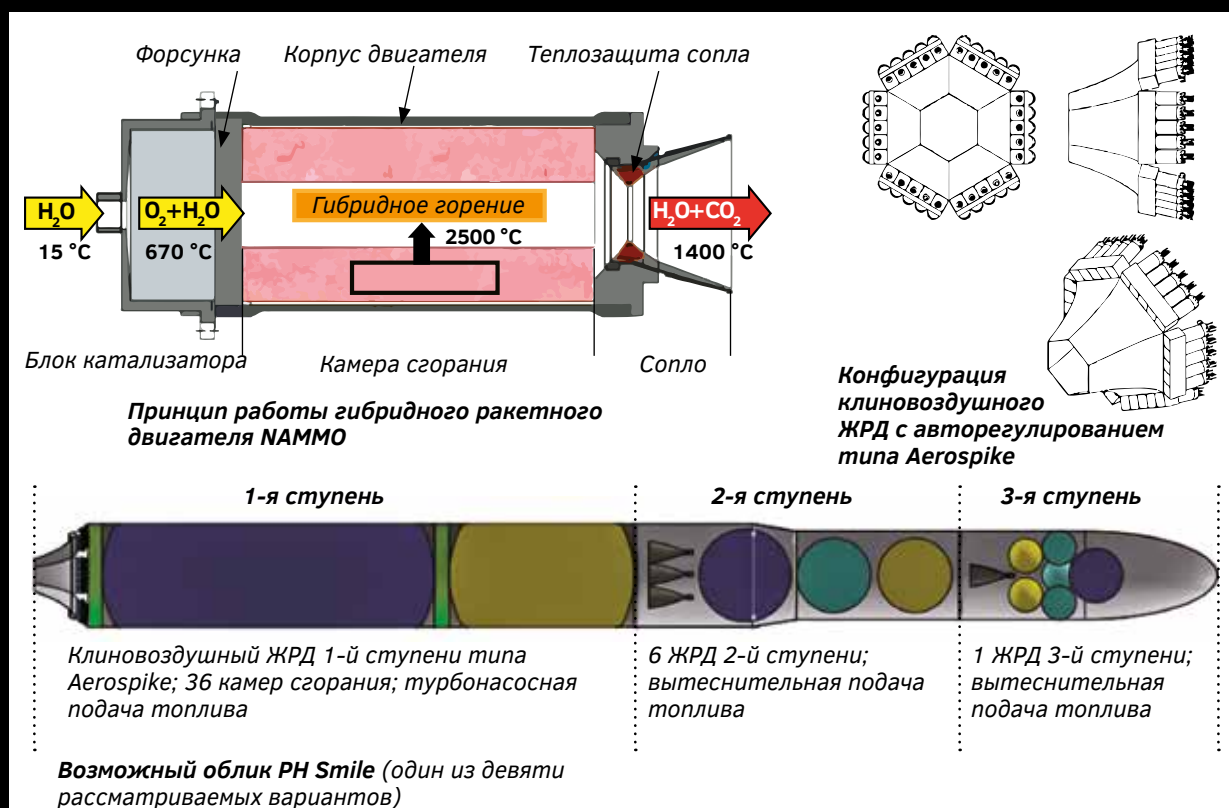
РН LAUNCHERONE

Двухступенчатая РН с воздушным стартом LauncherOne создается компанией Virgin Orbit (спин-офф от Virgin Galactic, США) с 2007 года. На ракете установлены керосин-кислородные ЖРД собственной разработки компании Virgin Orbit: на первой ступени — NewtonThree (N3) с тягой 33340 кг, на второй — NewtownFour (N4) с тягой в вакууме 2270 кг [12].

В процессе создания самолет-носитель WhiteKnightTwo, при запуске с которого РН LauncherOne могла вывести на НОО 225 кг полезного груза, был заменен на Boeing 747-400, получивший название Cosmic Girl. В результате энергетические возможности РН возросли: при пуске с Cosmic Girl в районе острова Гуам (Тихий океан), за счет близости к экватору, ракета будет способна выводить на экваториальные орбиты высотой 500 км более 450 кг полезного груза. При этом стоимость пуска не изменилась и составляет 10 млн долл.

Virgin Orbit уже заключила ряд контрактов на запуски микро- и наноспутников с компаниями Cloud Constellation (12 пусков), Sky and Space Global

РИС. 12. Концепция сверхлегкой РН Small Innovative Launcher for Europe (SMILE) европейского консорциума [27]



(4 пуска). Компания OneWeb приобрела запуски для любого из своих 39 микроспутников.

В конце 2018 года компания Virgin Orbit провела тестовые полеты самолета-носителя Cosmic Girl с РН LauncherOne. К концу 2019 года будет осуществлен первый испытательный пуск ракеты LauncherOne.

РН САВ-3А

Одноступенчатая твердотопливная РН Sab-3A, создаваемая американской фирмой CubeCab, предназначена для запуска исключительно наноспутников размерности от 1U до 3U (общая масса полезного груза, выводимого на НОО, не превышает 5 кг) [12]. При изготовлении ракеты будут массово использоваться аддитивные технологии. Пуски планируется производить с самолета-носителя F-104 Starfighter, предоставляемого коммерческой фирмой Starfighters Aerospike (Космический центр имени Кеннеди во Флориде). Ракета-носитель будет подвешиваться под крылом F-104 аналогично ракете класса «воздух — воздух».

Орбита

Высота орбиты (км)	600
Орбитальная скорость (км/с)	7,56
Расчетное требуемое приращение характеристической скорости при пуске с Земли (км/с)	9,5

Характеристики ракеты-носителя

Полная масса 1-й ступени (кг)	17 458
Полная масса 2-й ступени (кг)	2 981
Полная масса 3-й ступени (кг)	240,5
Масса орбитального модуля (кг)	107
Масса полезного груза (кг)	70
Полная масса пустой ракеты (кг)	2 338
Начальная стартовая масса (кг)	20 786
Полное приращение характеристической скорости ракеты-носителя (км/с)	10,02
1-я ступень	3,73
2-я ступень	4,38
3-я ступень	1,91

Компания планирует запускать более 100 спутников в год. Время выполнения заказа на запуск составит до 30 дней. Прогнозируемая стоимость пуска — не более 250 тыс. долл.

В 2018 году компанией CubeCab достигнута договоренность с компанией BitcoinLatina Foundation о запуске в 2020–2022 годах 300 наноспутников орбитальной группировки, ориентированной на обеспечение непрерывной связи в интересах распределенных компьютерных сетей.

2.7. ИННОВАЦИОННЫЙ ПРОЕКТ СВЕРХЛЕГКОЙ РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ ЕВРОПЕЙСКОГО КОНСОРЦИУМА SMILE

Летом 2018 года Еврокомиссией в рамках европейской программы Horizon 2020 был объявлен конкурс на создание дешевой европейской РН для запуска малых спутников (European Low-Cost Space Launch) Space-EICPrize — 2019. Победитель конкурса будет объявлен в четвертом квартале 2021 года и получит 10 млн евро [27].

В рамках проекта Horizon 2020 для участия в конкурсе свои усилия решили объединить 14 европейских компаний и институтов, создавших консорциум. Проект под названием SMILE (SMall Innovative Launcher for Europe) направлен на разработку сверхлегкого носителя для запуска спутников массой около 50 кг с европейского стартового комплекса в северной Норвегии.

COTS-технология — от англ. Commercial Off-The-Shelf — «готовые к использованию». Для построения систем специального назначения применяется специальный подход, согласно которому используются промышленные вычислительные модули, а крейты, стойки, блоки коммутации и кабели создаются в специальном исполнении и обеспечивают требуемые условия эксплуатации (например, устойчивость к климатическим, вибрационным, акустическим и другим воздействиям). В COTS-технологии применяются готовые аппаратные и программные технологии открытого типа, ранее широко апробированные и/или стандартизованные на рынке общепромышленных гражданских приложений.

В настоящее время общая концепция носителя до конца не определена (рис. 12). Рассматривается целесообразность использования в конструкции РН гибридных ракетных двигателей, ракетных двигателей типа AeroSpike с авторегулированием, применение в конструкции РН и ЖРД керамических матричных композитных материалов, а также спасения и повторного использования первой ступени РН или двигателей.

Гибридный ракетный двигатель разработала и испытала входящая в консорциум совместная норвежско-финская компания Nordic Ammunition Company (Nammo). Гибридный ЖРД Nammo работает на высококонцентрированной (87,5%) перекиси водорода H_2O_2 (окислитель) и полибутadiене с гидроксильными концевыми группами — НТРВ (твердое топливо). На рис. 12 показан принцип работы гибридного двигателя Nammo. Поступающий жидкий окислитель разлагается через слой катализатора на горячий пар и газообразный кислород при температуре 670 °С. Через форсунки кислород поступает в камеру сгорания и самовоспламеняется при контакте с твердым топливом. Продукты сгорания выбрасываются через стандартное сопло, создавая тягу.

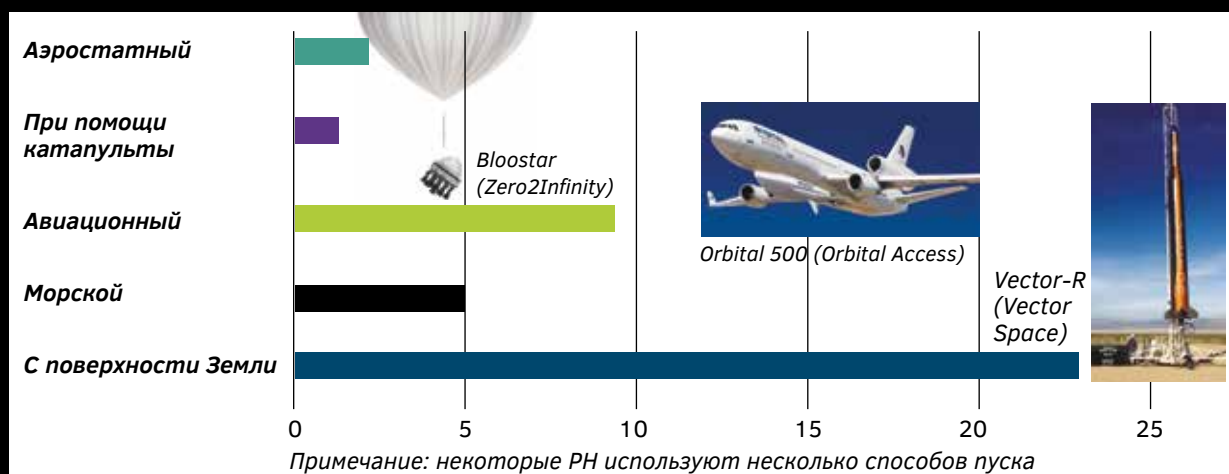
По сравнению с твердотопливными ракетными двигателями гибридный двигатель, разработанный Nammo, обладает такими преимуществами, как самовоспламенение топлива, повышающее надежность запуска двигателя и позволяющее осуществлять многократный повторный запуск, широкий диапазон регулирования тяги, экологичность, низкая стоимость и др.

ЖРД на жидком кислороде и керосине Jet A-1, сочетающий технологию транспирационного охлаждения и использование керамических матричных композитных материалов, разработан и изготовлен Проектно-конструкторским институтом DLR (Institute of Structures and Design, Штутгарт, Германия). По сравнению с ЖРД из традиционных конструкционных материалов двигатель DLR обладает меньшей массой, большими долговечностью, термостойкостью, термоциклическостью, надежностью и устойчивостью к повреждениям и другими преимуществами. ЖРД, созданный DLR, позволяет также регулировать тягу в очень широком диапазоне (от 5 до 100%) и может также запускаться повторно.

В качестве возможного решения для первой ступени РН рассматривается клиновоздушный ЖРД с авторегулированием типа AeroSpike с керамическим соплом шестиугольной конфигурации и 30 камерами сгорания гибридных РД или обычных ЖРД (рис. 12).

Консорциум SMILE пришел к выводу о целесообразности использования при изготовлении борто-

РИС. 13. Способы пуска сверхлегких РН [13]



вых электронных и электромеханических систем РН (инерциальных измерительных устройств, систем преобразования и распределения электропитания, бортовых компьютеров и др.) коммерческих COTS-технологий (Commercial Off-The-Shelf), по аналогии с одним из идеологических принципов создания малых КА. Заметим, что COTS-компоненты (микросхемы и другие аппаратные компоненты, технологии, а также программное обеспечение) существенно дешевле, чем используемая в настоящее время элементная компонентная база классов military или space.

3. ВОЗМОЖНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ УЛУЧШЕНИЯ УДЕЛЬНЫХ ЭКОНОМИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ СВЕРХЛЕГКИХ РАКЕТ-НОСИТЕЛЕЙ

В последние годы в мире между разработчиками сверхлегких РН наблюдается соревнование, направленное на максимальное снижение стоимости выведения 1 кг полезного груза на орбиту. Победителю достанется большая доля коммерческих запусков малых КА.

Анализ проектов сверхлегких РН, упомянутых в выше приведенном обзоре, показал, что добиться улучшения удельных экономических показателей сверхлегких носителей можно самыми различными способами, отнюдь не замыкаясь в традиционной парадигме конструктивного исполнения ракеты. Основными направлениями дальнейшего развития конструктивных схем и технологий сверхлегких РН являются:

1. Совершенствование технологий изготовления силовых элементов конструкции РН, топливных баков и ракетных двигателей. Такие технологии

должны быть адаптированы к выпуску малосерийной или даже уникальной продукции, приспособлены к быстрой перенастройке технологического процесса и, конечно, должны быть ориентированы на использование легких и прочных материалов.

Первое требование в настоящее время успешно реализуется за счет использования аддитивных технологий. Различные технологии 3D-печати используются не только для изготовления практически любых элементов конструкции РН и ракетных двигателей, но и для получения твердотопливных зарядов гибридных ракетных двигателей (американская компания Rocket Crafters в 2017 году получила патент на 3D-печать топливных зарядов для гибридных ракетных двигателей, устанавливаемых на сверхлегкую РН Intrepid [28]).

Второе требование может быть реализовано главным образом на основе использования углеродных композитов для изготовления элементов конструкции РН и двигателей. Очевидно, что, чем меньше сухая (без топлива) масса конструкции РН, тем выше конструктивное совершенство ракеты и тем ниже стоимость выведения 1 кг полезного груза на орбиту. Правда, стоимость углеродных композитов достаточно высока и существенно зависит от объемов их производства. Так, даже в США цена углеродного волокна начинается с 135 долл. за 1 кг; при раскрое до 35% материала уходит в утиль, что повышает расходы до 200 долл. за 1 кг [12]. Тем не менее использование углеродных композитов оправданно именно для изготовления элементов конструкции сверхлегких РН.

2. Выбор типа ракетного двигателя и топлива. Для тяжелых РН стоимость ЖРД может составлять свыше 50% от стоимости ракеты. Для РН

Несмотря на то, что стоимость углеродных композитов достаточно высока и при раскрое до 35% материала уходит в утиль, использование углеродных композитов оправданно именно для изготовления элементов конструкции сверхлегких ракет-носителей.

сверхлегкого класса доля стоимости двигателя меньше, но, так или иначе, по нашим оценкам, не менее 30–40%.

Конечно, в сверхлегкой РН можно использовать простой ЖРД открытой схемы с вытеснительной системой подачи топлива, имеющий менее напряженные характеристики и пониженный износ турбины, более высокую надежность и меньшую стоимость по сравнению с мощными ЖРД для более тяжелых ракет.

Наряду с таким решением, с точки зрения удешевления РН в целом, интерес представляют также клиновоздушные ЖРД типа AEROSpike. Во-первых, такие двигатели за счет регулирования давления истекающей газовой струи в зависимости от изменения атмосферного давления по мере набора высоты (авторегулирование) позволяют сэкономить порядка 25–30% топлива. Во-вторых, за счет использования керамических матричных композитных материалов можно существенно упростить технологию изготовления сопла двигателя (плоский клин или клинообразный многогранник) и его массу, одновременно решив проблему охлаждения сопла (термостойкая керамика плюс, в случае необходимости, транспирационное охлаждение).

Возможно, по совокупности технических характеристик, стоимость РН может быть снижена при использовании гибридных ракетных двигателей, в частности за счет применения аддитивных технологий для изготовления зарядов твердых горючих [27, 28] и отказа от криогенных окислителей.

Нужно сказать, что выбор в качестве ракетного топлива традиционной пары «керосин + жидкий кислород» — далеко не единственное возможное решение. Альтернативой керосину может быть пропилен (пропен или метилэтилен), метан или сжиженный природный газ, а в качестве окислителя может использоваться концентрированная перекись водорода. В рассмотренных выше проектах имеются попытки использовать и не совсем традиционные пары химических веществ, например, скипидар + азотная кислота или закись азота + ацетилен.

3. Модульность конструкции РН, позволяющая, в плане снижения стоимости пуска, во-первых, унифицировать элементы конструкции ракеты, а во-вторых — более точно масштабировать энергетические возможности носителя для запуска конкретной полезной нагрузки.

Унификация позволяет повысить серийность производства элементов конструкции РН (двигателей, ракетных блоков), а значит снизить их стоимость. Потенциал масштабирования энергетических возможностей, достигаемый, как правило, за счет изменения количества унифицированных ракетных блоков в стартовой конфигурации РН, позволяет более полно использовать энергетику ракеты (очевидно, что переразмеренность энергетики эквивалентна повышению стоимости выведения на орбиту 1 кг полезного груза) и более оперативно, в случае необходимости, выполнять заказ по запуску конкретного КА (а это позволяет более полно реализовать преимущества сверхлегких РН — запуск по требованию).

Из всех рассмотренных выше проектов сверхлегких РН наиболее полно и в определенной степени прямолинейно концепция модульности реализуется в проекте Neptune американской фирмы Interorbital Systems Corporation. В результате такого прямолинейного подхода к модульности конструкции РН удельные экономические показатели минимальной конфигурации РН Neptune N1 с морским стартом лишь немного лучше показателей, к примеру, РН Cab-3A с воздушным стартом (см. табл. 3 в № 3(100), 2019, стр. 62).

4. Выбор способа пуска РН также может оказать существенное влияние как на стоимость пуска, так и на реализацию технических преимуществ сверхлегких РН. Проектные проработки РН сверхлегкого класса предусматривают пуски ракет как с традиционных наземных стационарных и подвижных стартовых пусковых установок, так и с авиационных, аэростатических носителей и с морских платформ (рис. 13).

Стартовая пусковая установка сверхлегкой ракеты существенно проще, чем пусковые установки более тяжелых ракет-носителей, и может представлять собой наклонную ферменную конструкцию на подвижной платформе. Однако выполнение такого требования к сверхлегким РН, как возможность запусков КА на широкий спектр наклонений орбит, в этом случае проблематично — наклонение орбиты ограничено шириной места размещения пусковой установки. Поэтому представляется более перспективным пуск сверхлегкой РН с подвижного основания. Наиболее просто это решается в проекте Neptune фирмы IOS: пуск РН производится на заданной широте из полузатапливаемого

морского контейнера. Правда, в этом случае невозможно обеспечить оперативный запуск КА: требуется время для доставки контейнера с РН к месту старта.

Гораздо более привлекателен пуск с авиационного или аэростатического носителя: в этом случае обеспечиваются ненулевые значения начальной скорости и начальной высоты полета РН, что позволяет вывести большую полезную нагрузку, располагая меньшей энергетикой РН. Однако, как показывает практика, обеспечить приемлемую стоимость пуска, а тем более высокие удельные экономические показатели авиационно-космических или аэростатно-космических комплексов сложно по целому ряду причин. В первую очередь, очевидно, из-за сложности транспортировки и пуска РН с ЖРД, особенно в случае заправки РН криогенными компонентами топлива (твердотопливные РН, как показал опыт Pegasus XL, оказываются еще более дорогими).

5. Повторное использование РН или элементов конструкции РН, в первую очередь двигательной установки первой ступени как наиболее дорогого элемента ракеты, способно снизить стоимость пуска только при достаточно высоком темпе запусков КА: порядка нескольких десятков в год. Как раз такой высокий темп пусков и способны обеспечить сверхлегкие РН.

Наиболее сложную проблему представляет спасение ракетного блока (двигательной установки). Это связано с затратами массы и энергии РН на средства спасения и посадки, а также с необходимостью обеспечить отсутствие повреждений при приземлении или приводнении элементов конструкции РН.

В настоящее время по крайней мере в двух проектах сверхлегких РН предусматривается спасение и повторное использование ракетных блоков первой ступени:

— New Line 1 (частная компания Link Space Aerospace Technology Group, Китай), ступень спасается методом ракетно-динамической (вертикальной) посадки [12];

— Arion 2/Miura 5 (компания PLD Space, Испания), выбирается метод спасения ступени: парашют, парашют, надувное тормозное устройство, ракетно-динамическая посадка [12, 20].

6. Использование при изготовлении бортовых электронных и электромеханических систем РН (инерциальных измерительных устройств, систем преобразования и распределения электропитания, бортовых компьютеров и др.) коммерческих COTS-технологий.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основной вывод из проведенного анализа заключается в следующем: принимая во внимание сформулированные выше направления улучшения удельных экономических показателей сверхлегких РН, необходимо в то же время продолжать поиск путей, методов и средств улучшения технико-экономических показателей сверхлегких РН, не замыкаясь в традиционных проектно-конструкторских решениях. Технико-экономическая эффективность реализации найденных проектных решений определяется не только собственно решениями, но и их взаимной системной интеграцией, а также технологиями их реализации.

Пуск с авиационного или аэростатического носителя гораздо более перспективен, чем пуск с поверхности Земли: в этом случае обеспечиваются ненулевые значения начальной скорости и начальной высоты полета ракеты-носителя, что позволяет вывести большую полезную нагрузку, располагая меньшей энергетикой.

По состоянию на сегодняшний день основные требования к РН сверхлегкого класса могли бы быть сформулированы следующим образом:

- масса полезного груза, выводимого на НОО высотой порядка 500 км, — от 50 до 300 кг;
- стоимость пуска — не более 4–6 млн долл.;
- стоимость выведения на орбиту 1 кг полезного груза — не более 3–3,5 тыс. долл.

Приведенные цифры будут уточняться по мере развития технологий и рынка пусковых услуг малых КА.

Литература

1. **Timo Wekerle et al.** Status and Trends of Smallsats and Their Launch Vehicles — An Up-to-date Review // *Journal of Aerospace Technology and Management*. 2017. Vol. 9. No. 3. Pp. 269–286. DOI: 10.5028/jatm.v9i3.853
2. **Сенькин В. С.** Оптимизация проектных параметров ракеты-носителя сверхлегкого класса // *Техническая механика*. 2009. № 1. С. 80–88.
3. *To Reach the High Frontier: A History of U.S. Launch Vehicles*. 1st Edition, University Press of Kentucky, 2002. 525 p.
4. *Encyclopedia Astronautica* [Электронный ресурс]. URL: <https://everipedia.org> (Дата обращения: 20.04.2019).
5. *Smallsat Launch Vehicle Markets* [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nsr.com/research/smallsat-launch-vehicle-markets/> (Дата обращения: 30.03.2019).
6. **Hertzfeld H. R.** The State of Space Economic Analyses: Real Questions, Questionable Results // *New Space*. 2013. No. 1(1). Pp. 21–28.
7. *2018 Nano/Microsatellite Launch History & Market Forecast (1–50 kg)* [Электронный ресурс]. URL: <https://twitter.com/SpaceWorksSEI/media> (Дата обращения: 28.03.2019).
8. **Sweeting M.** ICT Business with Micro/Mini-Satellites [Электронный ресурс]. URL: http://www.soumu.go.jp/main_content/000462909.pdf (Дата обращения: 29.03.2019).
9. *Smallsat constellations* [Электронный ресурс]. URL: <https://satelliteobservation.net/2017/02/11/smallsat-constellations/> (Дата обращения: 28.03.2019).
10. *Micro-launchers: what is the market? Quick and flexible delivery of small payloads*. February 2017 [Электронный ресурс]. URL: https://www.pwc.fr/fr/assets/files/pdf/2017/02/micro-lanceurs_dec2016.pdf (Дата обращения: 30.03.2019).
11. *Surplus missile motors. Sale Price Drives Potential Effects on DOD and Commercial Launch Providers*. Report to Congressional Addressees // *United States Government Accountability Office (GAO-17-609)*, August 2017. 58 p.
12. *The Annual Compendium of Commercial Space Transportation: 2018*. Federal Aviation Administration, January 2018, Washington. 255 p.
13. **Carlos Niederstrasser**. Small Launch Vehicles – A 2018 State of the Industry Survey // 32nd Annual AIAA/USU Conference on Small Satellites, SSC18-IX-01 [Электронный ресурс]. URL: <https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=4118&context=smallsat> (Дата обращения: 01.03.2019).
14. *Japan's SS-520 CubeSat Launch Vehicle Achieves Success on Second Try* [Электронный ресурс]. URL: <http://spaceflight101.com/japan-ss-520-5-launch-success/> (Дата обращения: 01.03.2019).
15. **SPARK (Super Strypi)** [Электронный ресурс]. URL: <http://spaceflight101.com/spacerockets/spark-super-strypi/> (Дата обращения: 01.03.2019).
16. **Max Polyakov**. Relaunches Firefly with High Hopes to Bridge Gap between CubeSats and Space [Электронный ресурс]. URL: <https://noosphereventures.com/max-polyakov-relaunches-firefly-aerospace-with-high-hopes-to-bridge-gap-between-cubesats-and-space/> (Дата обращения: 01.03.2019).
17. *Firefly Payload User's Guide*. August 10, 2018. Austin (Texas): Firefly Aerospace Inc. 64 p.
18. *Electron. Payload User's Guide*. Version 6.2, Rocket Lab. New Zealand, 2018. 53 p.
19. *Vector-H Forecasted Launch Service Guide – VSS-2017-023 – Version 2.0*. Tucson (Arizona): Vector Space Systems, 2017. 14 p.
20. *Arion-2 Miura-5* [Электронный ресурс]. URL: http://www.b14643.de/Spacerockets_3/PLD-Space/Description/Frame.htm (Дата обращения: 01.03.2019).
21. *ARCA to Perform Historic First Flight of Aerospike*. Press Release: June 15th, 2017 [Электронный ресурс]. URL: http://www.arcaspace.com/en/ARCA_Space_Corporation_Demonstrator_3_Press_Release.pdf (Дата обращения: 01.03.2019).
22. *IOS Neptune* [Электронный ресурс]. URL: http://www.b14643.de/Spacerockets_3/Interorbital-Systems/Description/Frame.htm (Дата обращения: 01.03.2019).
23. **Kieran Hayward, José Mariano López**. Small satellite launch vehicle from a balloon platform / 13th Reinventing Space Conference. 9–12 November 2015. Oxford, UK (BIS-RS-2015-60) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.zero2infinity.space/wp-content/uploads/2017/08/RISpace-Paper-KH-Final.pdf> (Дата обращения: 01.03.2019).
24. *Responsive Access Small Cargo Affordable Launch (RASCAL) Independent Performance Evaluation* David Young AE8900. Special Project Report May 3, 2004, School of Aerospace Engineering Space System Design. Laboratory Georgia Institute of Technology. Georgia 30332-0150 [Электронный ресурс]. URL: <http://hdl.handle.net/1853/8372> (Дата обращения: 01.03.2019).
25. *ALASA* [Электронный ресурс]. URL: https://space.skyrocket.de/doc_lau/alasa.htm (Дата обращения: 01.03.2019).
26. *US Military's XS-1 Space Plane Will Be Built by Boeing* [Электронный ресурс]. URL: <https://www.space.com/36985-darpa-xs-1-spaceplane-boeing-phantom-express.html> (Дата обращения: 01.03.2019).
27. **Bertil Oving, Arnaud Van Kleef, Bastien Haemmerli, Adrien Boiron, Markus Kuhn, Ilja Müller, Ivaylo Petkov, Marina Petrozzi, Ana-Maria Neculaescu, Tudorel Petronel Afilipoe**. Small Innovative Launcher for Europe: achievement of the H2020 project SMILE / 7th European conference for aeronautics and space sciences (EUCASS). Milan, Italy, 3–6 July 2017. DOI: 10.13009/EUCASS2017-600
28. *New patent granted to 3D printed hybrid rocket fuel engines for low cost access to space* [Электронный ресурс]. URL: <https://room.eu.com/news/new-patent-granted-to-3d-printed-hybrid-rocket-fuel-engines-for-low-cost-access-to-space> (Дата обращения: 15.04.2019).

References

1. **Timo Wekerle et al.** Status and Trends of Smallsats and Their Launch Vehicles — An Up-to-date Review. *Journal of Aerospace Technology and Management*, 2017, vol. 9, no. 3, pp. 269–286. DOI: 10.5028/jatm.v9i3.853
2. **Sen'kin V. S.** Optimizatsiya proektnykh parametrov rakety-nositelya sverkhlegkogo klassa. *Tekhnicheskaya mekhanika*, 2009, no. 1, pp. 80–88.
3. **To Reach the High Frontier: A History of U.S. Launch Vehicles.** 1st Edition, University Press of Kentucky, 2002. 525 p.
4. *Encyclopedia Astronautica.* Available at: <https://everipedia.org> (Retrieval date: 20.04.2019).
5. **Smallsat Launch Vehicle Markets.** Available at: <https://www.nsr.com/research/smallsat-launch-vehicle-markets/> (Retrieval date: 30.03.2019).
6. **Hertzfeld H. R.** The State of Space Economic Analyses: Real Questions, Questionable Results. *New Space*, 2013, no. 1(1), pp. 21–28.
7. **2018 Nano/Microsatellite Launch History & Market Forecast (1–50 kg).** Available at: <https://twitter.com/SpaceWorksSEI/media> (Retrieval date: 28.03.2019).
8. **Sweeting M.** ICT Business with Micro/Mini-Satellites. Available at: http://www.soumu.go.jp/main_content/000462909.pdf (Retrieval date: 29.03.2019).
9. **Smallsat constellations.** Available at: <https://satelliteobservation.net/2017/02/11/smallsat-constellations/> (Retrieval date: 28.03.2019).
10. **Micro-launchers: what is the market? Quick and flexible delivery of small payloads.** February 2017. Available at: https://www.pwc.fr/fr/assets/files/pdf/2017/02/micro-lanceurs_dec2016.pdf (Retrieval date: 30.03.2019).
11. **Surplus missile motors. Sale Price Drives Potential Effects on DOD and Commercial Launch Providers.** Report to Congressional Addressees. United States Government Accountability Office (GAO-17-609), August 2017. 58 p.
12. **The Annual Compendium of Commercial Space Transportation: 2018.** Federal Aviation Administration, January 2018, Washington. 255 p.
13. **Carlos Niederstrasser.** Small Launch Vehicles – A 2018 State of the Industry Survey // 32nd Annual AIAA/USU Conference on Small Satellites, SSC18-IX-01. Available at: <https://digitalcommons.usu.edu/cgi/viewcontent.cgi?article=4118&context=smallsat> (Retrieval date: 01.03.2019).
14. **Japan's SS-520 CubeSat Launch Vehicle Achieves Success on Second Try.** Available at: <http://spaceflight101.com/japan-ss-520-5-launch-success/> (Retrieval date: 01.03.2019).
15. **SPARK (Super Strypi).** Available at: <http://spaceflight101.com/spacerockets/spark-super-strypi/> (Retrieval date: 01.03.2019).
16. **Max Polyakov.** Relaunches Firefly with High Hopes to Bridge Gap between CubeSats and Space. Available at: <https://noosphereventures.com/max-polyakov-relaunches-firefly-aerospace-with-high-hopes-to-bridge-gap-between-cubesats-and-space/> (Retrieval date: 01.03.2019).
17. **Firefly Payload User's Guide.** August 10, 2018. Austin (Texas): Firefly Aerospace Inc. 64 p.
18. **Electron. Payload User's Guide.** Version 6.2, Rocket Lab. New Zealand, 2018. 53 p.
19. **Vector-H Forecasted Launch Service Guide – VSS-2017-023 – Version 2.0.** Tucson (Arizona): Vector Space Systems, 2017. 14 p.
20. **Arion-2 Miura-5.** Available at: http://www.b14643.de/Spacerockets_3/PLD-Space/Description/Frame.htm (Retrieval date: 01.03.2019).
21. **ARCA to Perform Historic First Flight of Aerospike.** Press Release: June 15th, 2017. Available at: http://www.arcaspace.com/en/ARCA_Space_Corporation_Demonstrator_3_Press_Release.pdf (Retrieval date: 01.03.2019).
22. **IOS Neptune.** Available at: http://www.b14643.de/Spacerockets_3/Interorbital-Systems/Description/Frame.htm (Retrieval date: 01.03.2019).
23. **Kieran Hayward, José Mariano López.** Small satellite launch vehicle from a balloon platform / 13th Reinventing Space Conference. 9–12 November 2015. Oxford, UK (BIS-RS-2015-60). Available at: <http://www.zero2infinity.space/wp-content/uploads/2017/08/RISpace-Paper-KH-Final.pdf> (Retrieval date: 01.03.2019).
24. **Responsive Access Small Cargo Affordable Launch (RASCAL) Independent Performance Evaluation** David Young AE8900. Special Project Report May 3, 2004, School of Aerospace Engineering Space System Design. Laboratory Georgia Institute of Technology. Georgia 30332-0150. Available at: <http://hdl.handle.net/1853/8372> (Retrieval date: 01.03.2019).
25. **ALASA.** Available at: https://space.skyrocket.de/doc_lau/alasa.htm (Retrieval date: 01.03.2019).
26. **US Military's XS-1 Space Plane Will Be Built by Boeing.** Available at: <https://www.space.com/36985-darpa-xs-1-spaceplane-boeing-phantom-express.html> (Retrieval date: 01.03.2019).
27. **Bertil Oving, Arnaud Van Kleef, Bastien Haemmerl, Adrien Boiron, Markus Kuhn, Ilja Müller, Ivaylo Petkov, Marina Petrozzi, Ana-Maria Neculaescu, Tudorel Petronel Afilipoae.** Small Innovative Launcher for Europe: achievement of the H2020 project SMILE / 7th European conference for aeronautics and space sciences (EUCASS). Milan, Italy, 3–6 July 2017. DOI: 10.13009/EUCASS2017-600
28. **New patent granted to 3D printed hybrid rocket fuel engines for low cost access to space.** Available at: <https://room.eu.com/news/new-patent-granted-to-3d-printed-hybrid-rocket-fuel-engines-for-low-cost-access-to-space> (Retrieval date: 15.04.2019).



© Ключников В.Ю., 2019

История статьи:

Поступила в редакцию: 23.08.2019

Принята к публикации: 19.09.2019

Модератор: Дмитрюк С. В.

Конфликт интересов: отсутствует

Для цитирования:

Ключников В. Ю. Ракеты-носители сверхлегкого класса: ниша на рынке пусковых услуг и перспективные проекты // Воздушно-космическая сфера. 2019. №4. С. 64–75.

THEATRE AIR&MISSILE DEFENCE: HISTORY, REALITY AND PERSPECTIVE

ПРОТИВОРАКЕТНАЯ И ПРОТИВОВОЗДУШНАЯ ОБОРОНА НА ТЕАТРАХ ВОЕННЫХ ДЕЙСТВИЙ: ИСТОРИЯ, РЕАЛИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Alexander G. LUZAN,
Dr. Sci. (Tech.), laureate of the RF State Prize,
Lieutenant General, retired, Moscow, Russia,
lag2.37@mail.ru



Александр Григорьевич ЛУЗАН,
доктор технических наук, лауреат Государственной
премии, генерал-лейтенант в отставке, Москва, Россия,
lag2.37@mail.ru

ABSTRACT | The article covers the development history of the first domestic air defence missile weapon systems as well as the history of Army Air Defence Forces creation. The weapons systems of different generations of the latter are considered, as well as the directions of the creation and combat readiness supporting of air&missile groups which have equal capacities compared with opposing aerospace assault weapons groups.

Keywords: *aerospace assault weapons concentrations (ASAW), air defence systems, air defence (AD) mobile automated reconnaissance-fire groups, air&missile defence, unmanned aerial vehicle (UAV), miniature UAV, swarm intelligence*

АННОТАЦИЯ | В статье освещается история разработки первых отечественных систем зенитного ракетного оружия, создания войск противовоздушной обороны Сухопутных войск (войск ПВО СВ). Рассматриваются системы вооружения войск ПВО СВ различных поколений, а также направления создания и поддержания в боеготовом состоянии группировок ПРО-ПВО, эквивалентных по своим возможностям противостоящим группировкам средств воздушно-космического нападения.

Ключевые слова: *средства воздушно-космического нападения (СВКН), зенитные ракетные системы (ЗРС) и комплексы, мобильные автоматизированные разведывательно-огневые группировки (МАРОГ) противовоздушной обороны (ПРО), системы и средства противоракетной и противовоздушной обороны (ПВО), беспилотные летательные аппараты (БЛА), мини-БЛА, росвыи интеллект*

1945 год вошел в мировую историю не только как год победы советского народа в Великой Отечественной войне, 75-летие которой будет праздноваться в мае будущего года.

Он стал еще и началом эры международной политики ядерного противостояния. Именно в 1945 году США сбросили атомные бомбы на мирные города Японии Хиросиму и Нагасаки, хотя в этом не было военной необходимости. Причина атомной бомбардировки Японии заключалась в том числе в желании продемонстрировать силу Советскому Союзу, военной мощи которого США и бывшие союзники к концу Второй мировой войны стали бояться больше, чем ранее — гитлеровской Германии.

Уже к концу 1945 года в США был разработан план атомной бомбардировки 17 крупнейших городов Советского Союза (план «Тоталити»), а в последующем, по мере накопления ядерного оружия, в США появлялись планы все более масштабного его применения против СССР.

Это потребовало со стороны Советского Союза принятия незамедлительных мер во имя сохранения своей независимости и самого существования страны. Возможность и последствия применения ядерного оружия уже были продемонстрированы в Японии.

Из истории создания вооружения и военной техники противовоздушной обороны

Со стороны Советского Союза такими мерами стало форсированное создание собственного атомного (ядерного) оружия и создание Войск ПВО страны как вида вооруженных сил, что в конечном итоге и сорвало выполнение планов США по уничтожению СССР в ядерной войне. Следует напомнить, что эти меры мы вынуждены были предпринимать в то время, когда половина страны находилась в руинах, а домой с войны не вернулись десятки миллионов людей трудоспособного возраста.

Но одно дело — принять решение о создании нового вида вооруженных сил, и совершенно другое — оснастить эти силы соответствующим современным оружием. Находящиеся в то время на вооружении средства ПВО уже не обеспечивали эффективной борьбы с самолетами — носителями ядерного оружия.

Стало понятно, что эффективно и гарантированно противостоять средствам воздушного нападения (СВН) с ядерным оружием на борту могут только принципиально новые зенитные

средства — зенитное управляемое ракетное оружие (ЗУРО). На решение этой задачи, как и на создание собственного ядерного оружия, пришлось нацелить практически весь научно-производственный потенциал ослабленного в экономическом плане государства, только что завершившего самую кровопролитную войну в истории.

Первую зенитную ракетную систему (ЗРС), получившую название С-25 «Беркут», начали разрабатывать для противовоздушной обороны Москвы и Московского административно-промышленного района как наиболее важной цели для американских СВН. Разработка системы была поручена специально созданному конструкторскому бюро КБ-1, которое в дальнейшем стало именоваться «Алмаз».

Необходимо отметить, что если в области создания ядерного оружия СССР догонял США, то в области создания зенитных ракетных средств отечественная наука была первой на планете. Главным конструктором системы фактически стал А.А. Расплетин, в последующем действительный член АН СССР, основоположник почти всего арсенала вооружения Войск ПВО страны.

Чтобы подчеркнуть сложность создания первой зенитной ракетной системы, хотелось бы еще раз напомнить, что это потребовало проведения целого ряда мероприятий государственного масштаба, например целенаправленного строительства в Подмосковье наукограда Фрязино и создания в нем научно-производственного объединения (НПО) «Исток». Именно НПО «Исток» возглавило разработку и производство принципиально новых сверхвысокочастотных приборов (магнетронов, клистронов, ламп бегущей волны и др.), а также радиоламп пальчиковой серии. Применение в первой ЗРС именно радиоламп пальчиковой серии, в три-пять раз меньших по габаритам в сравнении с использовавшимися до этого радиолампами октальной серии, позволило создать ЗРС хотя и в стационарных, но в приемлемых массогабаритных размерах.

Система вооружения ПВО СВ второго поколения должна была работать как биатлон: и эффективно «стрелять», и хорошо «бегать». Гибридная элементная база, разработанная научно-производственным объединением «Исток», позволила создать всемирно известные зенитные ракетные и зенитно-артиллерийские комплексы, которые обладали этими характеристиками.

Другими словами, разработка принципиально нового оружия потребовала создания в стране новой элементной базы и новых технологий производства, что в целом привело к переходу ряда отраслей промышленности на новый более высокий производственно-технологический уклад и послужило одним из факторов осуществления научно-технической революции.

Работа была выполнена в назначенные сроки. Через четыре года с начала разработки первенец зенитного ракетостроения — ЗРС С-25 «Беркут», оснащенная зенитными управляемыми ракетами, разработанными в СКБ имени Лавочкина, — стала на боевое дежурство. Она обеспечила надежное прикрытие Москвы и Московской промышленной зоны от возможных ядерных ударов СВН США [1].

Еще до завершения работ по стационарной системе С-25 перед КБ-1 была поставлена задача создания перевозимого («квазิมобильного») ЗРК для обеспечения зенитной ракетной обороны других городов и критически важных объектов страны, получившего наименование С-75 («Десна», «Двина», а затем — «Волхов»).

ЗРК С-75 стал основным зенитным ракетным средством Войск ПВО, широко поставлялся за рубеж, принимал участие в боевых действиях, в том числе во время агрессии США во Вьетнаме. Потери, понесенные там авиацией США, были одним из решающих факторов, вынудивших американцев прекратить войну.

Только за 1972 год — последний год войны во Вьетнаме — ЗРК С-75 уничтожил 421 американский самолет, в том числе 51 «летающую крепость» В-52. Этим же ЗРК был сбит в 1960 году и нарушитель воздушного пространства Советского Союза самолет-разведчик У-2, летевший на высоте более 20 км, недостижимой в то время нашими самолетами-перехватчиками.

КБ-1 (СКБ «Алмаз») стало головным в разработке и создании и последующих образцов ЗУРО для Войск ПВО страны — зенитных ракетных комплексов С-125 («Нева») и С-200 («Ангара»). При создании этих средств также пришлось впервые решать ряд сложных научно-технических проблем, разрабатывать принципиально новые технические решения, с чем успешно справился коллектив КБ-1 и МКБ «Факел», ко-

РИС.
1.

СОВОКУПНОСТЬ ОБЛАСТЕЙ ЗАДАЧ, РЕШАЕМЫХ СРЕДСТВАМИ ВОЗДУШНО-КОСМИЧЕСКОГО НАПАДЕНИЯ РАЗЛИЧНЫХ КЛАССОВ И ГРУППИРОВКАМИ ПРО-ПВО ОБОРОНЯЮЩЕЙСЯ СТОРОНЫ



торый стал разработчиком зенитных управляемых ракет к этим комплексам.

Эти специализированные комплексы (С-125 — ЗРК с твердотопливными ракетами, предназначенный для поражения низколетящих целей, С-200 — комплекс дальнего действия — «длинная рука») совместно с ЗРК С-75 позволили создавать достаточно эффективные системы обороны важнейших объектов страны. Эти средства также широко поставлялись за рубеж, принимали участие в боевых действиях, на деле подтвердив свои высокие характеристики, а в ряде стран они эксплуатируются до настоящего времени.

Но совершенствование вооружения не прекращается на протяжении всей истории человечества. К концу 50-х годов прошлого столетия существенно возросли боевые возможности тактической авиации, появилась армейская авиация. Возникла реальная угроза применения по войскам и войсковым объектам в ближайшей оперативно-стратегической глубине, а также на театрах военных действий (ТВД) тактического ядерного оружия, носителями которого могли стать СВН нового поколения. К этому времени существенно возросла значимость Сухопутных войск Советской армии, представляющих, по мнению США и стран созданного ими блока НАТО, первостепенную военную угрозу для Запада (рис. 1).

Зенитные подразделения, части и соединения, все еще входящие в состав полевой артиллерии Сухопутных войск, уже не могли справиться с решением новых задач противовоздушной обороны войск и войсковых объектов на ТВД. Войска ПВО страны решить эту задачу также не могли. Во-первых, их ЗУРО было малоподвижным, а во-вторых, к 1950-м годам было создано три группы советских войск численностью более миллиона человек за рубежом страны. Эти войска как бы выпали из-под «зонтика» ПВО страны, но прикрывать их от возможных ударов СВН было крайне необходимо. Эти обстоятельства потребовали поиска и принятия неординарного решения.

«Устаревший» образец военной техники необходимо рассматривать как базовую платформу: при замене радиоэлектронного оборудования на современное и проведении ремонта механики есть возможность получить фактически новый образец вооружения с принципиально новыми боевыми и эксплуатационными характеристиками.

Войска противовоздушной обороны Сухопутных войск и их система вооружения

Такое решение было найдено. В 1958 году в составе Сухопутных войск был создан новый род войск — войска противовоздушной обороны Сухопутных войск (войска ПВО СВ).

Во вновь сформированные войска были переданы зенитные подразделения, части и соединения из полевой артиллерии, что и составило их костяк. Однако по своей технической оснащенности они не могли обеспечить требуемый уровень надежности прикрытия войск и войсковых объектов. Использование в составе Войск ПВО СВ ЗРК С-75, которые к тому моменту научились разворачивать и сворачивать за полтора-два часа, положения дел также существенно не изменило.

Но фактически эти средства представили собой систему вооружения войск ПВО Сухопутных войск первого поколения и внесли определенный вклад в их становление.

Однако диалектика развития средств вооруженной борьбы потребовала создания принципиально новой системы вооружения для войск ПВО Сухопутных войск.

Как показали проведенные исследования, эта система должна была включать в свой состав зенитные ракетные, ракетно-артиллерийские и артиллерийские системы и комплексы, средства разведки воздушного противника и автоматизированные системы боевого управления. При этом все указанное вооружение должно было не только обеспечивать высокую эффективность при борьбе с существовавшими в то время перспективными СВН, но и быть высокоомобильным, таким же, как сами прикрываемые войска. От средств ПВО СВ требовалось обеспечивать боевую работу в движении, с коротких остановок и с неподготовленных, занимаемых с ходу позиций. Другими словами, система вооружения ПВО СВ должна была, по сути, работать как биатлон, то есть и эффективно «стрелять», и хорошо «бегать».

Создание такой системы являлось прорывом в развитии вооружения и военной техники не только в нашей стране, но и за рубежом и могло быть осуществлено только на принципиально новой элементной базе. Полупроводниковая элементная база в то время у нас только зарождалась. Поэтому основным предприятием, сумевшим решить эту проблему, снова стало НПО «Исток», которое разработало и довело до серийного производства новый тип радиоламп — типа

«дробь». Это сверхминиатюрные радиолампы повышенного ресурса работы с гибкими выводами, непосредственно впаиваемые в печатные монтажные платы, наряду с отдельными полупроводниковыми приборами и микросхемами. Именно на такой гибридной элементной базе были созданы всемирно известные зенитные ракетные и зенитно-артиллерийские комплексы «Круг», «Куб» («Квадрат»), «Оса», «Шилка». Тогда же были созданы переносные ЗРК типа «Стрела-2М», мобильные средства разведки и автоматизированного управления. Это и была система вооружения (ВВТ) войск ПВО СВ второго поколения.

Разработанная система ВВТ выдвинула войска ПВО СВ в число наиболее оснащенных в техническом отношении родов войск и позволила решить такие задачи государственной важности, как:

— обеспечение максимально надежной и эффективной противовоздушной обороны войск и войсковых формирований во всех видах и условиях их боевых действий, днем, ночью и независимо от погодных условий, в том числе на радиоактивно зараженной местности;

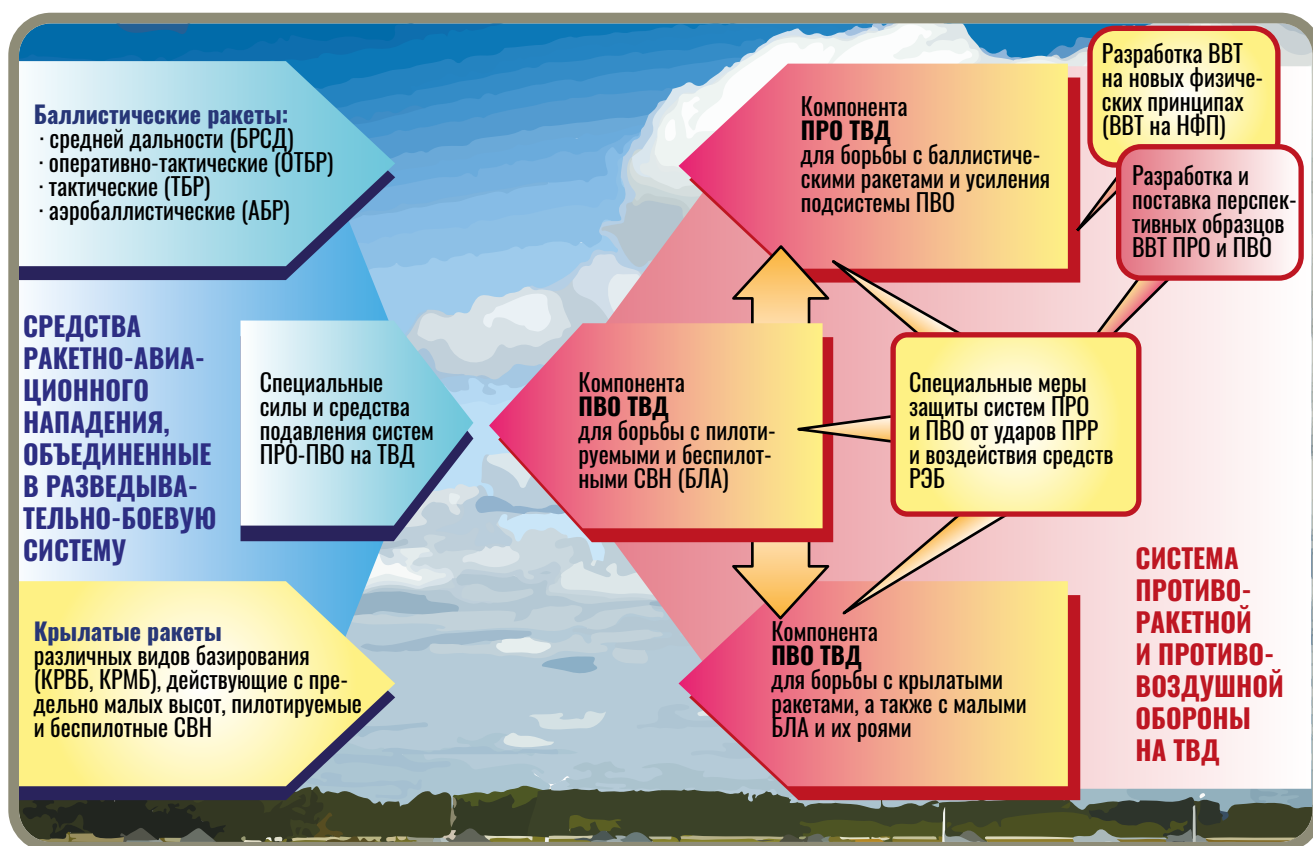
— сведение к минимуму затрат на разработку, производство, эксплуатацию и боевое применение средств и системы ВВТ в целом.

Подобных мобильных систем вооружения ПВО к тому времени не имела ни одна армия в мире, да и сейчас далеко не все армии ими обладают.

Однако дальнейшее развитие средств вооруженной борьбы привело к появлению новых типов СВН, таких как крылатые ракеты, тактические и оперативно-тактические баллистические ракеты (ТБР и ОТБР) нового поколения, баллистические ракеты средней дальности, авиационные баллистические (аэробаллистические) ракеты, беспилотные летательные аппараты (БЛА), модернизированные ракеты ближнего действия (переднего края), противорадиолокационные ракеты (ПРР) увеличенной дальности и точности и другие. Пилотируемая авиация стала интенсивно оснащаться средствами и системами радиоэлектронной борьбы (РЭБ), в составе СВН появились малозаметные летательные аппараты, выполненные по технологии «стелс». Проведенные модернизации ВВТ ПВО СВ второго поколения, направленные

Рис.
2.

ОСОБЕННОСТИ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ ПРО И ПВО НА ТЕАТРАХ ВОЕННЫХ ДЕЙСТВИЙ



на совершенствование его характеристик и повышение боевых возможностей, к тому времени себя исчерпали.

Обеспечение высокой эффективности борьбы с новыми типами СВН потребовало обоснования и уточнения структуры и типажа нового поколения ВВТ войск ПВО СВ и его разработку на принципиально новых физических и технических решениях. При создании нового — третьего — поколения ВВТ войск ПВО СВ определяющую роль опять-таки сыграла имеющаяся в стране радиоэлектронная элементная база. В рамках оборонно-промышленного комплекса (ОПК) в то время действовало жесткое правило, которое категорически запрещало применять иностранную элементную базу и материалы в образцах отечественных ВВТ, что, по моему убеждению, было правильно. Но больших и сверхбольших интегральных схем (БИС и СБИС) отечественная электронная промышленность тогда не производила.

Отсутствие в отечественной номенклатуре БИС и СБИС было компенсировано освоением производства многослойных (до 16 слоев и более) печатных плат (МПП), на которых размещались микросхемы среднего уровня интеграции и которые, по сути, представляли собой СБИС большого и сверхбольшого уровня интеграции.

К 1983–1985 годам была практически завершена разработка средств ПВО третьего поколения, включивших в свой состав зенитные ракетные системы (ЗРС) ПРО-ПВО дальнего действия и средней дальности, ЗРК малой дальности, зенитные пушечно-ракетные комплексы (ЗПРК) ближнего действия и переносный зенитно-ракетный комплекс (ПЗРК) непосредственного прикрытия. Эти средства были приняты на вооружение, что позволило создавать на театрах военных действий комплексные высокоэффективные группировки ПРО-ПВО, структура которых актуальна и до настоящего времени (рис. 2).

В состав системы вооружения войск ПВО СВ третьего поколения вошли такие базовые средства, как ЗРС ПРО-ПВО дальнего действия С-300В, ЗРС средней дальности «Бук», «Бук-М1», ЗРК малой дальности «Тор», зенитный пушечно-ракетный комплекс ближнего действия «Тунгуска», ПЗРК «Игла». В это же время в войска стали поступать также системы и средства автоматизированного управления (АСУ), такие как АСУ збр С-300В и збр «Бук-М1» – «Поляна-Д4», средства автоматизированного управления тактического звена подсистемы ВВС и ПВО АСУВ «Маневр», унифицированные батарейные командирские пункты «Ранжир», подвижные пункты управления ПУ-12, подвижные пункты разведки и управления «Сборка», переносные электронные планшеты (ПЭП).

Существенно обновился и парк средств радиолокационной разведки, который был максимально унифицирован с соответствующими средствами, входящими в состав ЗРС. Основу парка стали составлять трехкоординатные РЛС с аппаратурой автоматического съема координат, а также высокопотенциальные РЛС программного обзора, обеспечивающие не только обнаружение стартов баллистических ракет средней и меньшей дальности, сопровождение их на траектории полета и выдачу целеуказаний ЗРС, но и вскрытие секторов, в которых действуют пилотируемые СВКН под прикрытием помех. Последнее было недоступно другим средствам разведки. Подобных РЛС, по сути, обеспечивающих создание локальной системы предупреждения о ракетном нападении (СПРН), пока не имеет никто в мире.

К концу прошлого столетия стало очевидно, что оборонительные боевые возможности создаваемых систем и группировок ПРО-ПВО должны быть адекватны наступательным возможностям разнотипных и разноплановых группировок СВКН, участвующих в операции, или превосходить их. В том числе это относилось и к группировкам СВКН, обладающим элементами искусственного интеллекта и «разумно» применяющим средства борьбы с системами (группировками) ПРО-ПВО (противорадиолокационные и другие огневые средства поражения, средства радиоэлектронной борьбы, БЛА и крылатые ракеты (КР) с роевым интеллектом и др.). Стало также понятно, что система ВВТ ПВО и создаваемые на ТВД группировки ПРО-ПВО в количественном и качественном отношении должны быть адекватны развитию и мощи противостоящих группировок СВКН или даже опережать их.

Кроме того, выяснилось, что совершенствованием наземной системы ПРО-ПВО необходимо заниматься постоянно, причем как в области поддержания уровня боевых возможностей и эффективности ее вооружения, так и в плане создания соответствующих нетрадиционных структур и формирований обороны [2].

Достаточно вспомнить Югославию, где странами, входящими в НАТО, в первую очередь США, апробировались и отрабатывались элементы ведения бесконтактных войн 5-го и 6-го поколений, в том числе действия авиационных разведывательно-ударных боевых группировок.

Годами не совершенствуемая система ПВО Югославии отстала от развития СВКН практически на два поколения, она не была должным образом реорганизована и фактически не могла противостоять массированным ракетно-авиационным ударам (МРАУ) коалиции НАТО. Никаких специализированных группи-

ровок ПВО не создавалось, силы и средства войсковой ПВО привлекались недостаточно.

Несомненно, такое отношение к системе ПВО страны и ее вооруженных сил стало одной из причин военной катастрофы Югославии.

В России к концу 90-х годов прошлого столетия за счет проведения глубокой модернизации и внедрения новейших научно-технических решений удалось создать систему ВВТ ПВО СВ четвертого поколения, не имеющую и по сей день аналогов в мире.

Однако закупать только ВВТ ПВО нового поколения и быстро оснащать им вооруженные силы практически невозможно, да и нецелесообразно. Даже такая страна, как США, ежегодный военный бюджет которой в 10 и более раз превосходит российский, не в состоянии это делать. Исследования и опыт подсказывают, что поддержание боевого потенциала группировок ПРО-ПВО на ТВД и войск ПВО СВ на требуемом уровне должно осуществляться одновременно по трем направлениям: поставки в войска ВВТ ПРО-ПВО нового поколения, проведение

выборочной инновационной модернизации состоящих на вооружении средств ПВО в ходе проведения капитального ремонта и совершенствование форм и способов борьбы с современными СВКН, в том числе путем реструктуризации группировок ПРО-ПВО и превращения их в мобильные автоматизированные разведывательно-огневые группировки (МАРОГ) (рис. 3).

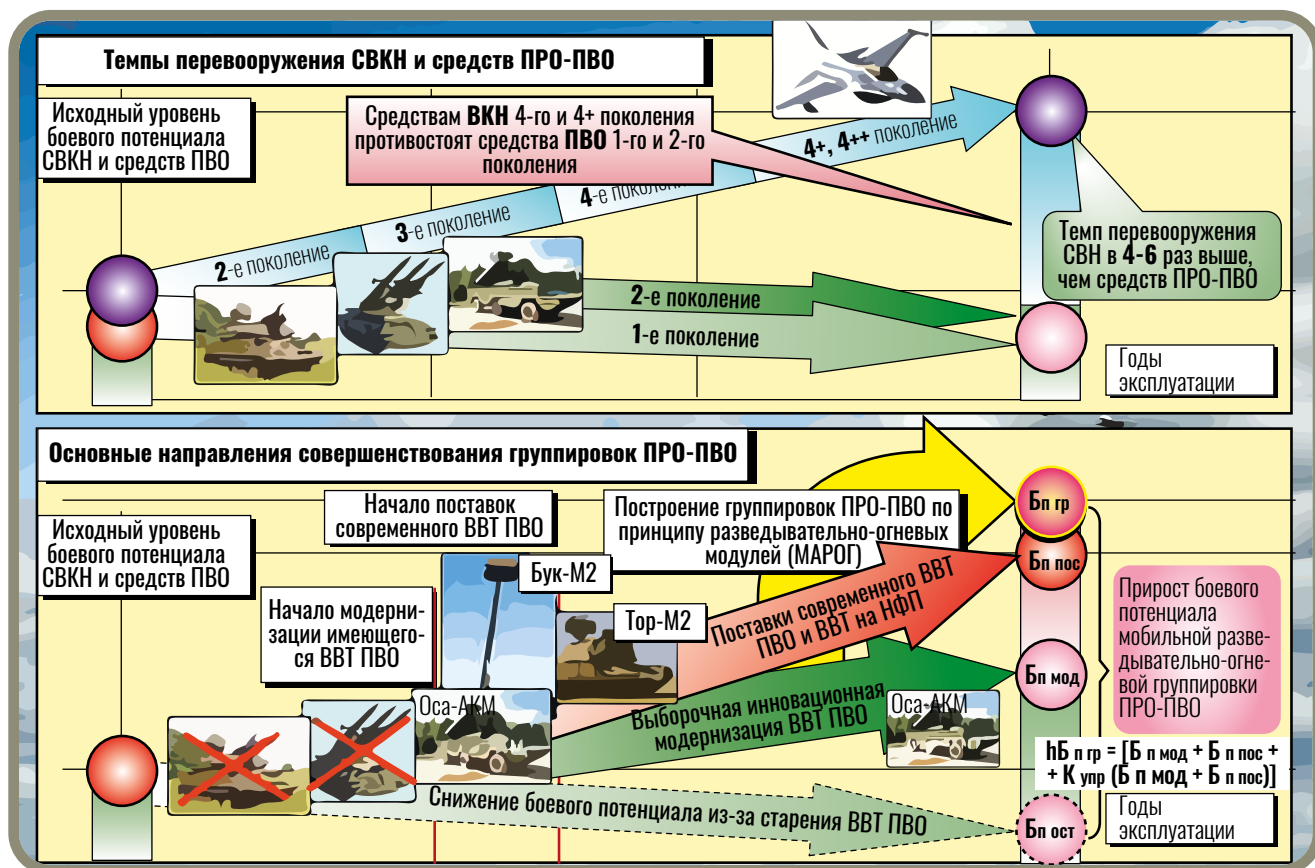
Одновременное планомерное проведение этих мероприятий позволит соизмерить темпы обновления ВВТ ПВО СВ с темпами обновления СВКН при минимальных финансовых затратах.

Особенности и боевые возможности вооружения и военной техники противовоздушной обороны сухопутных войск нового поколения

Говоря о новом поколении ВВТ ПВО СВ, представляемом в войска, следует отметить следующее: проведенные испытания, боевые стрельбы на полигонах, в том числе в ходе специальных

РИС.
3.

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ПОВЫШЕНИЯ БОЕВОГО ПОТЕНЦИАЛА И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ БОЕВЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ ГРУППИРОВОК ПРО-ПВО НА ТЕАТРАХ ВОЕННЫХ ДЕЙСТВИЙ



Расходы на оборону всегда значительно меньше расходов на компенсацию ущерба, который страна может понести в мировой экономике из-за слабости своих вооруженных сил.

исследовательских учений, и натурно-цифровое моделирование в целом показали, что ВВТ ПВО СВ поколения 4 и 4+ стало обладать в разы более высокими тактико-техническими характеристиками и возможностями в сравнении с базовыми средствами третьего поколения.

Так, дальность поражения аэродинамических целей системой С-300В4 возросла в 2,8–3,3 раза (до 400 км) при тех же массогабаритных характеристиках ракет. Система стала обеспечивать поражение баллистических ракет средней дальности (БРСД) при старте 2500 км и более, а также маневрирующих на траектории ОТБР. Американский «Пэтриот» самых последних модификаций не обладает такими характеристиками.

ЗРС средней дальности «Бук-М2» с 6-канального превратился в 24-канальный и приобрел способность поражать крылатые ракеты при высоте полета 10 м на дальности до 40 км, сохранив время развертывания в 5 минут. Такими характеристиками не обладает ни одна система в мире, в том числе еще не принятая на вооружение система С-350 «Витязь».

Боевые машины (БМ) ЗРК малой дальности «Тор-М2» стали обеспечивать одновременное поражение четырех целей, как пилотируемых, так и практически всего арсенала высокоточных средств поражения средней и малой дальности и беспилотных летательных аппаратов, исключая сверхмалые. БМ ЗРК «Тор-М2», кроме гусеничного шасси, может размещаться на колесном, поставляться в контейнерном исполнении, а также в арктическом варианте. В интегральной оценке боевых характеристик по критерию «эффективность — стоимость» ЗРК «Тор-М2» не имеет аналогов в мире и превосходит новейший ЗРК израильского производства «Железный купол», не говоря уже о французском «Кротале-НЖ».

Переносные ЗРК нового поколения «Игла-С» и «Верба» с многоспектральной головкой самонаведения начали оснащаться средствами обеспечения стрельбы ночью, более совершенными средствами приема оповещения (целеуказания), а также контактными и неконтактными датчиками цели. В целом это наиболее массовое средство ПВО стало эффективным элементом непосредственного прикрытия переднего края.

Кроме активных средств в состав нового поколения ВВТ вошли модернизированные средства автоматизированного управления, охватывающие все структурные подсистемы и системы Войск ПВО СВ и по многим компонентам также не имеющие аналогов в мире, и автоматизированные современные радиолокационные средства разведки СВКН, обеспечивающие практически автоматическую выдачу трассовой информации на командные пункты и пункты управления ЗРС и ЗРК. Кроме того, на вооружение поступили современные автоматизированные РЛС метрового диапазона, нечувствительные к технологии «стелс» и непоражаемые ПРР.

Высокие боевые и эксплуатационные характеристики вооружения ПВО Сухопутных войск различных поколений, особенно последнего, его превосходство над ближайшими зарубежными аналогами, в том числе по критерию «эффективность — стоимость», были по достоинству оценены на мировом рынке. Отечественное ВВТ ПВО поставлялось и продолжает поставляться более чем в 38 стран мира, многие образцы применялись в боевых действиях и подтвердили свои высокие характеристики. Не случайно, что закупки Турцией ЗРС ДД С-400, а Египтом — самолетов поколения 4+ Су-35 столь болезненно воспринимаются в США.

Чтобы подтвердить высокие боевые и эксплуатационные характеристики ВВТ ПВО СВ нового поколения, достаточно напомнить, что ЗРС «Бук-М2», поставленные в Сирию и обслуживаемые сирийскими расчетами, в ходе отражения ударов крылатыми ракетами «Томагавк», наносимыми и США, и Израилем, весьма эффективно поражали средства нападения. Так, в ходе отражения налета, нанесенного в апреле 2017 года США КР морского базирования по авиабазе Шайрат, было уничтожено 36 КР (61 %) из числа 59, запущенных с эсминцев. Во всех предыдущих конфликтах, когда «Бук-М2» не применялся, потери КР нападающей стороны не превышали 6–12 %.

А вот при нанесении ударов повстанцами Йемена, в том числе крылатыми ракетами (7 КР и 18 беспилотников) по нефтедобывающим сооружениям Саудовской Аравии, прикрываемым ЗРК «Пэтриот» с американскими расчетами, эффективность отражения налета составила 0 %: ни одна цель сбита не была, при том что эти цели нельзя назвать архисложными для средств ПВО. В результате этого удара и неэффективности ПВО была выведена из строя половина мощностей Саудовской Аравии по добыче нефти, что подняло мировые цены на нее на 20 %.

О созданных системах вооружения войск ПВО Сухопутных войск в целом, о людях, стоящих у истоков их создания, уже неоднократно рассказыва-

лось, в том числе и автором настоящей статьи [3–8].

Инновационная модернизация вооружения и военной техники противовоздушной обороны Сухопутных войск на базе «платформенного» подхода

В 1990-е годы в условиях общей экономической катастрофы пришел в упадок и оборонно-промышленный комплекс страны, что нанесло огромный ущерб войскам ПВО СВ. На протяжении последующих десятилетий новое вооружение поступало в мизерных количествах.

В связи с этим искать решение проблемы создания современных эффективных группировок ПРО-ПВО пришлось не столько за счет поставок нового вооружения, сколько с помощью внедрения глубокой инновационной модернизации средств ПРО-ПВО третьего поколения, находящихся в войсках, в ходе проведения их капитального ремонта.

Как известно, ВВТ ПВО имеет предельно-нормативные сроки эксплуатации, составляющие 20–25 лет, и так называемые сроки морального старения, зависящие от темпов перевооружения СВКН, которые в настоящее время составляют 15–20 лет. Детальный анализ состояния израсходовавшего свой предельно-нормативный ресурс вооружения показывает, что устаревает в основном не механическое, а радиоэлектронное оборудование (РЭО).

Механические узлы и агрегаты (пусковые устройства, электро- и гидроприводы, поворотные устройства, шасси, системы энергоснабжения и многое другое) остаются, как правило, работоспособными и обладают значительным остаточным ресурсом. Вместе с тем по стоимости механика составляет 60–70 % стоимости всего образца и является наиболее трудоемкой и затратной по времени при производстве.

При замене РЭО на таких образцах на современное и проведении ресурсоподдерживающего ремонта механики есть возможность получить фактически новый образец ВВТ с принципами

РИС.
4.

ИННОВАЦИОННЫЙ ПОДХОД К МОДЕРНИЗАЦИИ ВООРУЖЕНИЯ И ВОЕННОЙ ТЕХНИКИ ПРО-ПВО, ОСНОВАННЫЙ НА КОНЦЕПЦИИ БАЗОВОЙ ПЛАТФОРМЫ (на примере ЗРС СД типа «Бук»)



ально новыми боевыми и эксплуатационными характеристиками. Другими словами, образец ВВТ необходимо рассматривать как некую базовую платформу и оценивать ее ресурс по фактическому состоянию. При наличии ресурса базовой платформы и замене РЭО такой подход делает возможным перевод образца вооружения в новое поколение (скажем, из поколения 3 в 4 или 4+) при значительном (до 70 %) сокращении финансовых затрат и, самое главное, возможности перманентного поддержания ВВТ на соответствующем уровне развития. Это и есть инновационный подход к модернизации вооружения и военной техники ПРО-ПВО, основанный на концепции базовой платформы (рис. 4).

Внедрение в практику инновационного подхода к модернизации вооружения обеспечивает непрерывное совершенствование боевых и технических характеристик ВВТ, приведение так называемых старых средств и новых практически к единому поколению, что крайне важно для поддержания этого вооружения в боеготовом состоянии. Кроме того, модернизация ВВТ на базовой платформе позволяет сохранить превосходство нашего вооружения над зарубежными аналогами (или поддержать паритет) на ближайшие 15–20 лет — при минимальных финансовых затратах и максимальном использовании современных технологий.

Заключение

Анализ локальных и региональных конфликтов последних лет подтверждает, что на ход и исход боевых действий существенно влияют

возможности систем ПВО (а в настоящее время и нестратегической ПРО) противостоять ударам современных СВКН — основных потенциальных носителей средств поражения.

Очевидно, что оборонительные боевые возможности создаваемых систем и группировок ПРО-ПВО должны быть адекватны наступательным возможностям разнотипных и разноплановых группировок СВКН, участвующих в операции, или превосходить их. На современном этапе системы ПРО-ПВО на ТВД и войска ПВО СВ в целом превратились в важнейший оперативно-стратегический фактор сдерживания агрессии, и экономия средств на развитии их системы ВВТ чревата необратимыми последствиями.

При этом типаж вооружения войск ПВО СВ должен быть минимально необходимым и научно обоснованным по критерию «эффективность — стоимость», а его количество — достаточным для сохранения боеспособности прикрываемых войск и войсковых объектов на ТВД от ударов всех типов СВКН. Это позволит достичь требуемой эффективности создаваемых группировок ПРО-ПВО, в том числе мобильных автоматизированных разведывательно-огневых, с минимальными финансовыми затратами.

Один из наших ученых отметил, что расходы на оборону всегда значительно меньше расходов на компенсацию ущерба, который страна может понести в мировой экономике из-за слабости своих вооруженных сил [9]. С этим трудно не согласиться. Хотелось бы надеяться, что здравый смысл восторжествует еще в обозримом будущем и проблемные вопросы будут решены.

Литература

1. **Альперович К.С.** Так рождалось новое оружие. Записки инженера. Системы ЗУРО от С-25 до С-200. М., Унисерв, 2014. 224 с.
2. **Лузан А.Г.** Новые концепции структуры и боевого применения войск ПВО Сухопутных войск – требование времени // Воздушно-космическая сфера. 2018. № 4. С. 50–61.
3. **Лузан А.Г.** Без надежной ПВО перевооружение войск бессмысленно и бесполезно // Независимое военное обозрение. 2012. № 1. 20 января. С. 1, 10.
4. **Лузан А.Г.** Есть отнюдь не мифический «Антей» в нашем Отечестве // Независимое военное обозрение. 2012. № 9. 23 марта. С. 6–7.
5. **Лузан А.Г.** Еще раз о «кирпичах» и «кирпичиках» ПРО-ПВО на театре военных действий // Независимое военное обозрение. 2012. № 18. 8 июня. С. 8–9.
6. **Лузан А.Г.** В поисках главного командования для боевых роботов // Независимое военное обозрение. 2012. № 29. 24 августа. С. 1, 4.
7. **Лузан А.Г.** Тяжело сражаться на два фронта // Независимое военное обозрение. 2012. № 33. 21 сентября. С. 1, 8.
8. **Лузан А.Г.** Россия под прицелами средств воздушного нападения // Независимое военное обозрение. 2012. № 42. 23 ноября. С. 1, 8.
9. **Храмчихин А.А.** Какой станет военная организация России? // Независимое военное обозрение. 2016. № 46. 9 сентября. С. 6–7.

References

1. **Al'perovich K.S.** Tak rozhdalos' novoe oruzhie. Zapiski inzhenera. Sistemy ZURO ot S-25 do S-200. Moscow, Uniserv, 2014, 224 p.
2. **Luzan A.G.** Novye kontseptsii struktury i boevogo primeneniya voysk PVO Sukhoputnykh voysk – trebovanie vremeni. Vozdushno-kosmicheskaya sfera, 2018, no. 4, pp. 50–61.
3. **Luzan A.G.** Bez nadezhnoy PVO perevooruzhenie voysk bessmyslenno i bespolezno. Nezavisimoe voennoe obozrenie, 2012, no. 1, 20 January, pp. 1, 10.
4. **Luzan A.G.** Est' otnyud' ne mificheskii «Antey» v nashem Otechestve. Nezavisimoe voennoe obozrenie, 2012, no. 9, 23 March, pp. 6–7.
5. **Luzan A.G.** Eshche raz o «kirpichakh» i «kirpichikakh» PRO-PVO na teatre voennykh deystviy. Nezavisimoe voennoe obozrenie, 2012, no. 18, 8 June, pp. 8–9.
6. **Luzan A.G.** V poiskakh glavnogo komandovaniya dlya boevykh robotov. Nezavisimoe voennoe obozrenie, 2012, no. 29, 24 August, pp. 1, 4.
7. **Luzan A.G.** Tyazhelo srazhat'sya na dva fronta. Nezavisimoe voennoe obozrenie, 2012, no. 33, 21 September, pp. 1, 8.
8. **Luzan A.G.** Rossiya pod pritselami sredstv vozdushnogo napadeniya. Nezavisimoe voennoe obozrenie, 2012, no. 42, 23 November, pp. 1, 8.
9. **Khramchikhin A.A.** Kakoy stanet voennaya organizatsiya Rossii? Nezavisimoe voennoe obozrenie, 2016, 9 September, no. 46, pp. 6–7.



© Лузан А. Г., 2019

История статьи:

Поступила в редакцию: 12.11.2019
Принята к публикации: 03.12.2019

Модератор: Дмитриук С. В.

Конфликт интересов: отсутствует

Для цитирования:

Лузан А.Г. Противоракетная и противовоздушная оборона на театрах военных действий: история, реалии и перспективы // Воздушно-космическая сфера. 2019. № 4. С. 76–86.

АЛЕКСЕЙ ЛЕОНОВ.

РАССКАЗ ЛЕГЕНДЫ



Наталья Леонидовна БУРЦЕВА,
преподаватель факультета журналистики Института
массмедиа РГГУ, аспирант, Королёв, Россия,
natalya.burtseva@rsce.ru

Мне посчастливилось на протяжении многих лет общаться с легендарным космонавтом Алексеем Леоновым. Для студии Роскосмоса мы записывали интервью о наборе в отряд космонавтов, о Гагарине, о полете, об отношении к жизни и даже об оружии у космонавтов. Разнообразно одаренный человек, он обладал также редким талантом рассказчика. Алексей Архипович часто предвосхищал мои вопросы: иногда казалось, что он знает, о чем я спрошу в следующую минуту.

Говорил лаконично и быстро, практически дословно воспроизводя прямую речь людей. И создавалось впечатление собственного присутствия в те исторические моменты, о которых шла беседа.

Леонов неизменно присутствовал на торжественной встрече экипажей после космического полета в Звездном Городке: всегда с иголки и с улыбкой.

11 октября нынешнего года Алексея Архиповича не стало. Разговоры разных лет, в том числе и последних, я решила собрать в один материал. И поскольку задавать вопросы больше не придется, пусть это будут ответы, которые оставил нам этот удивительный человек — космонавт из первого отряда.



О Гагарине

Когда мы готовились к первому полету, каждого из нас спросили: «Ты знаешь всех: уже год работаете вместе. Как думаешь, кто должен первым полететь?» Большинство выбрало себя, конечно. Я сказал: «Мне хочется, но я понимаю, что раз во вторую группу попал...» А первую, приоритетную, группу так сформировали: из 20 человек ростом до 170 сантиметров — шестеро.

Хотя я, например, по прохождении курса космонавтов получил самую высокую оценку за общекомисскую подготовку. Но я 172 сантиметра, а ребята в первой группе — 165, 166, 167, 168...

Когда попросили назвать второго — после себя, почти все называли Юрия Гагарина. Но прозвучало также имя Германа Титова, это я отчетливо помню.

Время показало, что мы не ошиблись.



Юрий Гагарин и Герман Титов, 1960 год. Российский государственный архив научно-технической документации (РГАНТД)

О конфликте между Титовым и Гагариным

Я не уверен, подходящее ли это слово — «конфликт». Но когда в 1981 году мы праздновали двадцатилетие первого полета, Герман Титов сказал: «Для кого праздник, а для меня — черный день».

Я думаю, обида не давала ему быть объективным, рассудить трезво и справедливо. Вся жизнь он был убежден, что первого космонавта выбрали ошибочно, что он сам был более достоин.

Да, он отлично учился в академии и был блестящим летчиком. Но никому из нас руководство не давало никаких гарантий. До самого последнего дня они шли наравне, и только 11 апреля на госкомиссии однозначно сказали: первым на корабле «Восток-1» полетит старший лейтенант Гагарин.



Первый отряд космонавтов СССР, 1960 год. РГАНТД

О первом отряде

У всех нас из первого отряда судьба одинаковая — будто калиброванная. И можно сказать точно, что время не зря выбрало именно нас: поколение мальчишек-подранков войны. Мы пережили голод, рано начали работать, и каждый из нас зарабатывал как только мог и где только мог. Но учились все как один.

Только у Германа Титова отец был учителем, а у остальных — рабочие, шахтеры, колхозники. Когда Андриян Николаев уходил учиться в техникум, его мама, Анна Алексеевна, смогла дать ему с собой только четыре картошки. Завязала в узелок и сказала: «На тебе, Андрюша, в дорогу».

И этот мальчишка ушел в большую жизнь с четырьмя картошками. Я ушел из дома с пятнадцатью рублями денег, в одном спортивном костюме, даже рубашки не было. Вот из таких ребят и была впоследствии сформирована Группа ВВС № 1.



Занятия отряда космонавтов физической подготовки: Владимир Комаров, Евгений Хрунов, Дмитрий Заикин, Борис Волинов, Валентин Филатьев, Герман Титов, Алексей Леонов, Григорий Нелюбов, и Валентин Бондаренко. 1960 год

О Циолковском

Я нашел один интересный документ, могу его процитировать. 1935 год, Циолковский пишет: «Я свободно представляю первого человека, преодолевшего земное притяжение и полетевшего в межпланетное пространство. Я могу без труда обрисовать его, так он близок мне и понятен. Он русский, в этом я не сомневаюсь, об этом я много раз говорил, он гражданин Советского Союза. По профессии, скорее всего, летчик. У него отвага умная, лишенная духовного безрассудства. Я отчетливо представляю его открытое лицо и голубые глаза».

К этому времени Гагарину исполнился один год. И все наше поколение только что родилось, а Циолковский пишет, как будет выглядеть будущий покоритель космоса. Представляете?

О выходе в открытый космос он говорил «вне Земли». Он ведь все описал, только своими словами. Например, шлюзовая камера у него есть — но он говорит просто «камера», экранно-вакуумная изоляция — «балахон».

Когда я подошел и открыл двери шлюзовой камеры, я увидел, какая бездна разделяет нас: меня и Землю.

А когда я, с трудом оторвавшись, шагнул в эту бездну, у меня что-то покатилося, меня что-то подперло. Звезды были и слева, и справа, и вверху, и внизу, и я находился среди звезд. Постепенно все успокоилось, и я понял, что я сам — частица этого гигантского мира, где живет человек, как песчинка.



Члены первого отряда космонавтов и группа руководителей на отдыхе



КОГДА Я ПОДОШЕЛ И ОТКРЫЛ ДВЕРИ ШЛЮЗОВОЙ КАМЕРЫ, Я УВИДЕЛ КАКАЯ БЕЗДНА РАЗДЕЛЯЕТ НАС: МЕНЯ И ЗЕМЛЮ. А КОГДА Я, С ТРУДОМ ОТОРВАВШИСЬ, ШАГНУЛ В ЭТУ БЕЗДНУ, У МЕНЯ ЧТО-ТО ПОКАТИЛОСЬ, МЕНЯ ЧТО-ТО ПОДПЕРЛО. ЗВЕЗДЫ БЫЛИ И СЛЕВА, И СПРАВА, И ВВЕРХУ, И ВНИЗУ, И Я НАХОДИЛСЯ СРЕДИ ЗВЕЗД. ПОСТЕПЕННО ВСЕ УСПОКОИЛОСЬ, И Я ПОНЯЛ, ЧТО Я САМ - ЧАСТИЦА ЭТОГО ГИГАНТСКОГО МИРА, ГДЕ ЖИВЕТ ЧЕЛОВЕК, КАК ПЕСЧИНКА.



Юрий Гагарин, 1960 год. РГАНТД

Знакомство с Гагариным

В первый раз я увидел Гагарина в госпитале в Сокольниках, в 1959 году, 4 октября, в 15 часов 30 минут. Захожу: сидит парень по пояс раздетый, пижама висит на стуле. И вот до сих пор передо мной глаза его голубые, искрящиеся такие. Улыбается и говорит: «Здравствуйте, я Юрий Гагарин с севера, старший лейтенант полярной авиации». Я отвечаю: «Алексей Леонов с юга, лейтенант, перехватчик».

Так знакомство и началось. Через полчаса я уже знал все про него. У него была с собой книга, и мне стало интересно — что он читает? Посмотрел: «Старик и море». Тогда эта книга только появилась в магазинах. Я подумал: серьезный же парень! Я только где-то слышал про нее, а он уже читает.

Когда Юрий слетал, это было счастье для народа — танцевали, песни пели, все в цветах. Настоящий праздник! Солнечный день, и словно вся Москва на Красной площади, вся Москва слушает звенящий голос Гагарина. Точно такая же была встреча Титова и Валентины Терешковой. И я удосужился 24 марта 1965 года выступить перед многотысячной демонстрацией — люди все



шли и шли. Это была высокая честь — выступить с этого самого высокого места в нашей стране. И каждый чувствовал себя участником этого события, понимаете?

Про отбор в отряд

Когда после запуска первого спутника Сергей Павлович Королёв дал задание проработать пилотируемый вариант, зашел разговор об экипажах. Как он думал, космонавтами должны стать летчики-истребители — они наиболее подготовлены к управлению.

И представители отборочной комиссии поехали по воинским частям. Стали проверять контингент, исходя из таких принципов: не старше 30 лет, и чтобы летал во всех условиях и на новейшей технике. А дальше уже медицинское обследование показывало — способен он быстро решать сложные задачи или нет. И еще спрашивали: «Есть ли у вас молодые люди, которые попадали в какие-либо непредвиденные условия и как-то выкручивались? Дайте нам в первую очередь данные этих».



А у меня незадолго до того случилась авария. Лопнула трубка гидросистемы, отказала электрика, отказали приборы. В ответ на ситуацию я выпустил шасси и щитки, но после прохода загорелась лампочка — пожар. Катапультироваться уже было поздно, я выключил двигатель и пошел на посадку.

И я посадил машину за 500 метров до полосы. Был сухой, без дождей, август — земля твердая. Думаю: пшеницу еще не убрали, вот я полосу как раз убери. Пожара не случилось, но масло, очевидно, попало в компрессор — датчик показал температуру. Я не принимал в расчет смертельной опасности, поэтому действия были спокойными и верными. Это отметил полковник Анатолий Евгеньевич Карпов, анализируя мою ситуацию. Он пригласил меня на беседу и спросил:

— Хотите стать летчиком-испытателем?

— Хочу, — отвечаю.

— Вот мы вам и предлагаем.

Когда нас пригласил к себе маршал Вершинин, главнокомандующий, нас было 12 человек — первая группа, официально пока не объявленная. И он сказал: «Как мне жаль вас отдавать! Что же, наверное, вам надо идти другой дорогой. Но того, что вы вышли из ВВС, не забывайте. Выйдите сейчас в коридор, подумайте, а после скажете о своем решении». Мы вышли, постояли... Никто не передумал идти в космонавты, конечно. Заходим, и вдруг Юра, без всяких просьб и полномочий от нас, говорит: «Товарищ главнокомандующий, уважаемый Константин Андреевич, нам жаль с вами расставаться. Спасибо вам большое за то, что вы научили нас летать! У нас крылья могучие».

О женитьбе

Я приехал 4 ноября 1959 года, пошел туда, где Света тогда работала, и сказал: «Свет, такое дело: сейчас или никогда».

Она молчит. Я говорю: «Ладно, послезавтра пойдем в ЗАГС, а завтра я иду в горком партии договориться, чтобы разрешили». Срок ближайшей командировки был четыре месяца, я и рассчитал: 14-го свадьба, 15-го улетаю. «Ладно, хорошо», — ответила.

14-го свадьба, весь полк гулял, а 15-го утром я улел в Берлин. И встретились мы три месяца спустя, даже чуть больше. А однажды она прилетела ко мне, а я уже улел в Москву. Так и гонялись друг за другом...

О мечте

Мечтать можно о чем угодно, но мечта должна быть подкреплена какими-то реальными основаниями. В области космонавтики все зависит от людей, от руководства. Я мечтаю, чтобы мы вновь полетели на Луну. Совершенно ясно, что нужно делать на Луне и как это делать. Это лишь вопрос времени. Я сейчас не говорю о Марсе: туда человеческая тропа тоже будет налажена, но гораздо позже.

В наши дни я вижу какую-то нерешительность в плане космоса, чего у Королёва не было. Я могу поклясться, что если бы сейчас жил Сергей Павлович, мы бы точно уже вернулись на Луну.

Когда в свое время встал вопрос — твердый грунт на Луне или мягкий, Королёв сказал: пишите — твердый. А никто ничего не мог знать наверняка, ведь никто там не был. Что там за пыль, какой слой этой пыли — полметра, метр? Неизвестно.



” КОГДА В СВОЕ ВРЕМЯ ВСТАЛ ВОПРОС — ТВЕРДЫЙ ГРУНТ НА ЛУНЕ ИЛИ МЯГКИЙ, КОРОЛЁВ СКАЗАЛ: ПИШИТЕ — ТВЕРДЫЙ. А НИКТО НИЧЕГО НЕ МОГ ЗНАТЬ НАВЕРНЯКА, ВЕДЬ НИКТО ТАМ НЕ БЫЛ. ЧТО ТАМ ЗА ПЫЛЬ, КАКОЙ СЛОЙ ЭТОЙ ПЫЛИ — ПОЛМЕТРА, МЕТР? НЕИЗВЕСТНО. ПОНИМАЕТЕ, НУЖЕН БЫЛ ЧЕЛОВЕК, КОТОРЫЙ ПРОСТО СКАЗАЛ БЫ «ТВЕРДЫЙ». И НАЧАЛИ ВСЕ РАСЧЕТЫ ДЕЛАТЬ НА ТВЕРДЫЙ ГРУНТ. ТАК И ПОЛУЧИЛОСЬ...

”



Понимаете, нужен был человек, который просто сказал бы «твердый». И начали все расчеты делать на твердый грунт. Так и получилось...

Про полет Терешковой

Отправлять женщину было рискованным шагом. Надо было предварительно провести всевозможные исследования. Но подготовку женская группа прошла полностью, в тех же условиях, что и мужские экипажи. Сейчас ретроспективно смотрю на это, и даже трудно помыслить, насколько им было тяжело. Никакого послабления, никакой жалости не было, только одно — выжать максимум из человека и обезопасить себя. С другой стороны, жизнь все оправдала...

Что касается Валентины, вся ее молодость была нелегкой. Отец пропал без вести во время финской войны, а это считалось равным статусу военнопленного. То есть семья пропавшего не то что не получала помощи — пособий или льгот, а еще и оказывалась под жестким моральным давлением. Всего 23 года было матери, трое детей, мал мала меньше, жить невозможно. Поэтому Валентина и ее сестра с детства начали работать. Она пошла учиться, а после седьмого класса поступила

работать на перекопскую фабрику и одновременно — в вечерку. Только тот, кто учился и работал, может понять, как это трудно. Тем более — девочка молодая, красивая, погулять хочется. Однако у нее была цель — помочь семье, поднять младшего брата. При этом она находила время еще и заниматься в аэроклубе!

Сильнейшая воля к жизни и к победе. Она приложила все силы, чтобы стать человеком. Занималась большой общественной работой, спортом, была комсомолкой. Так и создает себя незаурядный человек.

В полете Терешкова вела себя мужественно до самой земли, все было сделано по программе. Опасались за репродуктивную функцию — никто не знал, как космос на это влияет.

И когда у нее родилась дочка, каких только не было разговоров... А девочка здоровая.

Колоссальное ликование было после ее полета, десятки кинокамер, фотоаппаратов, вся пресса. Необыкновенный подъем произошел у женщин: мы доказали, что мы тоже можем это делать!

Правильно, можете, но надо серьезнейшим образом готовиться.



Алексей Леонов с семьей: жена Светлана, дочери Виктория и Оксана



Автограф Королёва

Однажды я присутствовал, когда люди подходили к Сергею Павловичу за автографами. Я сказал: «Сергей Павлович, я ни у кого не просил и не буду просить автограф, а у вас прошу». У меня была с собой фотография, и он написал: «Дорогой Алеша, пусть Млечный путь не будет тебе пределом, а солнечный ветер будет всегда попутным». Солнечный ветер был у него постоянно в мыслях. И уже много позднее мы узнали о разработках этих конструкций, которые используют солнечный ветер. Он думал применить их для полета на Марс.

О перспективах

Надо определиться: мы будем играть в футбол или заниматься серьезными научными исследованиями. Ведь это же не просто прогулки в космос, мы дожили до того, что космонавтика — эффективная часть экономики. У американцев все четко просчитано: доллар, вложенный в программу, возвращается тремя долларами прибыли. И отечественная космонавтика вышла на реальную практическую пользу: взять только геодезию и картографию. Ведь сколько надо было вложить средств для того, чтобы провести картографию нашей страны! Раньше это делалось в лучшем случае на самолете. В космосе мы делаем один виток, снимая то, что с самолета надо год снимать. И существует много проектов, которые практически разработаны, надо только поддерживать... Есть большое непонимание со стороны руководства того, что делается в космической науке.

После того как мы вернулись из полета, Сергей Павлович в личной беседе сказал: «Вы взлетели, а я остался на этой площадке. И у меня одна мысль: куда я послал этих мальчишек?! Мы же ничего не знаем».

Во время последнего инструктажа на стартовом столе говорил: «Алеша, не торопись, я тебя прошу. Все, что будешь делать, обо всем докладывай. Ты должен работать, как минер».

О своем полете

Эта история началась в 1962 году, когда Сергей Павлович пригласил нас, первый отряд космонавтов, в конструкторское бюро — посмотреть новые машины. И мы приехали. Вошли в знаменитый 44-й цех, увидели ряды кораблей «Восток» и странные корабли другой конструкции: с прозрачной трубой — шлюзовой камерой. Мы окружили эти корабли, и СП (так мы называли Сергея Павловича) сказал гениальные слова, которые определили цели и задачи работы в открытом космосе: «Это просто: моряк морского лайнера должен уметь плавать в воде. Точно так же и космонавт, находящийся на борту космического корабля, должен уметь плавать в открытом космосе. Однако не только плавать, но и выполнять монтажные работы. Для этого создан этот корабль. Посмотрите на него внимательно».

Потом, оглядев нас всех, он обратился ко мне: «А ты, орелик, надень скафандр и вместе с Анохиным пройди по трассе, проверь концепцию, а через два часа доложите свои соображения на собрании технического руководства».

Забилось сердце, я подумал: случайно ли? Конечно, это было не случайно, накануне СП сказал



” ПОСЛЕ ТОГО КАК МЫ ВЕРНУЛИСЬ ИЗ ПОЛЕТА, СЕРГЕЙ ПАВЛОВИЧ В ЛИЧНОЙ БЕСЕДЕ СКАЗАЛ: «ВЫ ВЗЛЕТЕЛИ, А Я ОСТАЛСЯ НА ЭТОЙ ПЛОЩАДКЕ. И У МЕНЯ ОДНА МЫСЛЬ: КУДА Я ПОСЛАЛ ЭТИХ МАЛЬЧИШЕК?! МЫ ЖЕ НИЧЕГО НЕ ЗНАЕМ». ВО ВРЕМЯ ПОСЛЕДНЕГО ИНСТРУКТАЖА НА СТАРТОВОМ СТОЛЕ ГОВОРИЛ: «АЛЕША, НЕ ТОРОПИСЬ, Я ТЕБЯ ПРОШУ. ВСЕ, ЧТО БУДЕШЬ ДЕЛАТЬ, ОБО ВСЕМ ДОКЛАДЫВАЙ. ТЫ ДОЛЖЕН РАБОТАТЬ, КАК МИНЕР». ”



обо мне: «Хороший летчик, смелый...» Экипаж подбирали, наверное, еще с мыслью о равновесии: один торопливый — Беляев, а другой медлительный. Дублеры — Хрунов и Горбатко.

Дальше все зависело от нас. Впереди было два года. Два-три раза в неделю мы приезжали на завод изучать корабль. Тренажера не было. Гидролаборатории не было. Отрабатывали аварийные схемы. Сдавали экзамены. Работали в барокамере. Штатная работа в глубоком вакууме. Я выполнял свои действия по шлюзованию и вел репортаж о том, что вижу. Я выдумывал. Тренировка была очень опасная, зато после нее я поверил в надежность скафандра, поверил, что он меня не подведет, что это моя защита.

Выполнив все, что нужно, сдав все экзамены, в марте мы вылетели на полигон. Началась предполетная и физическая подготовка. Требовались громадные усилия, чтобы управлять скафандром. За два дня до старта случилась авария на космодроме. Беспилотный корабль, который был послан перед нами и на котором мы должны были получить пробные данные о предстоящем полете, взорвался на орбите. Все было отработано, но при спуске сформировалась команда на подрыв... В результате мы не имели ничего, никаких данных. После этого плачевного события Сергей Королёв и Всеволод Келдыш приехали к нам в гостиницу. Состоялся жесткий, прямой разговор: «Перед нами два варианта: переделать ваш корабль в беспилотный и провести испытания, а потом строить новый корабль, который будет готов через девять месяцев, или идти работать прямо сейчас». Мы, конечно, сказали: «Работать прямо сейчас. Мы на пике готовности, мы отработали 3000 нештатных ситуаций». Сергей Павлович спросил: «А на корабле будет 3001-я?»

Мы понимали, что гарантий никаких, но шли на эту работу уверенно. Спаситься никак нельзя до 22-й секунды, только после 22-й секунды можно

приземлиться. Это был один корабль без системы спасения: и «Восток», и «Союз» имели ее. Я уверен — если бы мы приняли решение на доделку, ничего страшного бы не произошло. Никто не говорил о важности политического преимущества, этого не было в беседе. Но мы знали, что лучше отработать сейчас.

18 марта нас подняли в 5 часов утра. Перед этим смотрели, как мы спали: каждая постель была оборудована датчиком. Выходим из гостиницы, а вокруг степь белая-белая. Снег выпал.

Первый, кто нам идет навстречу, — женщины. А Сергей Павлович не разрешал женщинам быть на старте... Я Паше говорю: «Все будет нормально, но нахлебавшись мы с тобой в этом полете достаточно».

Старт как в мягком поезде... Отработана первая, вторая, третья ступень. Перегрузки мы не ощущали. Я даже вел репортаж о самочувствии. Внезапно произошло отделение, и мы с Пашей оказались вверх ногами — такое было впечатление. Шлюз... Построение шлюза. Все параметры рабочие. И я уже перед Камчаткой. Перешел в шлюзовую камеру, отстегнулся от борта, и люк за мной был закрыт. Мы ждали расчетное время, когда по программе начнет открываться люк, мы уже были около Австралии. И я увидел, как Земля разворачивается, увидел Антарктиду. Над Африкой люк полностью открылся. Прозвучала команда: «Начать выход». Сам выход занял две-три секунды, я поднял голову и увидел Балтийское море.



Я начал вести репортаж: «Кавказ, Кавказ, подмною река Волга». Настала необыкновенная тишина, я слышал биение своего сердца и дыхание. На Земле такого не было.

Паша сделал заявление: «Человек вышел в открытое космическое пространство и находится в свободном плавании». Я не сразу понял, что это он обо мне.

Сделал несколько отходов и подходов, закрутило меня сильно... Понял, что надо очень осторожно двигаться. Пытался все время вести съемку. Была камера, но я не мог дотянуться до манипулятора, хотя на тренировках все получалось. Скафандр деформировался. У меня не хватало сил согнуть его, перчатки заламывались, пальцы вышли из них, а ноги из сапог. Такое резкое падение давления могло вызвать у меня усиленное выделение азота, буквально закипание крови. Пришло время возвращаться, но по инструкции — вперед ногами — у меня не получалось. И я пошел головой. С усилием протиснулся внутрь шлюзовой камеры. Но все равно надо разворачиваться и идти ногами вперед: в корабль головой не войдешь. Поэтому, здраво рассудив, я остался в этой позиции... Люк закрылся, и я начал разворачиваться ногами вперед. Именно это оказалось самым тяжелым. Температура поднялась на два градуса — 37,8. Если бы дошло до 38 — летальный исход. Пот выступал такой, что я ничего не видел. Шесть килограммов веса я потерял за эту операцию. И вот попал в корабль, закрыли люк. Паша похлопал меня по плечу и говорит: «Молодец, Алеха». Для меня это была очень большая похвала. Мы продолжили работать.

И тут произошла самая страшная авария — за-кислороживание. Парциальное давление кислорода поднялось до 460 мм, а мы помнили, что Валя Бондаренко сгорел при 320...

Оказывается, после того как был закрыт люк, не была загерметизирована система, и в микронные щели из-за разности металлов пробился воздух. А система регенерации вырабатывала кислород, который мы не могли поглотить, и он у нас стал расти. И дорос уже до 420. Мы все убрали на минимумы: и кислород, и температуру, и влажность. И вдруг наступило кислородное опьянение: мы заснули, несмотря на эту опасность. Во сне я случайно включил тумблер поддавливания. Из внешнего баллона начал подаваться воздух, давление в корабле повысилось до 1025, сработал клапан «Полет» со взрывом, и я пришел в себя... Давление гигантское. Но начало падать парциальное давление кислорода. И мы ждали — пройдем или нет гремучий газ? Прошли.



Картина А. А. Леонова «Выход в открытый космос»

ПАША СДЕЛАЛ ЗАЯВЛЕНИЕ: «ЧЕЛОВЕК ВЫШЕЛ В ОТКРЫТОЕ КОСМИЧЕСКОЕ ПРОСТРАНСТВО И НАХОДИТСЯ В СВОБОДНОМ ПЛАВАНИИ». Я НЕ СРАЗУ ПОНЯЛ, ЧТО ЭТО ОН ОБО МНЕ.

Всего за полет случилось семь аварий. Произошла авария и когда нас уже ждали на Земле. Сигналы пошли, что мы проходим через Симферополь. Паша выходит на связь: «Заря-1, я Алмаз. Мы находимся над вами». Паша дал полную характеристику того, что происходило, и почему мы не на Земле. Сделал запрос: «Разрешите выполнить ручной спуск». Ответили: «Разрешаем». И на этом связь оборвалась, то есть от нас ответа они не получили. И они задействовали радиостанцию — она нашла нас в Антарктиде. Включился приемник, мы услышали голос Юрия Гагарина: «Разрешаем выполнять ручную ориентацию, подтвердите». Мы подтвердили: «Вас поняли. Мы уже подготовили все системы».



Валентина Терешкова, Алексей Леонов и заместитель руководителя Роскосмоса Александр Иванов на космодроме Восточный

Я потом на Земле взял карту, и на этой карте сделал свое лекало, точки нанес: здесь будет включение двигателя, а вот здесь — точка посадки. Потом ее сфотографировал и вставил в бортжурнал.

Интуиция сработала. Ведь таких точек несколько было. Когда мы шли точно через Москву, я пошутил: «Давай сядем на Красную площадь». Но если серьезно — дома, ЛЭП, предприятия нас пугали, и мы ушли практически в самую северную часть — в тайгу.

Когда пришло время включать двигатель, основной вопрос был, правильно ли сориентирован корабль, на разгон или на торможение? Включаем двигатель. Он зарокотал, и мы начали занимать место. При этом возникали серьезные колебания, которые могли сорвать корабль при соответствующем крутящем моменте. И тогда случилась бы катастрофа. Через 10 секунд должно произойти отделение орбитального отсека — а его нет. Неправильно все-таки сделали: включили двигатель не на торможение, а на разгон. В этом случае орбитальный отсек не отстреливается.

Я смотрю на Землю и думаю: «Господи, где-то там бегают моя маленькая, никто не знает,

что у нас происходит». Такая мысль посетила, смалодушничал... А потом смотрю — пылинки оседают. Значит, идем на перегрузку — к земле идем! Перегрузка начала давить — 10 g. Все здорово, все хорошо, Паша!

И вот сработала вытяжная система, дернуло, сработала тормозная система. Раскрылся основной купол. Такая настала тишина, что слышно, как ветер в стропях свистит.

Оказывается, мы сели в лес: деревья 30–40 метров. Взрыв. И корабль медленно проседает, медленно-медленно...

Посмотрели друг на друга, начали открывать люк. Паша включил замки — все сработало, а люк не открылся. Весил он килограммов 150–180. Выяснилось, что одну треть люка загородила береза. Открыли с трудом, и Паша первым спустился на землю. Смотрю и смеюсь: у него одна голова торчит. Снег полтора метра — и из него одна голова. Тихо, воздух морозный.

Развернули радиостанцию. Ни ответа ни привета. Где мы? Смотрим навигатор. Я говорю: «Между Обью и Енисеем. Я знаю эти места, где-то, наверное, месяца через три за нами приедут на собаках. Так что все нормально». И вот мы вышли, сняли скафандры, жесткую часть спорили, сбросили под ноги. И осталась на нас только лишь экранно-вакуумная изоляция — девять слоев алюминизированной фольги. Но мы получили подвижность. Кругом тайга, то есть ничего нет. Есть, правда, пол-литра спирта. Я говорю: «Давай хлебнем». Снег растопили, развели спирт. Попробовали. Обожгло страшно! Потому что больше суток мы дышали практически чистым кислородом, и вдруг на эти ткани — спирт. Закрыли флягу.

Уже к ночи пришел один вертолет и стал летать над нами, потом еще и еще. Начали нам сбрасывать одежду, провиант, бутылку коньяка сбросили — она разбилась. Термос тоже разбился. Почему-то они делали это на скорости, хотя можно было зависнуть и аккуратно сбросить. Куртки бросили, унты, брюки. Их мы нашли, а брюки так и остались висеть на деревьях. Устроились ночевать. На вторые сутки к нам отправилась группа спасения. Недалеко, в девяти километрах от нас, вырубил площадку, посадили туда вертолет, и на третий день мы уже на лыжах эти девять километров прошли. На вертолете вылетели в Пермь, а в Перми ждал самолет Ан-12. Там уже недалеко до космодрома. Мы выходим. Навстречу все идут в рубашках: Сергей Павлович, Юра Гагарин. А мы выходим к ним в унтах, в полярных шапках. У Пашиной шапки одно ухо стоит, другое — болтается. Они остановились и начали хохотать.

Мы остановились в растерянности. И вдруг все к нам побежали, начали обнимать, подбрасывать...

Вот так и закончилась эта космическая эпопея.



” НАДЕЯТЬСЯ ВСЕГДА НУЖНО
НА ЛУЧШЕЕ. НЕТ ВЕРЫ?
ВЫДУМАЙТЕ ЕЁ. НЕТ ГЕРОЕВ?
СОЗДАЙТЕ. ”

Алексей Архипович Леонов

