

ВКС

ВОЗДУШНО-КОСМИЧЕСКАЯ СФЕРА

AEROSPACE SPHERE JOURNAL (ASJ)

Научно-технический журнал | Scientific and technical journal

3(104) 2020

ISSN 2587-7992

#ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕХОДА
ОТ ИССЛЕДОВАНИЙ ЛУНЫ
К ЕЕ ОСВОЕНИЮ

**#РЫЦАРЬ
ВЕНЕРЫ**

#ORBITAL INTERVIEW

**#ВЫБОРЫ В КОСМИЧЕСКОМ
ГОСУДАРСТВЕ**

#ЗАЩИТИТЬ ЗЕМЛЮ
ПОМОГУТ «КОСМИЧЕСКИЕ
КАМИКАДЗЕ»

#ГИДРОЛАБОРАТОРИЯ –
ПЕРВЫЙ ШАГ
В ОТКРЫТЫЙ КОСМОС

#ИСКУССТВЕННАЯ ГРАВИТАЦИЯ:
ЭВОЛЮЦИЯ ИДЕЙ, ТЕХНОЛОГИЙ, ПРОЕКТОВ

N
E
W

S
P
A
C
E

A
G
E

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»

Можете представить себе ситуацию, когда космонавты срочно покидают МКС, отправив этот самый дорогостоящий в истории человечества технологический объект на таран астероида?

Именно такое решение, по мнению нашего автора, может стать единственно верным, когда речь пойдет о спасении цивилизации от планетарной катастрофы...

В этом номере мы представили не одну провокационную идею.

Сегодня, во время второй лунной гонки, ведущие космические державы стремятся включить Луну в свой производственно-хозяйственный оборот. Планируется строить лунные базы ближе к полюсам, потому что там, в затемненных кратерах, сосредоточен один из главных для человека ресурсов — вода.

Группа ведущих российских ученых Института астрономии РАН подвергает мощной когнитивной атаке эту общепринятую идею, напоминая, что наличие воды на Луне — это пока всего лишь неподтвержденная гипотеза.

Авторы материала не только знают, где взять воду для колонистов-селенавтов, но и высказывают оригинальную мысль, что главный ресурс Луны — это вовсе не редкоземельные элементы и не пресловутые атомы изотопа гелий-3. Главный ресурс Луны — необыкновенная стабильность ее условий.

Из прочнейших лунных базальтов можно строить здания высотой в тысячи этажей без дополнительных креплений. А размеры Луны таковы, что на ней можно возвести дома для миллиардов жителей.

У нас еще много тузов в рукаве.

Это и актуальное исследование проблемы искусственной гравитации, и репортаж из вновь открывшейся после реконструкции гидролаборатории в Центре подготовки космонавтов.

Интервью с главным космическим дизайнером откроет несколько секретов нового транспортного пилотируемого корабля, который не только в обозримом светлом будущем доставит космонавтов к Луне, но и сделает их жизнедеятельность на МКС много комфортней.

Еще одна отличная новость: в Космическом Государстве продолжаются выборы. Сегодня каждый резидент Асгардии может выдвинуть свою кандидатуру в органы государственной власти и, победив, способствовать демократизации космоса и выживанию человека вне Земли.

И, наконец, несомненное свидетельство торжества информационных технологий: интервью с орбиты, непосредственно с борта Международной космической станции.

Наша корреспондентка и гений коммуникации вышла на связь с Анатолием Иванишиным и Иваном Вагнером и разузнала у космонавтов, какие сны они видят в невесомости, что на орбите происходит с аппетитом и какой видится Земля с расстояния 400 километров.

Кстати, у нас есть задумка — публиковать интервью с орбиты в каждом выпуске.

Поэтому, если у вас есть вопросы к космонавтам о жизни на орбите — пишите нам на vko@vko.ru, мы обязательно зададим их экипажу МКС.

Вообще, пишите нам почаще! И не забывайте подписываться на журнал.

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@oaokb1.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@oaokb1.ru; vko@vko.ru

www.vesvks.ru



Aerospace Sphere Journal (ASJ) is the printed edition of Nonprofit Non-Government Expert Society on Space Threat Defense (NGES STD)

In accordance with the order 1027 of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation adopted on 23 October 2017 articles presented in the journal cover the 05.07.10 scientific field called "Innovative technologies in aerospace activities".

According to the order of the Ministry of Education and Science of the Russian Federation № 21-p dated 12.02.2019, the journal was put in the List of scientific publications reviewed by the State Commission for Academic Degrees and Titles of the Russian Federation, in which data of theses for a candidate's or a doctor's degree can be published.

The journal is published quarterly. In the period 2001-2015 it was entitled "Aerospace Defence".

The journal is registered by the Federal Service for Supervision of Communications, Information Technology, and Mass Media (Roskomnadzor).

Registration number is ПИ № ФС77-66504.

ASJ EDITORIAL BOARD

Project Manager – **Igor Kosyak**,
Cand. Sci. (Military), Executive Director, Nonprofit
Non-Government Expert Society on Space Threat
Defense (NGES STD)

Editor-in-Chief – **Kirill Pletner**

Editorial Director – **Lotta Gess**

Translator – **Anna Klimenko**, Cand. Sci. (History)

Designer – **Elena Izaak**

Press-corrector – **Anastasia Dubovik**

Distribution Director – **Boris Cheltsov**



Articles published by ASJ are indexed by several systems: Russian Science Citation Index (RSCI),
Electronic Scientific Library (eLibrary.ru), Crossref, Cyberleninka.

ACADEMIC ADVISORY BOARD

Ruslan I. ASHURBEYLI,
Cand. Sci. (Tech), CEO, JSC «Socium-A»

Floris L. WUYTS,
PhD in Physics University of Antwerp, Belgium

Stanislav S. VENIAMINOV,
Dr. Sci. (Tech), Professor, Leading Researcher,
Moscow Research Centre of the Central
Scientific&Research Institute of Aerospace
Defence Forces, Ministry of Defence of the
Russian Federation

Yuri V. VLASOV,
Cand. Sci. (Tech), State Space Corporation
ROSCOSMOS, Military and Space Issues
Advisor

Yuri V. GULYAEV,
Full Member of the Russian Academy of
Sciences, Dr. Sci. (Physics and Mathematics),
Professor

Andrey V. DEMIDYUK,
Deputy General Director, Associate Professor,
Scientific Director of Rubezh Engineering LLC

Nikolay N. KLIMENKO,
Cand. Sci. (Tech), Lieutenant General retired,
Deputy General Director, Lavochkin
Association

Vsevolod V. KORYANOV,
Cand. Sci. (Tech), Bauman Moscow State
Technical University

Sergey M. KOSTROMITSKY,
Corresponding Member of the National Acad-
emy of Sciences of Belarus, Dr. Sci. (Tech),
Professor (Minsk, Republic of Belarus)

Igor V. KOSYAK,
Cand. Sci. (Military), Executive Director,
Nonprofit Non-Government Expert Society on
Space Threat Defense

Sergey V. KRICHEVSKY,
Dr. Sci. (Philosophy), Professor, Chief Re-
searcher, S.I. Vavilov Institute for the History
of Science and Technology of the Russian
Academy of Sciences

Nikolay V. MIKHAILOV,
Dr. Sci. (Economics), Grand PhD., Professor

Oleg I. ORLOV,
Academician of the Russian Academy of
Sciences, MD, PhD, Director of the IBMP RAS

Alexander A. POTAPOV,
Dr. Sci. (Physics and Mathematics), Professor,
Chief Researcher, Kotelnikov Institute of Radio
Engineering and Electronics of the Russian
Academy of Sciences

Mikhail Yu. SPOKOYNY,
PhD, Professor, Managing Director, Aerospace
International Research Center GmbH
(Vienna, Austria)

Sergey L. STARCHAK,
Dr. Sci. (Tech), Professor, Bauman MSTU
Military Institute

Vyacheslav F. FATEYEV,
Dr. Sci. (Tech), Professor, chief research
scientist of "ISC "Vympel" public company,
Director of VNIIFTRI Scientific&Technical
Centre for Metrological Assurance of Gravi-
metric Measurements

Igor B. FYODOROV,
Full Member of the Russian Academy of
Sciences, Dr. Sci. (Tech), Professor, President
of Bauman Moscow State Technical University

Igor A. SHEREMET,
Corresponding Member of the Russian Acade-
my of Sciences, Dr. Sci. (Tech), Professor

Sergey V. YAGOLNIKOV,
Dr. Sci. (Tech), Professor, Major-General

Mikhail V. YAKOVLEV,
Dr. Sci. (Tech), Deputy Director, TsNIImash
Systems Engineering Centre

Печатный орган Вневедомственного экспертного совета по вопросам воздушно-космической сферы (ВЭС ВКС)

Статьи, представленные в журнале, соответствуют номенклатуре специальностей научных работников (Приказ Минобрнауки России от 23 октября 2017 г. № 1027 «Об утверждении номенклатуры научных специальностей, по которым присуждаются ученые степени») по специальности 05.07.10 – Инновационные технологии в аэрокосмической деятельности (технические науки).

Распоряжением Минобрнауки России от 12 февраля 2019 г. № 21-р журнал включен в Перечень рецензируемых научных изданий Высшей аттестационной комиссии, в которых должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой степени доктора наук.

Выходит 4 раза в год. С 2001 по 2015 год журнал назывался «Воздушно-космическая оборона».

Журнал зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере связи, информационных технологий и массовых коммуникаций (Роскомнадзор).

Свидетельство о регистрации ПИ № ФС77-66504.

РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «ВКС»:

Руководитель проекта – **Игорь Косяк**, кандидат военных наук, исполнительный директор ВЭС ВКС

Главный редактор – **Кирилл Плетнер**

Выпускающий редактор – **Лотта Гесс**

Переводчик – **Анна Клименко**, кандидат исторических наук

Дизайн и верстка – **Елена Изаак**

Корректор – **Анастасия Дубовик**

Директор по распространению – **Борис Чельцов**



Опубликованные в журнале статьи индексируются в международных реферативных и полнотекстовых базах данных: Российский индекс научного цитирования (РИНЦ) на базе научной электронной библиотеки eLibrary.ru (НЭБ), Crossref, Cyberleninka

РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ ЖУРНАЛА «ВОЗДУШНО-КОСМИЧЕСКАЯ СФЕРА»

АШУРБЕЙЛИ Руслан Игоревич, кандидат технических наук, генеральный директор АО «Социум-А»

ВАУТС Флорис, PhD по физике, Университет Антверпена

ВЕНИАМИНОВ Станислав Сергеевич, доктор технических наук, профессор, ведущий научный сотрудник НИИЦ (г. Москва) ФГБУ «ЦНИИ ВКС» Минобороны России

ВЛАСОВ Юрий Вениаминович, кандидат технических наук, советник генерального директора госкорпорации Роскосмос по вопросам военно-космической тематики

ГУЛЯЕВ Юрий Васильевич, академик РАН, доктор физико-математических наук, профессор

ДЕМИДЮК Андрей Викторович, доктор военных наук, доцент, научный руководитель ООО «Рубеж Инжиниринг»

КЛИМЕНКО Николай Николаевич, кандидат технических наук, генерал-лейтенант, заместитель генерального директора АО «НПО Лавочкина»

КОРЯНОВ Всеволод Владимирович, кандидат технических наук, МГТУ им. Н. Э. Баумана

КОСТРОМИЦКИЙ Сергей Михайлович, член-корреспондент Национальной академии наук Беларуси, доктор технических наук, профессор (Минск, Республика Беларусь)

КОСЯК Игорь Владимирович, кандидат военных наук, исполнительный директор ВЭС ВКС

КРИЧЕВСКИЙ Сергей Владимирович, доктор философских наук, профессор, главный научный сотрудник ИИЕТ им. С.И. Вавилова РАН, Москва, Россия

МИХАЙЛОВ Николай Васильевич, доктор экономических наук, гранд-доктор философии, профессор

ОРЛОВ Олег Игоревич, академик РАН, доктор медицинских наук, директор ГНЦ РФ – ИМБП РАН

ПОТАПОВ Александр Алексеевич, доктор физико-математических наук, профессор, главный научный сотрудник ИРЭ РАН

СПОКОЙНЫЙ Михаил Юрьевич, доктор технических наук, профессор, Aerospace International Research Center GmbH (Вена, Австрия)

СТАРЧАК Сергей Леонидович, доктор технических наук, профессор ВИ МГТУ им. Н. Э. Баумана, ФГБУ «ЦНИИ ВКС» Минобороны России

ФАТЕЕВ Вячеслав Филиппович, доктор технических наук, профессор, главный научный сотрудник ПАО «МАК "Вымпел"», начальник научно-технического центра метрологического обеспечения гравиметрии ФГУП «Всероссийский научно-исследовательский институт физико-технических и радиотехнических измерений» (ВНИИФТРИ)

ФЕДОРОВ Игорь Борисович, академик РАН, доктор технических наук, профессор, президент МГТУ им. Н. Э. Баумана

ШЕРЕМЕТ Игорь Анатольевич, член-корреспондент РАН, доктор технических наук, профессор

ЯГОЛЬНИКОВ Сергей Васильевич, доктор технических наук, профессор, генерал-майор

ЯКОВЛЕВ Михаил Викторович, доктор технических наук, заместитель начальника Центра системного проектирования ЦНИИмаш

CONTENT

	EVENT	
	By-elections to Parliament holds in Asgardia.....	6
	Until October 31, 2020 Asgardia Selects Candidates for Positions in the Government and in the Administration of the Head of Nation.....	8
	NEW SPACE AGE	
	/S.V. Krichevsky/ Artificial Gravity for People in Space: Evolution of Ideas, Technologies, And Projects.....	10
	/A.V. Bagrov, V.A. Leonov/ Problems of Transition from Lunar Research to Lunar Exploration.....	22
	/O.S. Tsygankov/ The Concept of Labor Activities in the Hypogravitational Space of the Moon.....	34
	/A.V. Zaitsev/ «Space Kamikazes» Will Help Defence the Earth.....	44
	REPORT	
	/N.L. Burtseva/ Orbital Interview.....	52
	/N.L. Burtseva/ Hydrolaboratory – the First Step to Open Space.....	56
	/N.L. Burtseva/ Space Future – to Design and Implement.....	64
	ANALYTICS	
	/V.L. Ivanov, M.I. Makarov, I.N. Golovanev/ Main Trends of Military Space Activity at the Modern Stage.....	72
	/B.I. Kryuchkov, V.M. Usov, E.V. Popova/ Biotechnical Life Support Systems for Crews of Manned Space Complexes.....	82
	/K.A. Zanin, N.N. Klimenko, I.V. Moskatinev/ Modern Era Imagery Satellites. Part 2.....	90
	/A.I. Drobyzhev, A.M. Pyzhov, D.A. Sinitsyn/ Azide Method for Generating Metal Vapors in Space.....	102
	HISTORY	
	/M.N. Falileev/ Leonid Xanfomality. Knight of Venus.....	110
	PRODUCTION	
	"Army" Makes Us Stronger.....	118

СОДЕРЖАНИЕ



СОБЫТИЕ

В Асгардии проходят довыборы в Парламент.....	6
До 31 октября 2020 года Асгардия проводит отбор кандидатов на должности в Правительстве и в Администрации Главы Нации.....	8



НОВАЯ КОСМИЧЕСКАЯ ЭРА

/С.В. Кричевский/ Искусственная гравитация для людей в космосе: эволюция идей, технологий, проектов.....	10
/А.В. Багров, В.А. Леонов/ Проблемы перехода от исследований Луны к ее освоению.....	22
/О.С. Цыганков/ Концепция трудовой деятельности в гипогравитационном пространстве Луны.....	34
/А.В. Зайцев/ Защитить Землю помогут «космические камикадзе».....	44



РЕПОРТАЖ

/Н.Л. Бурцева/ Интервью с орбиты.....	52
/Н.Л. Бурцева/ Гидролаборатория – первый шаг в открытый космос.....	56
/Н.Л. Бурцева/ Космическое будущее – увидеть и воплотить.....	64



АНАЛИТИКА

/В.Л. Иванов, М.И. Макаров, И.Н. Голованёв/ Основные тенденции военно-космической деятельности на современном этапе.....	72
/Б.И. Крючков, В.М. Усов, Е.В. Попова/ Биотехнические системы жизнеобеспечения для экипажей пилотируемых космических комплексов.....	82
/К.А. Занин, Н.Н. Клименко, И.В. Москатиньев/ Современные космические аппараты дистанционного зондирования Земли. Часть 2.....	90
/А.И. Дробышев, А.М. Пыжов, Д.А. Сеницын/ Азидный способ генерации паров металлов в космосе.....	102



ИСТОРИЯ

/М.Н. Фалилеев/ Леонид Ксанфомалити. Рыцарь Венеры.....	110
--	-----



ПРОИЗВОДСТВО

«Армия делает нас сильнее».....	118
---------------------------------	-----



В Асгардии проходят довыборы в Парламент

Баллотироваться в Парламент первого в мире Космического Государства и голосовать за кандидатов можно до 31 октября 2020 года на официальном сайте asgardia.spase.

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

Первые в истории выборы в Парламент Космического Государства проходили в феврале — марте 2018 года.

Согласно Конституции Асгардии в Парламенте должно состоять 150 избранных открытым голосованием членов. Так как Асгардия не признает земных границ, для нее равны представители всех национальностей и рас, а сторонниками Космического Государства являются люди со всего мира, выборы проводятся не по территориальному, а по языковому принципу.

Сформировано 12 округов, соответствующих 12 главным языкам в Асгардии, за которые проголосовали асгардианцы. Это английский, испанский, китайский, турецкий, итальянский, русский, французский, португальский, арабский, хинди, немецкий и фарси. Был создан также 13-й дополнительный округ для носителей всех остальных языков.

Первая сессия Парламента состоялась в Вене 24 июня 2018 года, накануне инаугурации.



ASGARDIA
THE SPACE NATION

«Мы приветствуем самовыдвижение кандидатов на выборах, приветствуем участие в конкурсе на должности в Правительстве. Мы хотим, чтобы свежая кровь влилась в органы управления Асгардии. Мы вас ждем!»

Глава Космической Нации Игорь Ашурбейли



гурации Главы Космической Нации Игоря Ашурбейли. С тех пор Парламент провел еще одну очную и семь заочных цифровых сессий, приняв ряд важнейших для формирования государственной системы Асгардии законопроектов.



Ныне в Парламенте состоит 95 реально действующих депутатов. Для достижения необходимого кворума, прописанного в Конституции (150 человек), Глава Космической Нации предложил провести дополнительные выборы. С 1 июля по 31 октября 2020 года будет распределено еще 55 мандатов.

Баллотироваться имеют право все резиденты Асгардии в возрасте от 40 до 80 лет. Процесс выборов полностью цифровой. Предложить свою кандидатуру, ознакомиться с предвыборными платформами и отдать свой голос за кандидата можно на странице выборов на официальном сайте Асгардии.

Функция голосования доступна только для резидентов Космического Государства. Получить резидентский статус можно на сайте Асгардии asgardia.spase. 19 июня 2020 года, отвечая в прямом эфире на вопросы асгардианцев, Игорь Ашурбейли сообщил, что до 1 ноября также должно быть сформировано новое Правительство Асгардии.

До 31 октября 2020 года Асгардия проводит отбор кандидатов на должности в Правительстве и в Администрации Главы Нации



Глава Космической Нации Игорь Ашурбейли поставил задачу до конца года сформировать новый Кабинет министров Асгардии. В связи с этим объявлен открытый конкурс: заявления от кандидатов принимаются до 31 октября 2020 года.

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

В Асгардии создано 12 министерств, работающих по основным направлениям национальных интересов Космического Государства:

- Министерство науки,
- Министерство по вопросам гражданства,
- Министерство юстиции,
- Министерство финансов,
- Министерство иностранных дел,
- Министерство охраны и безопасности,
- Министерство торговли и коммерции,
- Министерство производства,
- Министерство активов и ресурсов,
- Министерство по делам молодежи и образования,
- Министерство культуры,
- Министерство информации и коммуникаций.

Этим направлениям соответствуют также 12 парламентских комитетов Асгардии.

«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», — сказал Глава Космической Нации Игорь Ашурбейли на I Научно-инвестиционном конгрессе Асгардии, проходившем в Дармштадте в октябре 2019 года.

А это значит, что Асгардия концентрирует все свои усилия и возможности исключительно на освоении космического пространства, на космических технологиях и достижении своей главной цели — рождении ребенка в космосе в ближайшие 25 лет. На выполнение этой миссии направлена и деятельность структур власти в Космическом Государстве, включая Правительство и Парламент.

В настоящее время должности 12 министров и Председателя Правительства вакантны.

В соответствии с Главой 8, Статьей 34, п. 4 Конституции Асгардии министрами Космического Государства могут быть граждане Асгардии в возрасте от 35 до 60 лет (с 1960 по 1985 г.р. включительно), имеющие необходимую квалификацию и профессиональный опыт в соответствующей сфере и по состоянию физического и психического здоровья способные занимать должность министра (премьер-министра).

Чтобы стать кандидатом, резидент Асгардии до 31 октября 2020 года должен подать заявление, резюме и предлагаемую программу работы министерства, включая основные планы стратегического развития вверенного направления и планы экономического самообеспечения министерства, на адрес head.of.administration@asgardia.space.

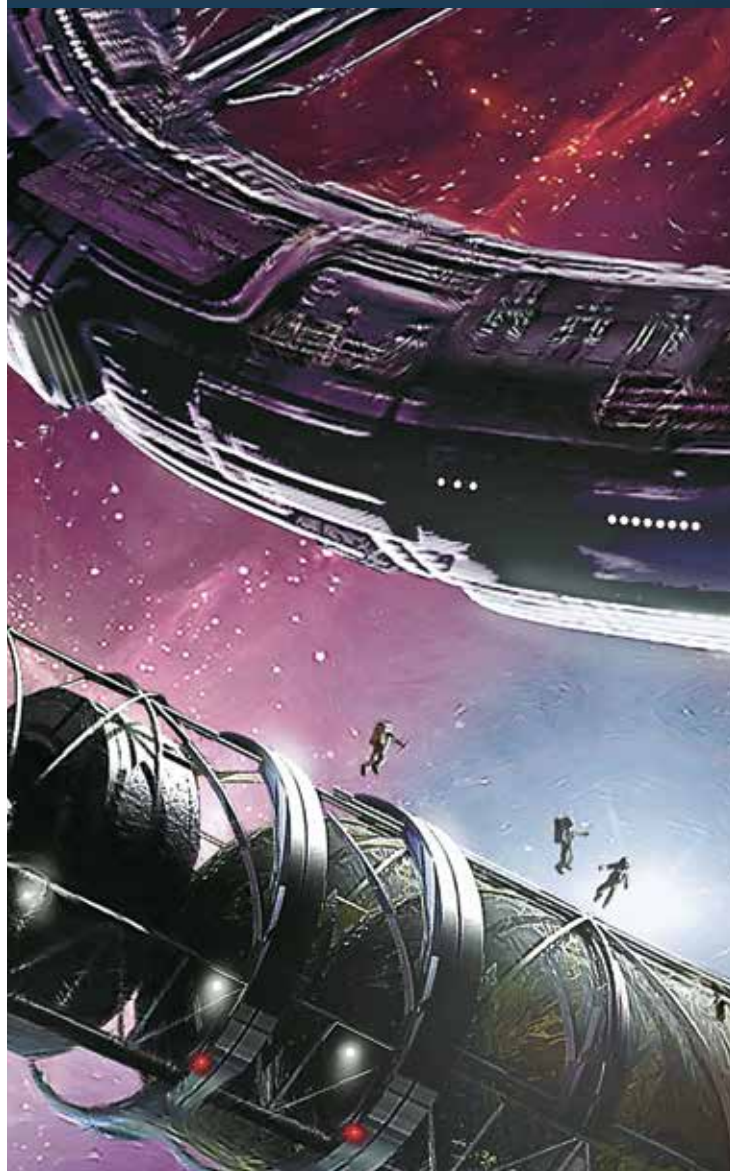
Резидентский профиль кандидата на сайте Асгардии должен быть полностью заполнен, в том числе содержать полные имя и фамилию, портретную фотографию хорошего качества и другие требуемые данные.

В том случае, если кандидат соответствует вышеуказанным требованиям, его пригласят на личные собеседования. По результатам предварительного отбора кандидатуры будут рассмотрены членами Высшего космического совета (ВКС).

В соответствии с Главой 8, Статьей 34, п. 4 Конституции Асгардии, ВКС представляет кандидатуру премьер-министра в Парламент, а премьер-министр представляет на утверждение парламентариям кандидатуры министров. Парламент проведет голосование по кандидатурам во время сессии, которая состоится в IV квартале 2020 года.

До 31 октября 2020 г. резиденты Асгардии также могут подать заявления на замещение вакантных должностей советников в Администрации Главы Нации и баллотироваться на довыборах в Парламент, которые в настоящее время проходят в цифровом формате на официальном сайте Асгардии.

В Администрацию Главы Нации входят 12 Верховных советников по основным направлениям деятельности Асгардии. Из 12 должностей в настоящее время занято шесть.



ASGARDIA
THE SPACE NATION

Sergey V. KRICHEVSKY,

*Dr. Sci. (Philosophy), Professor, Chief Researcher,
S.I. Vavilov Institute for the History of Science and Tech-
nology of the Russian Academy of Sciences (IHST RAS),
ex-test-cosmonaut, Moscow, Russia,
svkrich@mail.ru*



Сергей Владимирович КРИЧЕВСКИЙ,

*доктор философских наук, профессор, главный научный
сотрудник Института истории естествознания
и техники имени С.И. Вавилова РАН,
экс-космонавт-испытатель, Москва, Россия,
svkrich@mail.ru*

ABSTRACT | The problem of creation and application of artificial gravity for people in space is considered as a short history of ideas, technologies, projects of the XIX-XXI centuries in the paradigm of space exploration and life outside the Earth. A general definition, the description of ways to create artificial gravity, its modes are given. A brief analysis of history, periodization, classification are made. Important examples of ideas, technologies, projects are proposed. The realities and prospects are described. The main conclusions and recommendations are formulated.

Keywords: *life outside the Earth, idea, artificial gravity, history, space exploration, project, mode, technology, man, evolution*

АННОТАЦИЯ | Рассмотрена проблема создания и применения искусственной гравитации для людей в космосе как краткая история идей, технологий, проектов XIX-XXI веков в парадигме освоения космоса и жизни вне Земли. Даны: общее определение, описание способов создания искусственной гравитации, ее режимов, предложен вариант из четырех основных режимов. Сделаны: краткий анализ истории, периодизация, классификация, приведены важные примеры идей, технологий, проектов. Описаны реалии и перспективы. Сформулированы основные выводы и рекомендации.

Ключевые слова: *жизнь вне Земли, идея, искусственная гравитация, история, освоение космоса, проект, режим, технология, человек, эволюция*

ARTIFICIAL GRAVITY FOR PEOPLE IN SPACE: EVOLUTION OF IDEAS, TECHNOLOGIES, AND PROJECTS



ИСКУССТВЕННАЯ ГРАВИТАЦИЯ ДЛЯ ЛЮДЕЙ В КОСМОСЕ: ЭВОЛЮЦИЯ ИДЕЙ, ТЕХНОЛОГИЙ, ПРОЕКТОВ

ВВЕДЕНИЕ

Рассмотрим проблему создания и применения искусственной гравитации (ИГ) в космосе как краткую историю и эволюцию идей, технологий и проектов XIX–XXI веков в парадигме освоения космоса, экспансии человека за пределы Земли, длительной и постоянной жизни людей в космосе [1–24]¹.

125 лет назад, в 1895 году, К. Э. Циолковский в книге «Грезы о Земле и небе» предложил идею создания в невесомости искусственной тяжести центробежной силой, сообщая объекту вращательное движение, затем описал это 100 лет назад, в 1920 году, в повести «Вне Земли» (по: [1; 2, с. 84–86; 3, с. 127]).

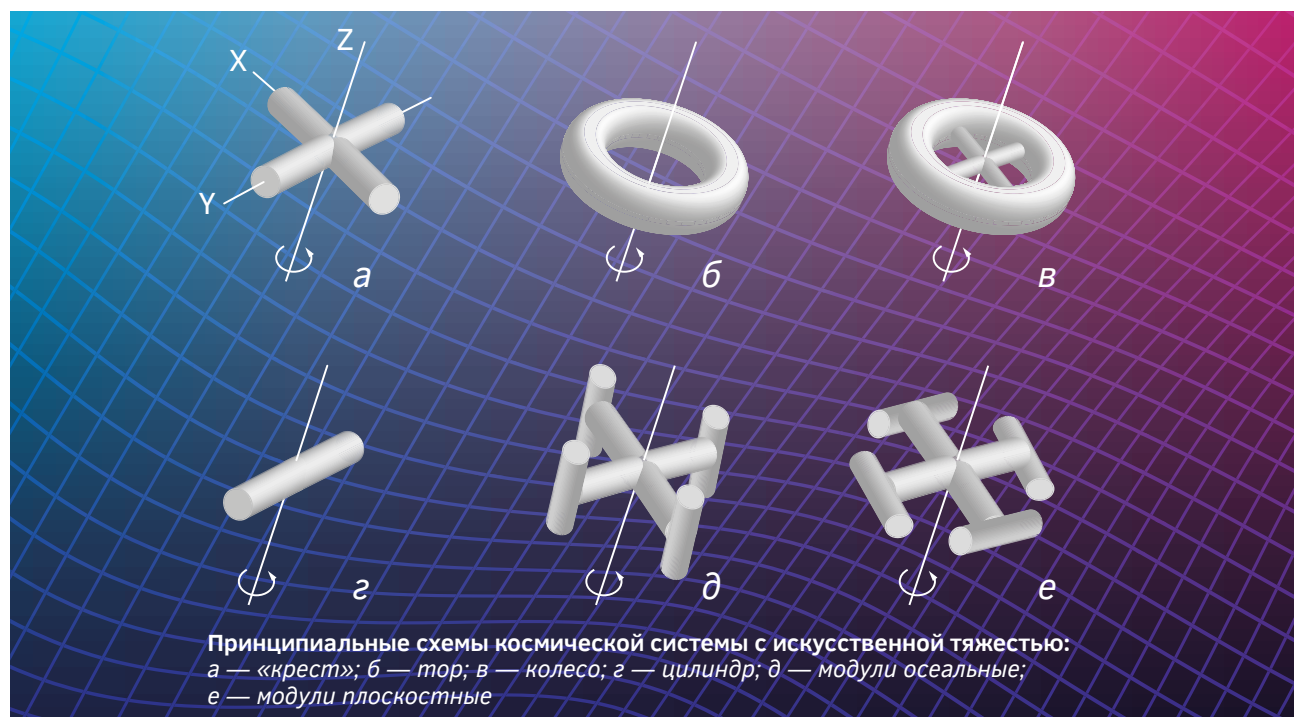
В XX–XXI веках в России и мире разработаны теоретические основы, множество идей, технологий и проектов создания ИГ в космических полетах.

Парадоксально, но почти 60 лет люди летают в космос без систем ИГ. Причем первые системы ИГ в виде центрифуг начали применяться в космосе с 70-х годов XX века в США, СССР / РФ и других странах на борту автоматических биоспутников для исследований земных биообъектов (растений, животных и др.), моделирования, изучения эффектов и последствий ИГ, чтобы затем создавать и применять системы ИГ и для людей в космосе [3, с. 148–149; 4–6, 14, 24].

Достигнуты пределы безопасного постоянно-го пребывания человека в космосе в условиях невесомости (микрогравитации): 1 – 1,5 года в околоземном космическом пространстве (ОКП) на орбитальных станциях (ОС) «Мир» и Международной космической станции (МКС) [5, 6, 8]. Для выхода за эти пределы необходимо внедрение ИГ, начиная с центрифуг короткого радиуса (ЦКР) [3–6] в полетах до года, с переходом к полноценным системам ИГ для обеспечения людей в космосе на полном цикле их жизни.

Проблема ИГ имеет теоретические и практические аспекты, накоплены знания, опыт исследований, экспериментов. Особое значение ИГ имеет для безопасной, достойной жизни, эффективной деятельности людей вне Земли в длительных околоземных и межпланетных полетах, для успешной экспансии человека в космос, репродукции, создания космического человека и человечества. В XXI веке растет количество публикаций об ИГ, о новых идеях, технологиях и проектах, но есть и критика ИГ, значительное противодействие ее внедрению по медико-биологическим, техническим, экономическим и другим причинам [3–17, 20, 21, 23, 24]. Подробнее — в разделах 1–4.

Рис. 1. Возможные схемы реализации ИГ вращением. По: Шипов, 1997 [3, с. 128]



¹ Публикуются материалы и результаты исследований автором историко-технических аспектов ИГ по плану НИР ИИЕТ им. С. И. Вавилова РАН в 2018–2020 гг. Автор исследует проблему ИГ с 1991 г., его первая публикация была на тему «Пилотируемый космический аппарат с зонами невесомости и искусственной тяжести как устройство повышения эффективности профессиональной деятельности космонавтов» (1993), см.: [7, с. 126–127].

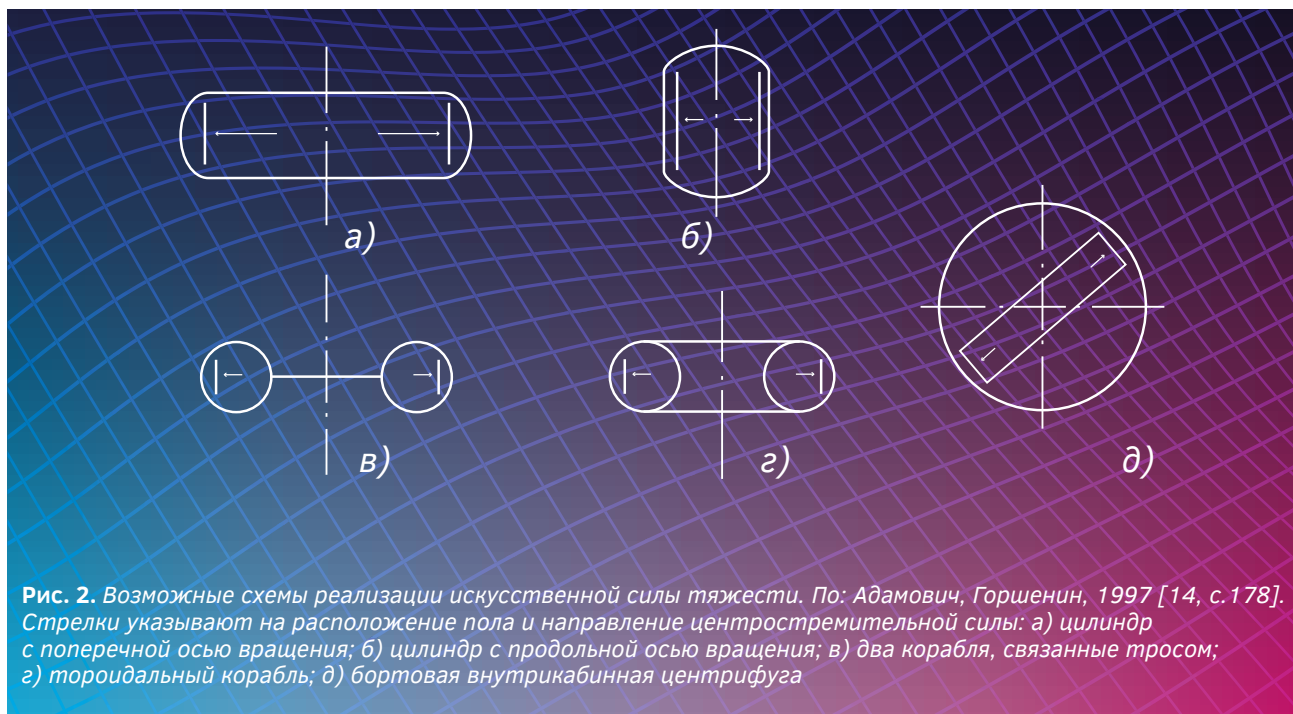


Рис. 2. Возможные схемы реализации искусственной силы тяжести. По: Адамович, Горшенин, 1997 [14, с.178]. Стрелки указывают на расположение пола и направление центростремительной силы: а) цилиндр с поперечной осью вращения; б) цилиндр с продольной осью вращения; в) два корабля, связанные тросом; г) тороидальный корабль; д) бортовая внутрикабинная центрифуга

1. ОСНОВАНИЯ, СВОЙСТВА И РЕЖИМЫ ИСКУССТВЕННОЙ ГРАВИТАЦИИ

Искусственная гравитация (тяжесть, сила тяжести) — искусственно создаваемая сила в условиях космического полета, вне Земли, которая по своему действию близка к гравитационной силе (силе тяжести), с применением знаний, технологий и техники. ИГ необходима для снижения и предотвращения неблагоприятных воздействий невесомости на здоровье, жизнедеятельность, эффективность работы человека в космосе, а также на функционирование, надежность и безопасность техники.

Основные способы создания ИГ:

1. Вращение объекта и создание ИГ за счет центробежной силы [1–3]. Возможные схемы реализации ИГ см.: [3, с. 128; 13, с. 178] и рис. 1, 2.
2. Разгон и торможение в течение длительного времени в космическом полете, «весомая космонавтика» (по В. М. Юровицкому) [15, с. 110].
3. При помощи вибраций, колебательных систем и т. п. [16, 17].

Возможно, в будущем появятся принципиально новые технологии ИГ на основе новых знаний о природе гравитации.

Воздействия ИГ на человека в космосе:

1. Позитивные: ИГ «является наиболее радикальным средством защиты от невесомости» [4, с. 9];

профилактика и «гравитационная терапия», восстановление, в том числе после травм и т. д.

2. Негативные: вестибулярные и другие расстройства, психологический дискомфорт из-за длительного вращения; кумулятивные эффекты частого и длительного использования ЦКР; коллизии адаптации и дезадаптации из-за поочередного пребывания в зонах невесомости и ИГ, частой и быстрой смены зон; индивидуальные особенности реакций организма и психики на ИГ и т. д. [3–6, 13].

Основные режимы ИГ

Ключевая задача при разработке проблемы ИГ — определение оптимальных режимов действия перегрузок с позиции их переносимости и эффективности (по: [5, с. 18]). Для определения оптимальных режимов, минимальных эффективных величин ИГ, длительности и так далее предстоит выполнить большой объем исследований в космосе на МКС и иных пилотируемых объектах, с применением ЦКР и других систем ИГ.

Оптимальные режимы ИГ можно формализовать, например, в виде предлагаемого варианта, включающего четыре основных режима:

- Первый режим.** Полная невесомость, то есть отсутствие ИГ (0,0 G) при пребывании людей в космосе допустима на ограниченное время:
- а) штатно, на срок до одного месяца (30 суток);
 - б) для научных экспериментов и испытаний,

а также в аварийных ситуациях (при отказе систем ИГ) — на срок до одного года.

Второй режим. Пониженные уровни ИГ (от 0,1 до 0,9 G), конкретные значения и длительность (время) действия устанавливать для различных категорий людей и индивидуально с учетом возраста, заболеваний, других факторов и особенностей.

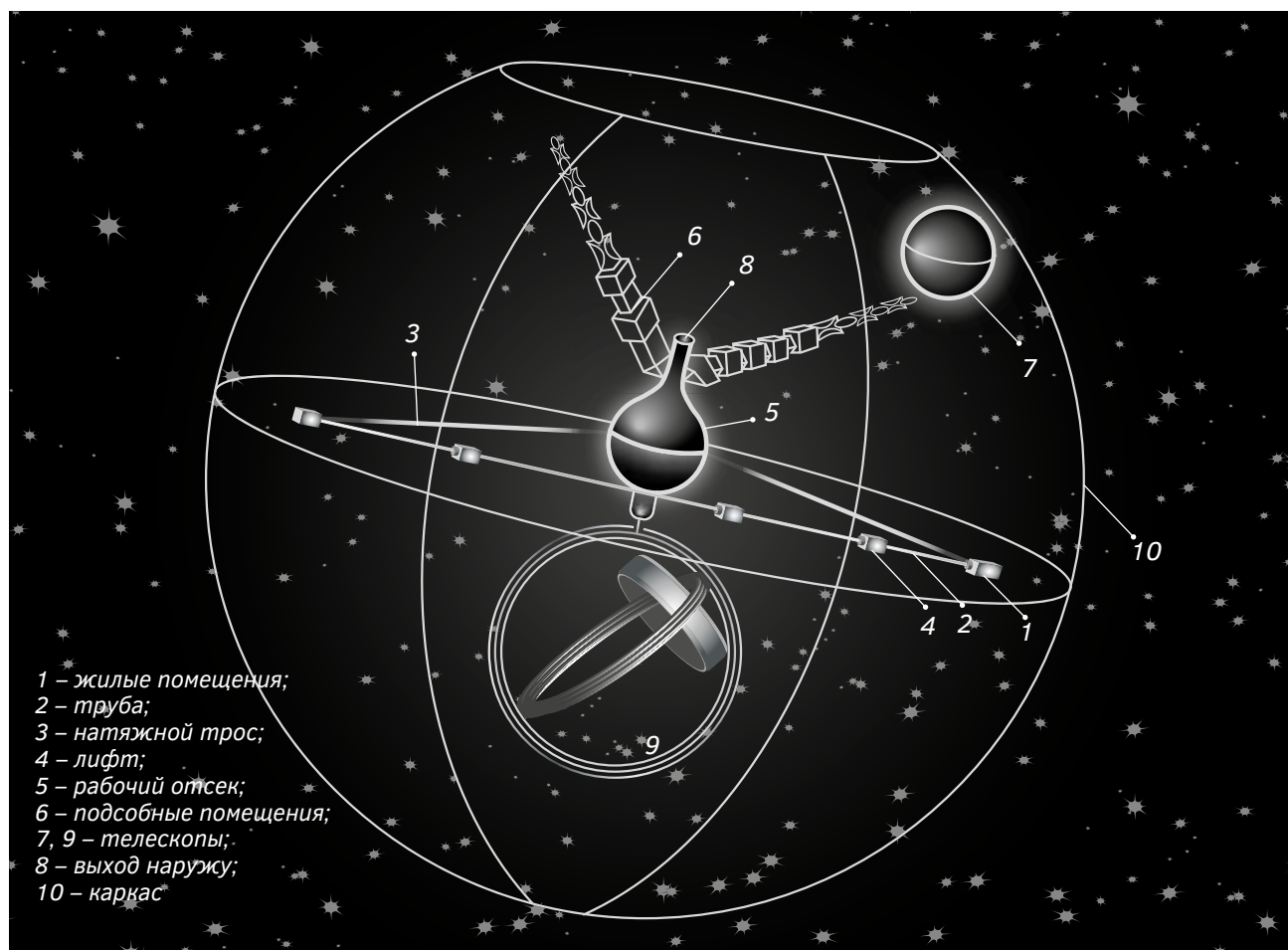
Третий режим. Постоянная ИГ ~ 1,0 G (как на Земле) — при репродукции людей в космосе от зачатия до рождения и для дальнейшего развития ребенка до пяти (?) лет², а также при ряде заболеваний людей и т. д.

Четвертый режим. Повышенные уровни ИГ (от 1,1 до 2,0 G), конкретные значения и длительность (время) действия устанавливать для различных категорий людей и индивидуально с учетом возраста, заболеваний, других факторов и особенностей.

2. КРАТКАЯ ИСТОРИЯ ИДЕЙ, ТЕХНОЛОГИЙ, ПРОЕКТОВ

Существует множество идей, технологий, проектов, патентов ИГ для космических полетов и жизни людей вне Земли, в околоземном космическом пространстве (ОКП), на Луне, для межпланетных кораблей и т. д. Их авторы — писатели, ученые, инженеры, биологи, медики: К. Э. Циолковский, Г. Оберт, Г. Поточник (Г. Ноордунг), А. А. Штернфельд, Р. Бартон, В. фон Браун, В. Вайт, Д. Кардус, А. Кларк, Дж. О'Нил, С. П. Королёв, Б. А. Адамович, И. Ф. Виль-Вильямс, О. Г. Газенко, А. Р. Котовская, В. Ю. Лукьянюк, А. О. Майборода, С. Л. Морозов, О. И. Орлов, А. А. Шипов и др. [1–24].

Рис. 3. Обитаемая космическая станция Г. Оберта, Германия (1923)



² Предварительная оценка автора, конкретные сроки, возможности сокращения предстоит определить по результатам исследований и жизни в космосе. См.: [3–6, 8, 10, 12].



Рис. 4. Вращающаяся космическая станция фон Брауна. NASA concept (1952)

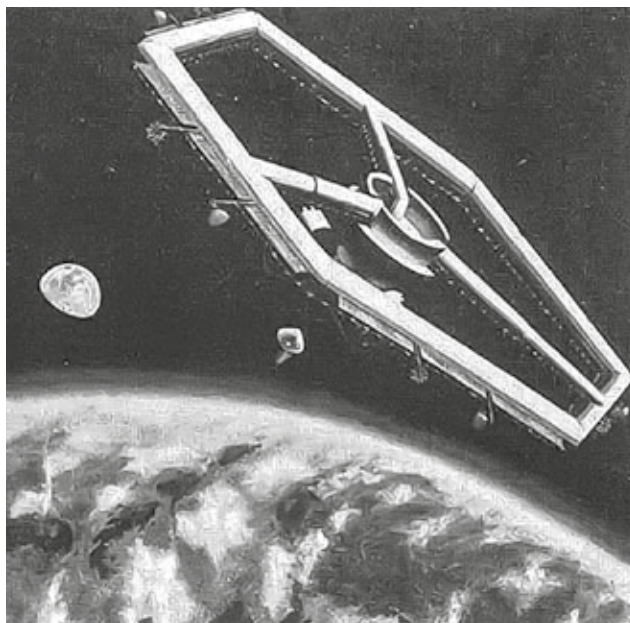


Рис. 5. Шестиугольная надувная вращающаяся космическая станция. NASA concept (1962)

Периодизация истории исследований и перспектив работ по проблеме ИГ

Эволюцию процесса исследований и работ по проблеме ИГ, развития идей, технологий, проектов представим в виде трех основных периодов:

Первый период. Теоретические исследования проблемы ИГ — с конца XIX в.

Второй период. Разработка, испытания на Земле систем ИГ на людях — с 70-х гг. XX в.

Третий период. Использование ИГ для жизни людей в космосе: а) локальных, «внутренних» систем — ЦКР на МКС ~ с 2021–2024 гг.; б) переход к полноценным «внешним» системам на перспективных вращающихся космических станциях, поселениях в ОКП, межпланетных полетах, на Луне, Марсе, в том числе в сочетании с пунктом а), ~ с 2030–2040 гг. (прогноз).

Классификация идей, технологий, проектов ИГ

Существуют десятки идей, технологий, проектов, патентов, посвященных ИГ для людей в космосе (примеры см. в разделе 3), их общую классификацию можно представить в следующем виде:

1. Цели: 1.1. — локальная и периодическая компенсация негативных воздействий и последствий невесомости; 1.2. — полная и постоянная защита от невесомости.

2. Физические и технические способы создания ИГ.

3. Конструкции систем ИГ: 3.1. — локальные, внутренние, «местные» (ЦКР, колебательные и другие системы); 3.2. — полноценные, «внешние» системы, с вращением всего объекта или его частей; 3.3. — сочетание пп. 3.1 и 3.2. См. разделы 1 и 3.

3. ПРИМЕРЫ ИДЕЙ, ТЕХНОЛОГИЙ И ПРОЕКТОВ

Приведем, кратко опишем и проиллюстрируем ряд важных примеров.

3.1. Идея создания ИГ на вращающемся объекте из двух полусфер, соединенных цепями, К. Э. Циолковский, Россия (1895) [11, с. 52; 19, с. 34].

3.2. Обитаемая космическая станция с ИГ, Г. Оберт, Германия (1923) [24], *рис. 3.*

3.3. ОС «Колесо жизни» с ИГ (жилой модуль — вращающийся тороид), Г. Поточник (Г. Ноордунг), Австрия (1929) [18; 20, с. 81, 82].

3.4. ОС Rotating Wheel Space Station с ИГ, В. фон Браун, США (1952) [24], *рис. 4.*

3.5. ОС Hexagonal inflatable rotating space station. NASA concept, США (1962) [24], *рис. 5.*

3.6. «Искусственная тяжесть», С. П. Королёв, СССР (1963). Развитие идеи К. Э. Циолковского, см. п. 3.1. Раскрутка двух объектов, соединенных тросовой системой, для создания ИГ в космосе с использованием пилотируемого корабля.

ля «Восход», но реализовать проект не удалось [21]. В 1966 году астронавты США успешно провели первый эксперимент в космосе, создав ИГ вращением корабля «Джемини-11», связанного 30-метровым тросом со ступенью ракеты «Аджена» [11, с. 52; 24], *рис. 6*. В России идея получила развитие, см. патент на пилотируемый тросовый комплекс (1993) [22] и концепцию в п. 3.14.

3.7. Поселения в космосе — вращающиеся цилиндры «Острова» I, II, III, с ИГ, в точках либрации системы «Земля — Луна», Дж. О'Нил, США (1974–1977) [24].

3.8. Стэнфордский тор с ИГ, Стэнфордский университет, США (1975) [10, с. 33].

3.9. ЦКР. Разработка началась в мире в 60-е годы XX века. Первая наземная ЦКР создана в России (1978) [4, с. 71–73]. В начале 90-х годов XX века обсуждалась идея создания модуля с ЦКР на ОС «Мир», но она не реализована. На МКС должен быть новый модуль с ЦКР для ИГ с 2020 года, разрабатывают ИМБП и РКК «Энергия», Россия (2016), но создание и запуск откладываются [6, с. 16], *рис. 7*.

3.10. Способ уменьшения отрицательного воздействия невесомости на живые организмы вибрацией, колебательные системы, Россия (1995, 2011) [16, 17].

3.11. ОС Nautilus-X с ИГ, NASA, США (2011) [24], *рис. 8*.

3.12. Центрифуга «Грависити» для Луны, О. А. Майборода, ООО «АВАНТА-Консалтинг», Россия (2014) [9].

3.13. Космический город в форме гриба с ИГ в ОКП, NASA, США (2015) [11, с. 55].

3.14. Концепция новой российской космической базы «Мир-2» с ИГ, проект группы авторов, Россия (2016), *рис. 9*.

3.15. Космический гомеостатический ковчег, Асгардия, С. Л. Морозов (2018) [10].

3.16. ОС Von Braun Space Station — отель для туристов с ИГ в ОКП, Gateway Foundation, США (2019), переименована в Voyager Station (2020), *рис. 10*.

3.17. «ЭкоКосмоДом» с ИГ в ОКП, А. С. Юницкий, Беларусь (2019) [23, с. 56], *рис. 11*.

4 РЕАЛИИ И ПЕРСПЕКТИВЫ

Для дальнейшей экспансии [8] необходимо внедрение систем ИГ в сочетании с другими известными средствами профилактики [4, 5], начиная

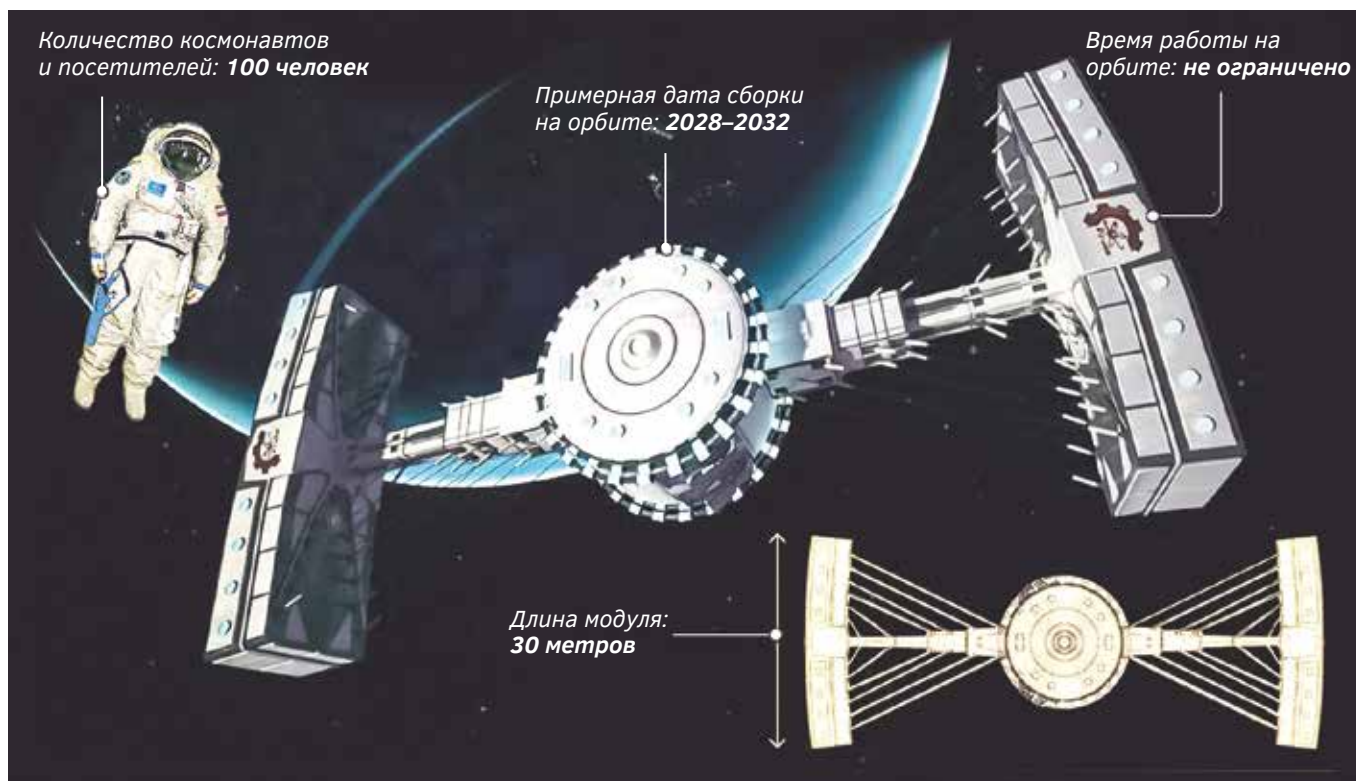
Рис. 6. Первый эксперимент по ИГ в космосе, пилотируемый корабль «Джемини-11» и ступень ракеты «Аджена», NASA, США (1966)



Рис. 7. ЦКР для ИГ: 1 — вид ЦКР 1-го поколения, СССР (1978); 2 — перспективный трансформируемый модуль для новой ЦКР, РКК «Энергия» имени С. П. Королёва, Россия (2016), по: Орлов, Колотева, 2017 [6, с. 15, 16]



Рис. 9. Концепция новой российской космической базы «Мир-2». Проект группы авторов, Россия (2016)



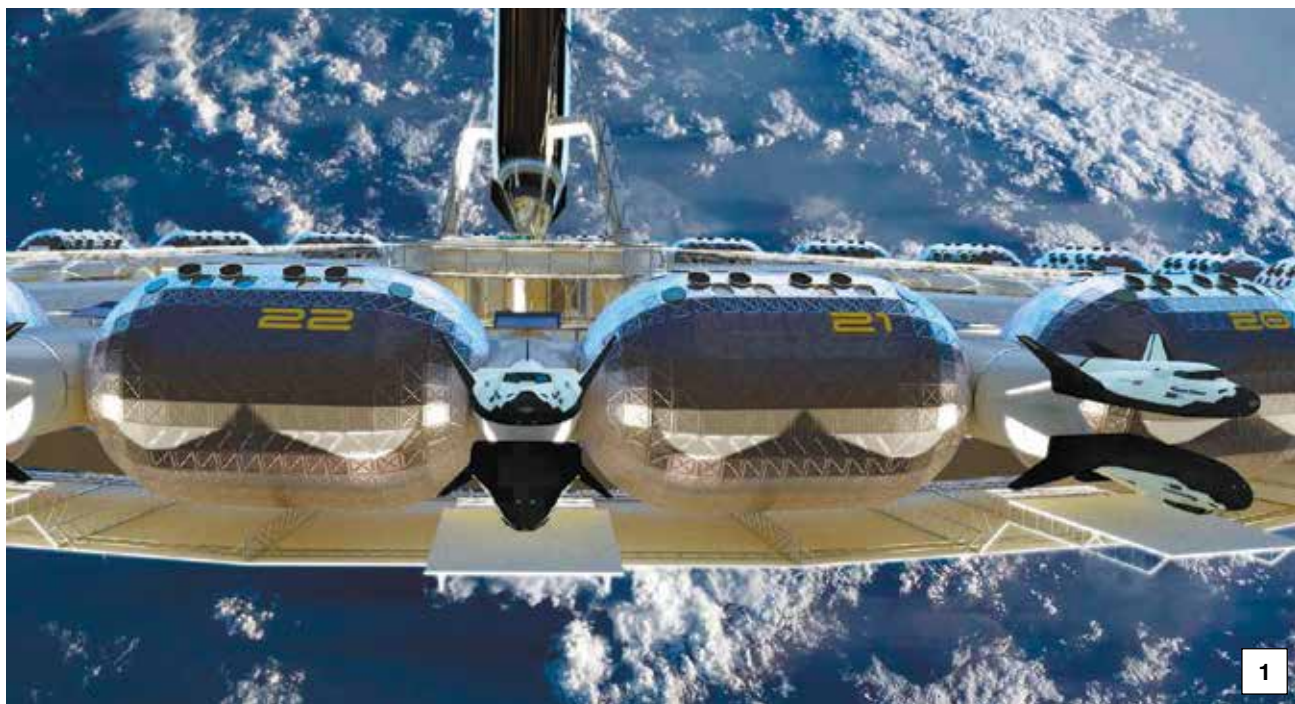


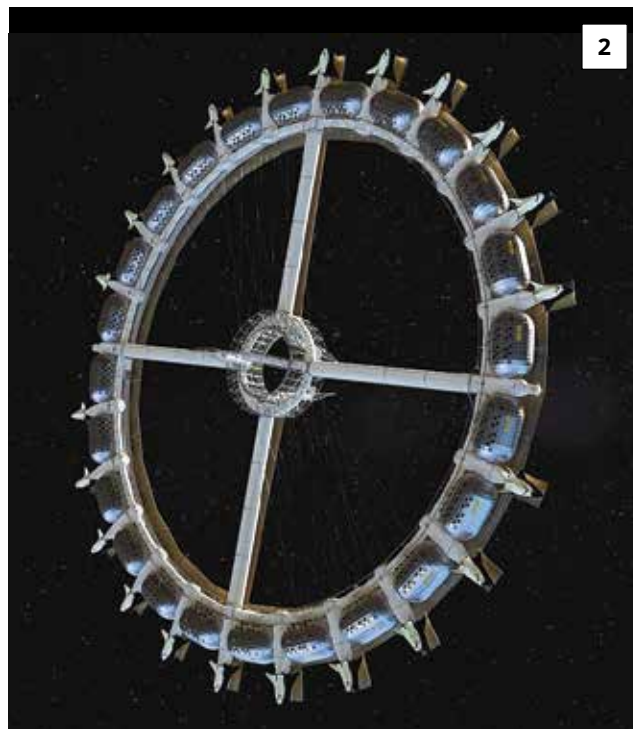
Рис. 10. *ОС Von Braun Space Station — отель для туристов с ИГ в ОКП (виды 1 и 2), визуализация концепции Gateway Foundation, США (2019-2020)*

с назревшего применения ЦКР на МКС [6], в том числе в полетах до одного года, с дальнейшим переходом к полноценным системам ИГ для жизни людей вне Земли. Существует комплекс сложных медико-биологических, инженерных, технических, экономических и других вопросов, их необходимо исследовать и решать в процессе создания и применения систем ИГ в космосе.

Создание и внедрение систем ИГ в космосе чрезмерно затянулось. Пришло время изменить парадигму, выйти за достигнутые пределы и продолжить освоение космоса, экспансию вне Земли в новой ИГ-парадигме. Необходимо создавать в космосе среду, благоприятную для жизни и работы человека, сочетая зоны невесомости, ИГ и естественной гравитации (ЕГ) в открытом космосе и на небесных телах: ИГ в ОКП и межпланетных полетах; ЕГ + ИГ на Луне, Марсе и т. д.

Вопрос ИГ актуален с начала длительных полетов в 70–80-х годах XX века. Однако радикальное практическое решение висит, откладывается более 40 лет (!). Его необходимо и важно принять и исполнить. Для этого следует задать новые цели, сроки и правила игры. Пора перейти от исследований на Земле к исследованиям и практике ИГ для людей в космосе.

Около 25 лет назад академики РАН О. Г. Газенко и А. И. Григорьев написали в предисловии к книге о медико-биологических аспектах ИГ: «... мы не должны оказаться безоружными, если отсутствие земной силы тяжести будет



служить... препятствием для развития пилотируемой космонавтики в третьем тысячелетии» [4, с. 5].

Время искусственной гравитации пришло.

**Время искусственной
гравитации пришло.**

Рис. 11. «ЭкоКосмоДом», А. С. Юницкий, Беларусь (2019).
Цитир. по: Звезда, 28 марта 2020 г., с.10
http://www.zvezda.by/sites/default/files/28sak-10_optim_1.pdf

ОСНОВНЫЕ ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Существует длительная история исследований проблемы ИГ, разработки идей, технологий, проектов в России и мире в XIX–XXI веках. Сделан краткий анализ их эволюции, произведены периодизация, общая классификация, приведены важные примеры.

2. Без ИГ безопасное и эффективное освоение космоса, экспансия в космос, создание «космического» человека, длительная и постоянная безопасная и достойная жизнь людей вне Земли — невозможны. Целесообразно стимулировать и ускорить процесс внедрения технологий и систем ИГ: 2.1. осуществлять длительные полеты людей в космос с 2030 года (оптимистичный вариант) только с системами ИГ; 2.2. поставить сверхзадачу экспансии — достижения постоянной жизни людей в космосе в XXI веке, включая репродукцию, с полноценным применением ИГ.

3. Необходимо разработать новые требования и стандарты для жизни людей в космосе с обязательным применением ИГ и установить основные режимы с учетом целей пребывания в космосе, статуса людей (возраст, состояние здоровья, диапазон ИГ, время) и других факторов. Предложен вариант, включающий четыре основных режима ИГ.

4. Предстоит создать и применять новую космическую технику с ИГ для людей в космосе с учетом пп. 2 и 3.

5. Необходимо проводить национальные и международные конкурсы технологий и проектов ИГ с дальнейшей реализацией наилучших.

6. Предлагается создать международный центр (лабораторию) проблем ИГ с участием национальных космических агентств, организаций и других сообществ.

7. Целесообразно продолжать исследования, использовать знания об истории идей, технологий, проектов ИГ для развития науки, образования и практики освоения космоса.

**«...мы не должны оказаться
безоружными, если отсутствие
земной силы тяжести будет
служить... препятствием
для развития пилотируемой
космонавтики в третьем
тысячелетии».**

Литература

1. **Циолковский К.Э.** Грезы о Земле и небе // Циолковский К.Э. Путь к звездам. М.: Изд-во АН СССР, 1961. С. 38 – 112.
2. **Циолковский К.Э.** Вне Земли: повесть. Калуга: Золотая аллея, 2008. 256 с.
3. **Шипов А.А.** Искусственная гравитация // Космическая биология и медицина. Т. III. Человек в космическом полете. Кн. 2. М.: Наука, 1997. С. 127 – 154.
4. **Котовская А.Р., Шипов А.А., Виль-Вильямс И.Ф.** Медико-биологические аспекты проблемы создания искусственной силы тяжести. М.: Слово, 1996. 204 с.
5. **Котовская А.Р.** Переносимость человеком перегрузок в космических полетах и искусственная гравитация // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2017. Т. 51. № 5. С. 5 – 21. DOI: 10.21687/0233-528X-2017-51-5-5-21
6. **Орлов О.И., Колотева М.И.** Центрифуга короткого радиуса как новое средство профилактики неблагоприятных эффектов невесомости и перспективные планы по разработке проблемы искусственной силы тяжести применительно к межпланетным полетам // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2017. Т. 51. № 7. С. 11 – 18. DOI: 10.21687/0233-528X-2017-51-7-11-18
7. **Кричевский С.В.** Аэрокосмическая деятельность: междисциплинарный анализ. М.: ЛИБРОКОМ, 2012. 384 с.
8. **Кричевский С.В.** «Космический» человек: идеи, технологии, проекты, опыт, перспективы // Воздушно-космическая сфера. 2020. № 1. С. 26 – 35. DOI: 10.30981/2587-7992-2020-102-1-26-35
9. **Майборода А.О.** Долговременная лунная база с искусственной гравитацией и минимальной массой конструкции // Воздушно-космическая сфера. 2019. № 3. С. 36 – 43. DOI: 10.30981/2587-7992-2019-100-3-36-43
10. **Морозов С.Л.** Гомеостатический ковчег как главное средство в стратегии освоения космоса // Воздушно-космическая сфера. 2018. № 3. С. 28 – 37. DOI: 10.30981/2587-7992-2018-96-3-28-3
11. **Морозов С.Л.** Идеология космической экспансии // Воздушно-космическая сфера. 2019. № 1. С. 50 – 61. DOI: 10.30981/2587-7992-2019-98-1-50-61
12. **Эдельброк Эгберт К.А.** Компания SpaceBorn United: планируемые миссии по зачатию человека и родам в космосе // Воздушно-космическая сфера. 2019. № 4. С. 26 – 36. DOI: 10.30981/2587-7992-2019-101-4-26-36
13. **Цыганков О.С.** Искусственная тяжесть в межпланетном полете: конструктивно-технологическое и социомедицинское измерение // Полет. 2013. № 4. С. 20 – 25.
14. **Адамович Б.А., Горшенин В.А.** Жизнь вне Земли. М.: Технология-индустрия, 1997. 591 с.
15. Космонавтика XXI века: попытка прогноза развития до 2001 года / Под ред. Б. Е. Чертока. М.: РТСОфт, 2010. 864 с.
16. Патент № 2160692С2 РФ. Способ уменьшения отрицательного воздействия невесомости на живые организмы / Корабельников А.Т. Заявлено: 29.03.1995. Опубликовано: 20.12.2000. 6 с.
17. **Валеев А.Р., Зотов А.Н., Имаева Э.Ш., Тихонов А.Ю.** Создание искусственной гравитации при помощи колебательных систем с квазиулеевой жесткостью // Вестник ННГУ. 2011. № 4 – 5. С. 2051 – 2052.
18. **Ноордунг Г.** Проблема путешествия в мировом пространстве / сокр. пер. Б. М. Гинзбурга. Л.: ОНТИ НКТИ СССР, 1935. 96 с.
19. **Штернфельд А.А.** Полет в мировое пространство. М.; Л.: Гос. изд-во техн.-теорет. лит., 1949. 140 с.
20. **Кричевский С.В.** Экологичные аэрокосмические технологии и проекты: методология, история, перспективы // Воздушно-космическая сфера. 2018. № 3. С. 78 – 85. DOI: 10.30981/2587-7992-2018-96-3-78-85
21. **Сыромятников В.С.** 100 рассказов о стыковке и о других приключениях в космосе и на Земле. Часть 1: 20 лет назад. М.: Логос, 2003. 568 с.
22. Патент 2088491С1 РФ. Долговременный пилотируемый орбитальный тросовой комплекс / Веселова Т.К., Григорьев Ю.И., Демина Е.А. и др. Заявлено: 31.08.1993. Опубликовано: 28.08.1997. 12 с.
23. **Юницкий А.Э.** Особенности проектирования жилого космического кластера «Эко-КосмоДом» – миссия, цели, назначение // Безракетная индустриализация космоса: проблемы, идеи, проекты. Сб. материалов II Межд. научно-практич. конференции, 2019. Минск: Парадокс, 2019. С. 51 – 57.
24. NASA (США) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nasa.gov/> (Дата обращения: 17.07.2020).



References

1. **Tsiolkovskiy K.E.** Grezy o Zemle i nebe. Put' k zvezdam. Moscow, Academy of Sciences USSR, 1961, pp. 38 – 112.
2. **Tsiolkovskiy K.E.** Vne Zemli. Kaluga, Zolotaya alleya, 2008. 256 p.
3. **Shipov A.A.** Iskusstvennaya gravitatsiya. Kosmicheskaya biologiya i meditsina. Vol. III. Chelovek v kosmicheskom polete, book 2. Moscow: Nauka, 1997. Pp. 127 – 154.
4. **Kotovskaya A.R., Shipov A.A., Vil'-Vil'yams I.F.** Mediko-biologicheskie aspekty problemy sozdaniya iskusstvennoy sily tyazhesti. Moscow, Slovo, 1996. 204 p.
5. **Kotovskaya A.R.** Perenosimost' chelovekom peregruzok v kosmicheskikh poletakh i iskusstvennaya gravitatsiya. Aviakosmicheskaya i ekologicheskaya meditsina, 2017, vol. 51, no. 5, pp. 5 – 21. DOI: 10.21687/0233-528X-2017-51-5-5-21
6. **Orlov O.I., Koloteva M.I.** Tsentrifuga korotkogo radiusa kak novoe sredstvo profilaktiki neblagopriyatnykh effektiv nevesomosti i perspektivnye plany po razrabotke problemy iskusstvennoy sily tyazhesti primenitel'no k mezhplanetnym poletam. Aviakosmicheskaya i ekologicheskaya meditsina, 2017, vol. 51, no. 7, pp. 11 – 18. DOI: 10.21687/0233-528X-2017-51-7-11-18
7. **Krichevskiy S.V.** Aerokosmicheskaya deyatel'nost': mezhdistsiplinarnyy analiz. Moscow, LIBROKOM, 2012. 384 p.
8. **Krichevskiy S.V.** "Kosmicheskii" chelovek: idei, tekhnologii, proekty, opyt, perspektivy. Vozdushno-kosmicheskaya sfera, 2020, no. 1, pp. 26 – 35. DOI: 10.30981/2587-7992-2020-102-1-26-35
9. **Mayboroda A.O.** Dolgovremennaya lunnaya baza s iskusstvennoy gravitatsiey i minimal'noy massoy konstruktssii. Vozdushno-kosmicheskaya sfera, 2019, no. 3, pp. 36 – 43. DOI: 10.30981/2587-7992-2019-100-3-36-43
10. **Morozov S.L.** Gomeostaticheskiy kovcheg kak glavnoe sredstvo v strategii osvoeniya kosmosa. Vozdushno-kosmicheskaya sfera, 2018, no. 3, pp. 28 – 37. DOI: 10.30981/2587-7992-2018-96-3-28-3
11. **Morozov S.L.** Ideologiya kosmicheskoy ekspansii. Vozdushno-kosmicheskaya sfera, 2019, no. 1, pp. 50 – 61. DOI: 10.30981/2587-7992-2019-98-1-50-61
12. **Edel'brok Egbert K.A.** Kompaniya SpaceBorn United: planiruemye missii po zachatiyu cheloveka i rodam v kosmose. Vozdushno-kosmicheskaya sfera, 2019, no. 4, pp. 26 – 36. DOI: 10.30981/2587-7992-2019-101-4-26-36
13. **Tsygankov O.S.** Iskusstvennaya tyazhest' v mezhplanetnom polete: konstruktivno-tekhnologicheskoe i sotsiomeditinskoe izmerenie. Polet, 2013, no. 4, pp. 20 – 25.
14. **Adamovich B.A., Gorshenin V.A.** Zhizn' vne Zemli. Moscow, Tekhnologiya-industriya, 1997. 591 p.
15. Kosmonavtika XXI veka: popytka prognoza razvitiya do 2001 goda. / Ed. B. E. Chertok. Moscow, RTSoft, 2010. 864 p.
16. **Korabel'nikov A.T.** Sposob umen'sheniya otritsatel'nogo vozdeystviya nevesomosti na zhiyye organizmy. Pat. RF no. 2160692C2 (2000).
17. **Valeev A.R., Zotov A.N., Imaeva E.Sh., Tikhonov A.Yu.** Sozdanie iskusstvennoy gravitatsii pri pomoshchi kolebatel'nykh sistem s kvazinulevoy zhestkost'yu. Vestnik NNGU, 2011, no. 4 – 5, pp. 2051 – 2052.
18. **Noordung G.** Problema puteshestviya v mirovom prostranstve. Leningrad, ONTI NKTI USSR, 1935. 96 p.
19. **Shternfel'd A.A.** Polet v mirovoe prostranstvo. Moscow, Leningrad, Gosudarstvennoe izdatel'stvo tekhniko-teoreticheskoi literatury, 1949. 140 p.
20. **Krichevskiy S.V.** Ekologichnye aerokosmicheskii tekhnologii i proekty: metodologiya, istoriya, perspektivy. Vozdushno-kosmicheskaya sfera, 2018, no. 3, pp. 78 – 85. DOI: 10.30981/2587-7992-2018-96-3-78-85
21. **Syromyatnikov V.S.** 100 rasskazov o stykovke i o drugih priklucheniya v kosmose i na Zemle. Part 1: 20 let nazad. Moscow, Logos, 2003. 568 p.
22. **Veselova T.K., Grigor'ev Yu.I., Demina E.A. et al.** Dolgovremennyy pilotiruemyy orbital'nyy trosovoy kompleks. Patent RF no. 2088491C1 (1997).
23. **Yunitskiy A.E.** Osobennosti proektirovaniya zhilogo kosmicheskogo klastera "EkoKosmoDom" – missiya, tseli, naznachenie. Bezraketnaya industrializatsiya kosmosa: problemy, idei, proekty. Materialy 2 Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii, 2019. Minsk, Paradoks, 2019, pp. 51 – 57.
24. NASA: official website. Available at: <https://www.nasa.gov/> (Retrieval date: 17.07.2020).

© Кричевский С.В., 2020

История статьи:

Поступила в редакцию: 18.07.2020

Принята к публикации: 09.08.2020

Модератор: Гесс Л.А.

Конфликт интересов: отсутствует

Для цитирования:

Кричевский С.В. Искусственная гравитация для людей в космосе: эволюция идей, технологий, проектов // Воздушно-космическая сфера. 2020. № 3. С. 10 – 21.

Alexander V. BAGROV,

Dr. Sci. (Physics and Mathematics), Leading Research Scientist, the Institute of Astronomy of the RAS, Moscow, Russia, abagrov@inasan.ru



Александр Викторович БАГРОВ,

доктор физико-математических наук, ведущий научный сотрудник Института астрономии РАН, Москва, Россия, abagrov@inasan.ru

Vladislav A. LEONOV,

Cand. Sci. (Physics and Mathematics), Researcher, Institute of Astronomy of the Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia, leonov@inasan.ru



Владислав Александрович ЛЕОНОВ,

кандидат физико-математических наук, научный сотрудник ФГБУН Института астрономии РАН, Москва, Россия, leonov@inasan.ru

ABSTRACT | All existing lunar programs are aimed at deepening the already received information about the Moon. At the same time, the tasks of the exploration of the Moon and its resources start to prevail. The second lunar race is precisely for the opportunity to build lunar bases in the most promising places. Therefore, it is necessary to revise the priorities in the list of tasks of the upcoming space missions. It is rational to choose the central part of the lunar disk as a location for the Russian lunar base and concentrate all the forces of domestic cosmonautics on providing long-term manned expeditions to the Moon and solving problems of biological research in conditions of low lunar gravity. The creation of a Russian lunar base will be the prologue of Russia's terrestrial borders into space.

Keywords: *space resources, space exploration, lunar race, lunar base, lunar elevator, construction robots*

АННОТАЦИЯ | Все существующие лунные программы направлены на углубление уже полученных сведений о Луне. Вместе с тем на первое место выходят задачи освоения Луны и ее ресурсов. Вторая лунная гонка идет именно за возможность построить лунные базы в самых перспективных местах. Поэтому необходимо пересмотреть приоритеты в перечне задач готовящихся космических миссий. Местом для размещения российской лунной базы рационально выбрать центральную область лунного диска и все силы отечественной космонавтики сконцентрировать на обеспечении длительных пилотируемых экспедиций на Луну и решении проблем биологических исследований в условиях низкого лунного тяготения. Создание российской лунной базы станет прологом земных границ России в космос.

Ключевые слова: *ресурсы космоса, освоение космоса, лунная гонка, лунная база, лунный лифт, строительные роботы*



PROBLEMS OF TRANSITION FROM LUNAR RESEARCH TO LUNAR EXPLORATION

ПРОБЛЕМЫ ПЕРЕХОДА ОТ ИССЛЕДОВАНИЙ ЛУНЫ К ЕЕ ОСВОЕНИЮ

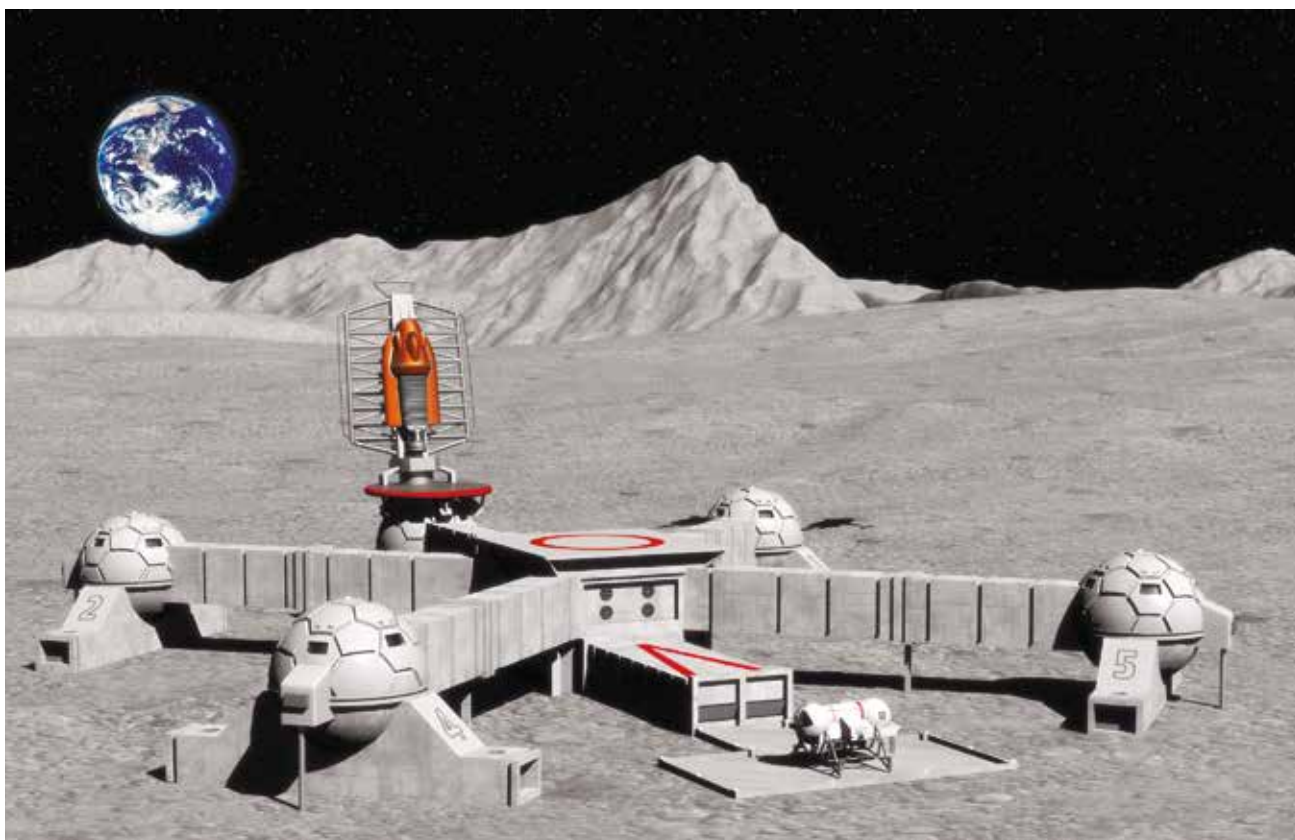
ВВЕДЕНИЕ

На нашей планете есть только два светила, известные с незапамятных времен, и одно из них — Луна. Луна в течение тысячелетий была предметом пристального внимания людей, объектом всевозможных мифологий и одним из первых небесных тел, изучавшихся астрономией. В результате сначала визуальных, а потом и телескопических наблюдений наши научные представления о Луне достигли предела, за который удалось шагнуть только с помощью космической техники.

На поверхности Луны были открыты горы и измерены их высоты. Составлены подробные карты как видимого с Земли полушария, так и обратной стороны Луны, которая видна только из космоса. Экспедиции к Луне позволили установить минеральный состав лунных пород в местах посадки. Однако очень высокая стоимость космических аппаратов и отсутствие необходимости в более детальном изучении Луны привели к тому, что почти 40 лет после триумфальной высадки американских астронавтов на Луну экспедиции к Луне прекратились.

Сейчас положение начинает меняться. Связано это с тем, что постепенное совершенствование космической техники подвело человечество к возможности начала освоения ресурсов космоса. Луна, как ближайшее к Земле космическое тело, представляет больший интерес, чем далекие и не очень хорошо исследованные астероиды. Тем более Луна имеет заметное тяготение, всего лишь в шесть раз уступающее земному, а это порождает надежды на то, что на Луне можно создать нормальные условия для обитания людей. Луна может стать «седьмым континентом», который можно освоить.

Освоение Луны может привести к решению многих проблем, с которыми на Земле не удастся справиться, поэтому новая «гонка за Луну» стремительно началась и энергично развивается. Еще не ясно, какие ценности, добываемые на Луне, окупят огромные затраты на ее исследование и освоение. Поэтому освоение Луны отличается от освоения земных территорий, например Сибири, когда люди сначала заселяли новые земли, а потом приступали к изучению их богатств. В космосе нужно сначала изучить ценность доступных там ресурсов, а только потом осваивать богатые ими территории.





МНИМЫЕ И РЕАЛЬНЫЕ РЕСУРСЫ ЛУНЫ

Разумеется, прежде необходимо обосновать целесообразность огромных затрат, которые потребуются для освоения лунных ресурсов. Одно время было много разговоров о том, что в лунном реголите миллионы лет накапливаются атомы редкого изотопа гелий-3, испускаемые Солнцем. Термоядерная реакция с этим изотопом в качестве топлива протекает без излучения нейтронов и без образования радиоактивных отходов. А количество накопившегося в лунной поверхности гелия-3 могло бы обеспечить все потребности земной технологии в энергии на несколько столетий. Оказалось, что все не так просто. Во-первых, еще не созданы ядерные реакторы, которые будут работать на гелии-3, а во-вторых, добыча этого сырья означала бы зачистку тонкого (пара сантиметров) поверхностного слоя Луны на огромных площадях. То есть, чтобы добыть пресловутый гелий-3, понадобилось бы затратить больше энергии, чем из него можно выделить.

Теперь говорят о запасах воды, которая якобы сохраняется на дне вечно затененных лунных кратеров. Пока что это — только предположение, и его еще нужно подтвердить. Похоже, это еще одна легенда, которая призвана оправдать дорогие экспедиции к Луне, так как вода — ос-

нова жизни и главный ресурс, необходимый для существования постоянных поселений на Луне.

А еще на Луне надеются найти те редкоземельные элементы, в которых остро нуждается современная электроника и запасы которых на Земле в ближайшее время иссякнут. На нашей планете их очень много, но они почти не встречаются в виде руд с высокой концентрацией, а в ничтожных количествах присутствуют везде, за что и получили название «редкоземельных». Надежды найти эти элементы на Луне основаны на анализе состава железоникелевых метеоритов, в которых элементы платиновой группы найдены в заметных количествах. Если бы на Луне в кратерах от падения таких метеоритов осталось их вещество, оно могло бы стать интересным и перспективным источником сырья для нашей промышленности. Но оснований для таких надежд крайне мало. Наука пока не может даже объяснить, как могли образоваться астероиды, состоящие целиком из металлов, и уж тем более выделить те кратеры, в которых дно усыпано фрагментами этих астероидов.

Тем не менее главный ресурс Луны состоит совсем в другом.

Может показаться парадоксальной идея, что безжизненная Луна обладает свойствами, необходимыми для обеспечения самых комфортных условий для жизни людей. Самый главный ре-

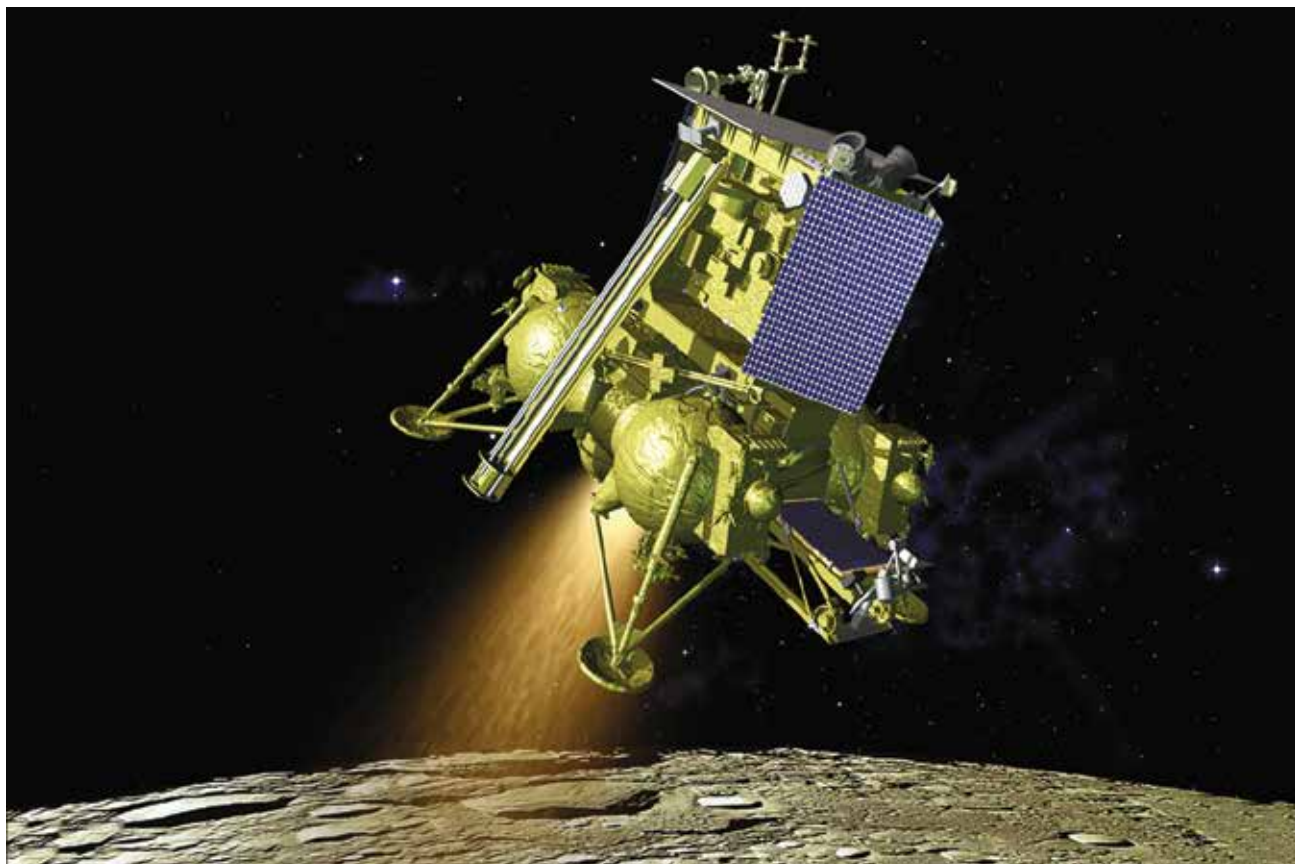
курс Луны — это необыкновенная стабильность ее условий. На глубине всего два метра под поверхностью Луны температура стабильна с точностью до одного градуса, и под защитой такого слоя лунного грунта космическая радиация снижается до безопасного уровня. Если под защитой лунного грунта создать помещения с искусственной атмосферой, в них можно будет жить без опасений стихийных бедствий. Сама Луна сложена из прочнейших базальтов, и из них можно строить дома высотой в тысячи этажей без дополнительных креплений. А размеры Луны таковы, что на ней можно построить самые комфортные дома для миллиардов жителей, при этом еще и обеспечить их продуктами питания, которые там же можно производить. Луна содержит те же вещества, что и Земля, и на ней хватит ресурсов, чтобы полностью обеспечить ими все потребности местной промышленности. Благодаря стабильности условий постройки на Луне простоят без необходимости даже косметического ремонта миллионы лет, поэтому стоимость строительства для долговременной эксплуатации окажется в тысячи раз ниже, чем на Земле, где здания нужно заменять каждые полвека.

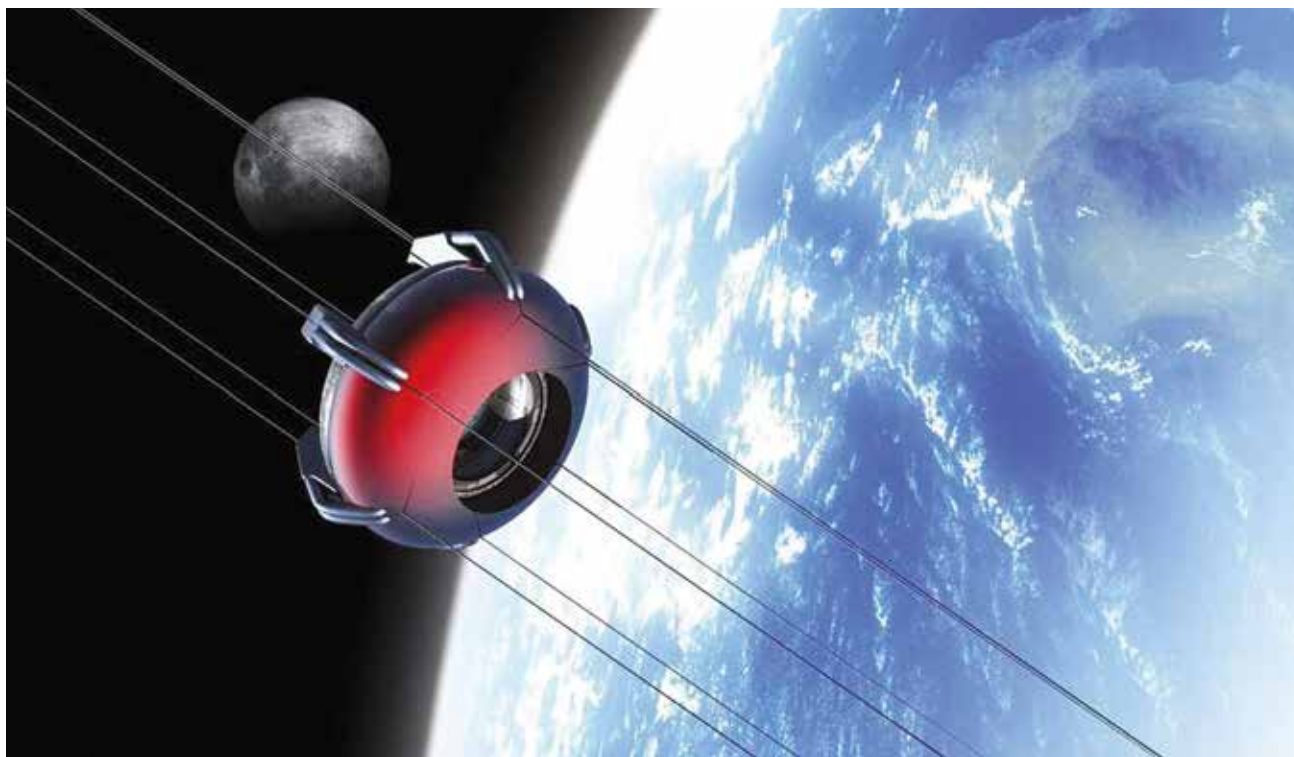
Все эти достоинства Луны как настоящего ковчега, на котором можно пережить поджидающие нас на Земле катаклизмы, можно будет реализовать только при ее освоении [1]. Сегодня мы к этому еще не готовы.

ЗАДАЧИ ЛУННЫХ ЭКСПЕДИЦИЙ

Запланированная на 2021 год миссия «Луна-25» [2] ставит своей главной целью отработку техники мягкой посадки в условиях горного рельефа в районе южного полюса Луны и решение навигационных задач. Небольшой набор научной аппаратуры предназначен для исследования физических свойств лунного реголита и его минералогического состава.

Научные задачи следующей российской миссии «Луна-26» (2024 год), предназначенной для исследования Луны с полярной орбиты, касаются главным образом детального картографирования поверхности Луны и исследования жесткого космического излучения.





Тяжелый аппарат «Луна-27» предполагается посадить в 2025 году на дно кратера вблизи южного полюса Луны для прямого исследования бортовой аппаратурой состава лунных пород на глубине два метра. Специальная криогенная бурильная установка может извлечь с глубины водяной лед (если он там есть) и изучить его свойства. Остальная научная аппаратура миссии продолжит изучение минерального состава лунных пород в месте посадки.

Дальнейшим продолжением поисков лунного льда станет миссия «Луна-28 Грунт» (2027 год). Это будет попытка повторить доставку на Землю образцов лунного грунта, которую успешно провела «Луна-24» (1976 год), доставившая образцы грунта с глубины 2,5 м. На этот раз на Землю предполагается доставить керны со льдом из пробуренной скважины в первозданном замороженном состоянии.

Подготовка к созданию на Луне пилотируемой базы разбита на три этапа. Первый этап — «Вылазка» — предполагается провести в 2021–2025 годах. Он предусматривает разработку и испытания перспективного пилотируемого корабля «Орел» (название может еще поменяться) и выведение на окололунную орбиту орбитальной станции.

Второй этап, именуемый «Форпост» (2025–2035 годы), будет связан с проведением пилоти-

руемых облетов Луны и доставкой на ее поверхность первых модулей посещаемой базы.

Выполнение третьего этапа, названного «База», начнется после 2035 года. На этом этапе будет развернута полноценная посещаемая база и начата промышленная добыча и переработка лунного льда как сырья для кислородно-водородных реактивных двигателей.

Лунные программы других космических держав, в общем-то, повторяют планы России и друг друга и различаются только в деталях и в сроках исполнения.

ЛУННАЯ БАЗА — ПЕРВЫЙ ЭТАП КОЛОНИЗАЦИИ ЛУНЫ

Вся начальная инфраструктура на Луне и вокруг Луны будет строиться с целью создания обитаемой базы с длительным периодом существования. Доставка на Луну элементов базы будет стоить очень дорого. Но сами ее модули будут рассчитаны на многолетнее использование, поэтому эти базы будут использоваться десятилетиями, а их состав — постоянно расширяться. Главной задачей лунных баз будет постепенное освоение тех ресурсов, которые окажутся в до-

ступной близости, поэтому большое значение в них отводится развешиванию на базах технических средств для добычи и переработки ресурсов. Самые большие надежды возлагаются на добычу водяного льда, так как доставка воды на Луну с Земли обойдется в 100 тысяч долларов за каждый килограмм. Добыча криогенного льда из лунных недр может кардинально удешевить снабжение баз водой, но потребует больших энергетических мощностей, поэтому огромный интерес как место размещения лунной базы будут представлять вершины некоторых гор вблизи южного полюса Луны, где почти не заходит солнце. Например, на горе Малаяперт продолжительность ночи составляет не более 3 – 6 суток, так что более 89% времени можно получать энергию от солнечных батарей.

Благоприятных мест для размещения баз, где много солнечного света и есть залежи льда, не так уж много. Поэтому космические державы стремятся занять их раньше конкурентов, а президент США даже объявил о готовности защищать свои занятые на Луне территории всеми средствами, вплоть до применения силы.

Академик Лев Зелёный, директор Института космических исследований РАН, в одном из своих интервью выразил опасение, что «к середине XXI века разгорится конкурентная борьба за овладение районами вблизи лунных полюсов и за возможность создания лунной базы, что будет напоминать борьбу за арктический шельф, который сейчас стал зоной экономических интересов многих стран» [3].

НАСТОЯЩЕЕ ОСВОЕНИЕ ЛУНЫ
НАЧНЕТСЯ ТОЛЬКО ТОГДА, КОГДА
НОВЫЕ ТЕХНОЛОГИИ ПОЗВОЛЯТ
ОРГАНИЗОВАТЬ ГРУЗОПОТОК МЕЖДУ
ЛУНОЙ И ЗЕМЛЕЙ В МИЛЛИОНЫ ТОНН
В ГОД НА БЕЗРАКЕТНОЙ ТЕХНОЛОГИИ.

МОЖНО ЛИ ОБОЙТИСЬ БЕЗ ЛУННОГО ЛЬДА?

Существование на Луне залежей водяного льда не только не доказано, но и вызывает сомнение. Стоит ли так стремиться на южный полюс Луны, если льда там не окажется?

Удивительно, но основными целями всех лунных миссий к околополюсным районам являются вопросы, ответы на большинство из которых можно искать в любом месте Луны. Что же касается планов на место для развешивания лунной базы, то они мотивированы исключительно надеждой на обнаружение доступных залежей водяного льда. Даже если они на Луне есть, они не могут быть обширными, а истощение этих запасов поставит построенные вокруг них базы в положение утративших смысл городов-призраков. Базы перестанут представлять коммерческий интерес, и вложенные в них средства окажутся израсходованы не самым рациональным способом.

Скорее всего, на Луне воды нет, но зато в космосе ее очень много. Ядра комет и их небольшие осколки, в большом количестве пролетающие рядом с Землей и Луной, представляют собой ледяные глыбы, по большей части состоящие из водяного льда с примесью аммиака, метана, углекислоты и прочих замерзших газов [4]. Осуществить их перехват в околоземном пространстве можно даже с существующей техникой [5], а в процессе доставки их к месту использования (скажем, на лунную базу) разделить кометное вещество на чистые компоненты. Не водой единой будут жить лунные базы! Оранжереи с растениями будут нуждаться и в углекислом газе, и в соединениях азота, а все это есть в кометных ядрах. Так что делать ставку на добычу водяного льда на самой Луне едва ли разумно. На Луне есть ресурсы существенно более важные и намного более перспективные.

Минеральное разнообразие лунных пород намного скромнее, чем на Земле. Скорее всего, там нет богатых рудных месторождений, зато весь лунный базальт состоит наполовину из окислов кремния и наполовину — из окислов металлов, так необходимых для техники — железа, титана, натрия, калия, кальция и пр. Для извлечения этих ценных металлов подойдет лунный грунт в любом месте Луны, и на поверхности, и в глубине. То же самое можно сказать и об источнике энергии для переработки базальтов: солнце поставляет ее в количестве 1.4 кВт/м² везде, где оно оказывается над горизонтом. Следовательно, с точки зрения реального освоения лунных ресурсов тоже нет «предпочтительных мест» [6].

Где же выгоднее строить лунную базу? Там, где до нее будет легче добраться.



ПЕРСПЕКТИВЫ СТРОИТЕЛЬСТВА
ЛУННОГО ЛИФТА СДЕЛАЮТ
САМЫМ ЦЕННЫМ МЕСТОМ ЛУННОЙ
ПОВЕРХНОСТИ ЦЕНТР ЕЕ ДИСКА, ТО
ЕСТЬ ТО МЕСТО, ГДЕ ЛИФТОВЫЙ ТРОС
БУДЕТ КРЕПИТЬСЯ К ЛУНЕ. МЕСТО
ДЛЯ БАЗЫ НУЖНО ВЫБИРАТЬ ИМЕННО
ТАМ, КУДА БУДУТ ДОСТАВЛЯТЬСЯ
НЕОБХОДИМЫЕ МАТЕРИАЛЫ И
ОБОРУДОВАНИЕ С ЗЕМЛИ.

ЕСЛИ ДОРОГ ПЕРЕВОЗ...

Человечество достигло космоса благодаря ракетам. До сих пор ракеты остаются единственным способом добраться с Земли до Луны. Это очень дорогой способ. Каждая лунная ракета будет стоить много миллионов долларов, и экологическая нагрузка на нашу планету от ракетных запусков будет тоже велика. Освоение Луны потребует тысячи ракетных запусков год. У человечества нет для этого ресурсов, и в будущем они тоже не появятся. Настоящее освоение Луны начнется только тогда, когда новые технологии позволят организовать грузопоток между Луной и Землей в миллионы тонн в год на безракетной технологии.

Законы мироздания оставляют не так уж много возможностей для перемещения в космосе. Одну из них предоставляет сама Луна. Благодаря тому, что она находится на почти круговой орбите возле Земли, и тому, что она все время обращена к Земле одной стороной, из центра лунного диска можно протянуть трос до самой Земли и использовать его как подвеску для лифта [7]. Как его устроить — уже ясно. Для троса нужен сверхпрочный материал, который уже изобрели, но пока непонятно, как сделать из него трос длиной 360 тысяч километров. Однако это — дело техники, через 10 или 20 лет такой

трос можно будет изготавливать в промышленных масштабах, и тогда множество лифтов свяжет Землю с Луной. Если удастся в недалеком будущем создать сверхпроводящий материал, работающий при комнатной температуре, и покрыть его пленкой трос лунного лифта, скорость движения кабины лифта может быть столь большой, что путь от Земли до Луны займет всего три с половиной часа. Тогда освоение Луны станет безопасным для земной экологии, а грузопоток между Землей и Луной будет достаточным для самой масштабной экспансии человечества в космос.

Перспективы строительства лунного лифта делают самым ценным местом лунной поверхности центр ее диска, то есть то место, где лифтовый трос будет крепиться к Луне. Так что, если строить базу на Луне и расширять ее в будущем до большого лунного поселения, место для нее нужно выбирать именно там, куда будут доставляться необходимые материалы и оборудование с Земли. То есть не среди гор у южного полюса Луны, а на равнинах Залива Центральный, Моря Облаков.

Все же на первом этапе без ракет обойтись не удастся, поэтому каждый шаг к Луне будет дорогим. Начавшаяся лунная гонка имеет своей целью подготовиться к тому времени, когда путь к Луне станет не сложнее, чем поездка на элек-

тричке на дачу. На Луне должны быть созданы условия для комфортной жизни людей, для устойчивого развития всего человечества. Глядя на безжизненную Луну, совсем нетрудно догадаться, в чем будет заключаться эта подготовка.

НАЧНЕМ С САМОГО НАЧАЛА

Для начала нужно выяснить, до какой степени способны земные организмы без роковых последствий для себя и своего потомства приспособиться к жизни в условиях низкого лунного тяготения. Скорее всего, земные организмы способны приспособиться к слабому тяготению. В воде, в условиях «гидроневетности», живет огромное множество земных организмов, причем некоторые виды существуют сотни миллионов лет. Но в отношении обитателей суши пока это только предположения. Нужно еще потратить много сил, чтобы разобраться, насколько безопасно низкое лунное тяготение для сухопутных организмов, и это нужно проверить специальными исследованиями именно в лунных лабораториях (на Земле и на околоземной орбите имитировать в полной мере низкое тяготение невозможно). Эти исследования могут вести космонавты в постоянных обитаемых лунных станциях.

Поэтому вторая задача — создать на Луне безопасные помещения для жизни и работы людей и обеспечить проведение длительных работ на Луне. Эта задача может быть решена уже сегодня [8], так как техника позволяет создать строительные роботы, которые построят нужные помещения на Луне к прилету на нее космонавтов [9].

ДО ТЕХ ПОР, ПОКА НЕ СОЗДАНО
ЭФФЕКТИВНОЕ МЕЖДУНАРОДНОЕ
ЗАКОНОДАТЕЛЬСТВО,
РЕГУЛИРУЮЩЕЕ КОСМИЧЕСКУЮ
ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ ПО ОСВОЕНИЮ
ВНЕЗЕМНЫХ ТЕРРИТОРИЙ, ЛУЧШЕ
ОРИЕНТИРОВАТЬСЯ НА СОЗДАНИЕ
НАЦИОНАЛЬНОЙ ЛУННОЙ БАЗЫ.

Третья задача — обеспечить лунные станции недорогими жизненно важными ресурсами — воздухом и водой, системами жизненного обеспечения, средствами переработки отходов. Доставка нужных материалов с Земли будет настолько дорогой, что выгоднее будет добывать их прямо в космосе. Технически проще перехватывать пролетающие мимо Земли обломки комет, состоящие в основном из водяного льда и других замороженных газов, и доставлять их на лунные станции. Таких кометных обломков размером от 3 до 30 метров мимо Земли ежегодно пролетает около 40 тысяч. Металлы можно будет извлекать прямо из лунного базальта нагреванием его в солнечных печах до температуры 3500 °С, попутно получая кислород.

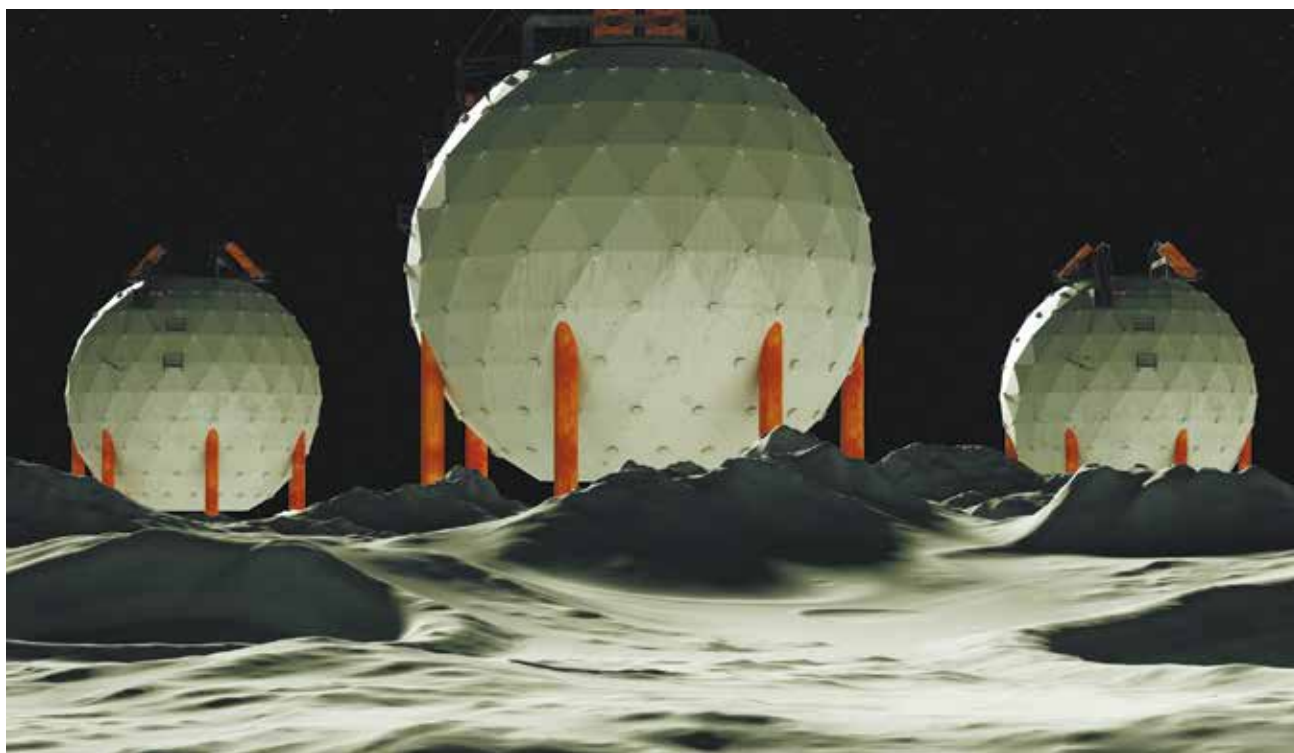
Четвертая задача — создать систему навигации, которая позволит доставлять на Луну с Земли или из космоса полезные грузы прямо на лунные станции. Иначе придется ездить на луноходах к местам случившихся посадок и заниматься дополнительными перевозками. Высокоточные навигационные системы потребуются и для оказания срочной поддержки экипажам луноходов.

Конечно, этими задачами перечень не исчерпывается. Потребуется решить много вопросов, чтобы подготовка к освоению Луны шла без сбоев. Тем не менее перечисленные задачи заметно отличаются от тех, которые входят в программы исследований разрабатываемых миссий к Луне. Причина этих различий заключается в целях проводимых исследований. Если задачей миссий является изучение Луны как космического объекта, то программы Роскосмоса и других космических агентств вполне ей соответствуют. Но если ставится долгосрочная задача создания условий для длительного существования людей в искусственной среде обитания на Луне, то тематика первоочередных исследований на Луне должна быть ей адекватной.

СОТРУДНИЧЕСТВО ИЛИ КОНКУРЕНЦИЯ

Путь к Луне предстоит трудный. Но насколько оправданны заявления, что осваивать космос можно, только объединив силы многих космических держав? За разговорами о сотрудничестве стоят совершенно иные мотивы. В них обнаруживается лукавство тех стран, которые имеют деньги, но не имеют технологий.

Российская космонавтика никогда не стояла на месте, даже если ее наработки не завершались триумфами космических достижений. В отношении Луны можно смело сказать, что



Россия реально готова, опираясь только на свои силы, в короткие сроки решить все проблемы, стоящие перед создателями лунных баз.

Будем откровенны: отечественная космонавтика имеет готовые технологии и технические заделы, которые выгоднее использовать самим, чем обслуживать чужие интересы в ущерб собственному будущему. В НПО Лавочкина уже разрабатывается навигационная система для Луны, которая будет опробована при первых же миссиях к Луне. Через несколько лет после проведения миссий «Луна-25» и «Луна-26» мы получим систему лунной навигации, которая позволит доставлять на Луну спускаемые аппараты в заданное место с точностью до нескольких метров. Пока ни одна страна мира таких наработок не имеет [10]. Наши системы жизнеобеспечения — самые надежные и отработанные годами эксплуатации на пилотируемых орбитальных станциях, и адаптировать их для лунной станции мы могли бы без посторонней помощи. Знаменитый на весь мир своей надежностью корабль «Союз» изначально разрабатывался как аппарат для полетов к Луне, и ничто не мешает уже сейчас завершить разработку как лунного корабля, так и обитаемых модулей полной заводской готовности для Луны. Когда у России появится тяжелая ракета, их можно будет сразу же отправить на Луну. Вполне разумные концепции строительных роботов для Луны у нас уже предложены,

и разработка на их основе строительной техники для Луны — дело не очень больших затрат денег и времени. Роботы построят защищенные базальтовые ангары для размещения в них готовых обитаемых модулей. Наконец, создание техники для перехвата в космосе космических тел и доставки их на Луну — тоже решаемая задача, причем средства для нее уже предложены и запатентованы в России.

У нашей космонавтики есть почти готовые проекты обитаемых модулей для лунной базы, отработанные системы жизнеобеспечения, апробированные заделы по созданию транспортных луноходов. Задолго до пилотируемых полетов к Луне мы можем создать всю налунную инфраструктуру для безопасной работы космонавтов на построенной роботами обитаемой станции [11, 12]. У наших конкурентов явных преимуществ нет. У нас пока не готова тяжелая ракета и нет готового пилотируемого корабля для полетов на Луну, но их нет ни у США, ни у Китая, ни у Европы. При должном финансировании наша космическая отрасль создаст их раньше конкурентов именно благодаря накопленным заделам.

Все главные задачи, перечисленные выше, можно решать независимо друг от друга в разных структурах Роскосмоса. В этом случае можно разработать и послать на Луну строительные роботы, не дожидаясь, пока будут готовы тяжелая ракета и космический корабль для космонавтов.

Если время создания ракетной техники затянется, роботы просто успеют построить больше помещений на Луне. Роботы могут строить без отдыха месяцами и годами.

ПРАВОВОЙ «БЕСПРЕДЕЛ» В КОСМОСЕ

К началу освоения ресурсов космоса человечество подошло без четких правил и законов для космической деятельности. Хотя космическую технику нужно считать вершиной высоких технологий, ни одно изобретение не обладает защитой в космическом пространстве [13]. Любое, даже самое эффективное изобретение может безнаказанно использоваться в космосе кем угодно. То есть разработчик новых технических решений, затративший на их создание немало сил и средств, формально имеет такое же право на их использование, как тот, кто бесплатно скопировал его для себя. «Совместные» космические проекты в этих условиях можно рассматривать как облегченные условия для промышленного шпионажа.

Еще более неопределенным может стать «сотрудничество» в создании лунной базы. Каждая сторона может распространять свою юрисдикцию на «свою» часть базы, что может привести к сложным конфликтным ситуациям [14, 15]. Примерно такое положение сложилось в разделенном на зоны Берлине после разгрома фашистской Германии: как известно, оно привело к возведению разделительной Берлинской стены. Едва ли подобная ситуация будет приемлемой для космического поселения.

Американцы готовы крайне жестко защищать свои интересы в космосе. Президент США Д. Трамп объявил во всеуслышание, что будет защищать любые форпосты Америки в космосе всеми доступными средствами, вплоть до применения силы. Так что до тех пор, пока не будет создано эффективное международное законодательство, регулирующее космическую деятельность по освоению внеземных территорий, лучше ориентироваться на создание национальной лунной базы.

АВТОМАТЫ ИЛИ ПИЛОТЫ?

Особый разговор — о пилотируемой космонавтике. С самого начала пилотируемых полетов космонавты решали военные задачи профессионального наблюдения за объектами потенциального противника. Для СССР это был единственный способ решения многих разведывательных

задач. Позднее, в связи со стремительным развитием электроники и компьютерной обработки изображений, задачи дистанционного зондирования Земли постепенно были переложены на автоматическую технику. Спутники-автоматы могут круглосуточно выполнять свои функции в течение нескольких лет, а замена спутника на орбите стоит существенно меньше, чем запуск в космос наблюдателей-космонавтов и обеспечение их пребывания на орбите. Сегодня необходимость в космонавтах в ближнем космосе отпала.

Не следует, однако, думать, что пилотируемую космонавтику постигнет судьба парусного флота, уступившего место парходам. Космонавты — это не машины, это думающие исследователи, и их будущее — именно в решении исследовательских задач. В ближайшем будущем ареной самых перспективных исследований в космосе станет Луна. Космонавты, как первопроходцы космоса, будут решать проблемы создания комфортных условий обитания людей на Луне и осваивать новые технологии добычи космических ресурсов. Пилотируемая космонавтика ближайшего будущего — это основа экспансии человечества на Луну.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ: РОССИЯ БУДЕТ ПРИРАСТАТЬ КОСМОСОМ

Космос становится ближе. Теперь он становится жизненно необходимым для будущего человечества. Никогда прежде у землян не было возможности построить «запасное убежище» с полностью контролируемыми условиями обитания, в которых наша цивилизация смогла бы продолжить свое устойчивое развитие. Сегодня мы готовимся шагнуть за пределы родной планеты и начать осваивать Луну [16]. На Луне нас интересуют не ее мифические минеральные ресурсы, а неосвоенные территории «седьмого континента». Поэтому будущее поселение на Луне следует основать там, где будет проходить транспортная магистраль с Земли на Луну, где техническая помощь с Земли будет способствовать быстрому росту поселения и строительству лунной промышленности.

Ресурсы для создания обитаемого пространства на Луне практически неограниченны. Отрадно сознавать, что Россия может стать лидером в освоении лунных территорий, так как она обладает необходимыми для этого технологиями. Если мы воспользуемся своими преимуществами, Россия будет прирастать не только Сибирью и побережьем Ледовитого океана, но и Луной.



Литература

1. **Багров А.В., Леонов В.А., Павлов А.В.** Земля: «колыбель человечества» или одинокий обитаемый остров? // Знание – сила. 2017. № 10. С. 18 – 25.
 2. Федеральная космическая программа России на 2016 – 2025 годы.
 3. **Зеленый Л.М.** Луна – наш седьмой континент // В мире науки. 2018. 28 декабря.
 4. **Багров А.В.** Потоки тел декаметровых размеров через околоземное пространство // Метеорит Челябинск — год на Земле: материалы Всероссийской научной конференции. Челябинск, 2014. С. 82 – 89.
 5. **Багров А.В., Леонов В.А., Кислицкий М.И.** Промышленная заготовка водяного льда в космосе // Воздушно-космическая сфера. 2019. № 1. С. 76 – 81.
 6. **Багров А.В.** Исследование и промышленное освоение космических ресурсов // Воздушно-космическая сфера. 2020. № 1. С. 78 – 82.
 7. Патент № 121233 РФ. Транспортная система «Земля – Луна» / Багров А.А., Багров А.В., Леонов В.А., опубликовано 20.10.2012. Бюлл. № 29.
 8. **Багров А.В., Нестерин И.М., Пичхадзе К.М., Сысоев В.К., Сысоев А.К., Юдин А.Д.** Анализ методов строительства конструкций лунных станций // Вестник ФГУП «НПО им. С. А. Лавочкина». 2014. № 4. С. 75 – 80.
 9. **Багров А.В., Леонов В.А., Сысоев В.К.** О возможности строительства обитаемых помещений на Луне до проведения пилотируемой миссии // Материалы XI Международной научно-практической конференции «Пилотируемые полеты в космос», Звездный городок, 10–12 ноября 2015 года. Звездный городок: НИИ «ЦПК им. Ю.А.Гагарина», 2015. С. 13 – 14.
 10. **Багров А.В., Дмитриев А.О., Леонов В.А., Мит'кин А.С., Москатин'ев И.В., Сысоев В.К., Ширшаков А.Е.** Глобальная оптическая навигационная система для Луны // Труды МАИ. № 99. С. 6.
 11. **Багров А.В., Леонов В.А.** Создание космодрома на Луне методом наплавления реголита на монокристаллическую поверхность // Воздушно-космическая сфера. 2018. № 4. С. 78 – 83.
 12. **Багров А.В., Мит'кин А.С., Москатин'ев И.В., Сысоев В.К., Юдин А.Д.** Предложения по развитию инженерной инфраструктуры как важного этапа в исследовании и освоении Луны // Вестник
 - НПО имени С.А. Лавочкина. 2018. № 1. С. 24 – 30.
 13. **Багров А.В.** Защита интеллектуальной собственности, связанной с освоением космического пространства // Инноватика и экспертиза. 2019. № 1. С. 21 – 26.
 14. **Krichevsky S. and Bagrov A.** Moon Exploration: Legal Aspects // Advanced Space Law. 2019. Vol. 4. Pp. 34 – 49. DOI: 10.29202/asl/2019/4/4
 15. **Багров А.В.** Как поделить Луну? // Воздушно-космическая сфера. 2019. № 3. С. 27 – 35.
 16. **Багров А.В.** Почему сегодня Луна важнее Марса для космических держав? // Астрономия и образование: материалы Всероссийской научно-практической конференции / под ред. Н.И.Перова. Ярославль: Индиго, 2018. С. 24 – 36.
- ## References
1. **Bagrov A.V., Leonov V.A., Pavlov A.V.** Zemlya: "kolybel' chelovechestva" ili odinokiy obitaemyy ostrov? Znanie – sila, 2017, no. 10, pp. 18 – 25.
 2. Federal'naya kosmicheskaya programma Rossii na 2016 – 2025 gody.
 3. **Zelenyy L.M.** Luna – nash sed'moy kontinent. V mire nauki, 2018. December 28.
 4. **Bagrov A.V.** Potoki tel dekametrovykh razmerov cherez okolozemnoe prostranstvo. Meteorit Chelyabinsk — god na Zemle: materialy Vserossiyskoy nauchnoy konferentsii. Chelyabinsk, 2014, pp. 82 – 89.
 5. **Bagrov A.V., Leonov V.A., Kislitskiy M.I.** Promyshlennaya zagotovka vodyanogo l'da v kosmose. Vozdushno-kosmicheskaya sfera, 2019, no. 1, pp. 76 – 81.
 6. **Bagrov A.V.** Issledovanie i promyshlennoe osvoenie kosmicheskikh resursov. Vozdushno-kosmicheskaya sfera, 2020, no. 1, pp. 78 – 82.
 7. **Bagrov A.A., Bagrov A.V., Leonov V.A.** Transportnaya sistema "Zemlya-Luna". Patent RF № 121233 (2012).
 8. **Bagrov A.V., Nesterin I.M., Pichkhadze K.M., Sysoev V.K., Sysoev A.K., Yudin A.D.** Analiz metodov stroitel'stva konstruktsiy lunnykh stantsiy. Vestnik FGUP "NPO im. S. A. Lavochkina", 2014, no. 4, pp. 75 – 80.
 9. **Bagrov A.V., Leonov V.A., Sysoev V.K.** O vozmozhnosti stroitel'stva obitaemykh pomeshcheniy na Lune do provedeniya pilotiruemykh missii. Materialy XI Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Pilotiruemye polety v kosmos" (Zvezdnyy gorodok, 2015, November 10 – 12). Zvezdnyy gorodok, NII "TsPK im. Yu.A.Gagarina", 2015, pp. 13 – 14.
 10. **Bagrov A.V., Dmitriev A.O., Leonov V.A., Mit'kin A.S., Moskatina'ev I.V., Sysoev V.K., Shirshakov A.E.** Global'naya opticheskaya navigatsionnaya sistema dlya Luny. Trudy MAI, no. 99, pp. 6.
 11. **Bagrov A.V., Leonov V.A.** Sozdanie kosmodroma na Lune metodom naplavleniya regolita na monolitnyuyu poverkhnost'. Vozdushno-kosmicheskaya sfera, 2018, no. 4, pp. 78 – 83.
 12. **Bagrov A.V., Mit'kin A.S., Moskatina'ev I.V., Sysoev V.K., Yudin A.D.** Predlozheniya po razvitiyu inzhenernoy infrastruktury kak vazhnogo etapa v issledovanii i osvoenii Luny. Vestnik NPO imeni S.A. Lavochkina, 2018, no. 1, pp. 24 – 30.
 13. **Bagrov A.V.** Zashchita intellektual'noy sobstvennosti, svyazannoy s osvoeniem kosmicheskogo prostranstva. Innovatika i ekspertiza, 2019, no. 1, pp. 21 – 26.
 14. **Krichevsky S. and Bagrov A.** Moon Exploration: Legal Aspects. Advanced Space Law, 2019, vol. 4, pp. 34 – 49. DOI: 10.29202/asl/2019/4/4
 15. **Bagrov A.V.** Kak podelit' Lunu? Vozdushno-kosmicheskaya sfera, 2019, no. 3, pp. 27–35.
 16. **Bagrov A.V.** Pochemu segodnya Luna vazhnee Marsa dlya kosmicheskikh derzhav? Astronomiya i obrazovanie: materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii. Ed. N. I. Perov. Yaroslavl', Indigo, 2018, pp. 24 – 36.
- © Багров А.В., Леонов В.А., 2020
- История статьи:**
Поступила в редакцию: 11.07.2020
Принята к публикации: 09.08.2020
- Модератор:** Гесс Л.А.
Конфликт интересов: отсутствует
- Для цитирования:**
Багров А.В., Леонов В.А. Проблемы перехода от исследований Луны к ее освоению // Воздушно-космическая сфера. 2020. № 3. С. 22 – 33.

THE CONCEPT OF LABOR ACTIVITIES IN THE HYPOGRAVITAL SPACE OF THE MOON

Oleg S. TSYGANKOV,

Doctor of Technical Sciences, Chief Researcher, RSC Energia, Honored Designer of the Russian Federation, Honored Tester of Space Technology of the Russian Federation of Cosmonautics, academician, the Russian Academy of Cosmonautics named after K. E. Tsiolkovsky, Moscow, Russia, instrumkos@yandex.ru

ABSTRACT | The actualization of attention to the Moon with the aim of achieving and involving it in the production and economic turnover of the Earth's civilization is declared as the prevailing trend in modern space activity by the scientific community. The author was a direct participant in the testing of the crew's actions on the lunar surface in the framework of the domestic program N1/L3 in 1969-1974. He combines the results obtained at that time with half a century of practical experience in outer space at geo-orbital stations. Also he sets out his views on the content, features and means of labor at the initial stage of moon exploration, and also considers the moon as an object of geopolitics.

Keywords: *hypogravity, orbit, stability, infrastructure, spacesuit, safety, radiation, lunar architecture, lunomobile, geopolitics*

КОНЦЕПЦИЯ ТРУДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ГИПОГРАВИТАЦИОННОМ ПРОСТРАНСТВЕ ЛУНЫ



Олег Семенович ЦЫГАНКОВ,
главный научный сотрудник ПАО «РКК «Энергия» имени С. П. Королёва», доктор
технических наук, заслуженный конструктор РФ, заслуженный испытатель
космической техники Федерации космонавтики РФ, академик Российской
академии космонавтики имени К. Э. Циолковского, Москва, Россия,
instrumkos@yandex.ru

АННОТАЦИЯ | Актуализация внимания к Луне с целью ее достижения и вовлечения в производственно-хозяйственный оборот земной цивилизации декларируется научным сообществом как преобладающий тренд в современной космической деятельности.

В статье автор, как непосредственный участник экспериментальной отработки действий экипажа на поверхности Луны в рамках отечественной программы Н1-ЛЗ в 1969-1974 годах, объединяя полученные тогда результаты с полувековым практическим опытом работ в открытом космосе на георбитальных станциях, излагает свои взгляды на содержание, особенности и средства осуществления трудовой деятельности на начальном этапе освоения Луны, рассматривает Луну как объект геополитики.

Ключевые слова: гипогравитация, орбита, устойчивость, инфраструктура, скафандр, безопасность, радиация, лунная архитектура, луномобиль, геополитика

ВВЕДЕНИЕ

Наше понимание мира зависит от нашей пространственной концепции. Пространство является не только важной основой нашего восприятия, но оно также определяет, как нам классифицировать события и окружающие нас условия и объекты.

В течение тысячелетий *Homo sapiens* подтверждает свое видовое отличие, реализуя разумную, целенаправленную трудовую деятельность в самых разных окружающих условиях: в жару и холод, на грунте и воде, на равнинах и в горах, в джунглях и пустынях, даже в воздухе. XX век перенес трудовую деятельность человека в условия, несвойственные для планеты Земля, и произошло это не из-за природных изменений, а в результате именно трудовых устремлений человечества в области науки и техники. Яркими индикаторами произошедшего расширения условий обитания и труда человеческой популяции являлись поистине эпохальные события: преодоление земного притяжения, преодоление пустоты пространства, преодоление отчужденности небесных тел.

ПРЕЦЕДЕНТ

Прошло более полувека с тех пор, как человек впервые ощутил состояние невесомости непосредственно в космическом полете. Организм человека, как и всех наземных живых существ, формировался и развивался в гравитационных, температурных и атмосферных условиях планеты Земля. И вот человек попадает в среду, остроконфликтную по отношению к условиям его зарождения и существования, в условия микротяжести, что оказывает отрицательное влияние на биомеханику человека, лежащую в основе ручного труда. Таким же неприемлемым для жизнедеятельности является безвоздушное окружающее пространство.

Скафандр, как автономная система обеспечения жизнедеятельности, защищает человека от многих факторов космического пространства, но не может защитить от микрогравитации. Опосредованное влияние уменьшенной в 106 раз силы тяжести на трудовую деятельность космонавта проявляется в виде феномена безопорного состояния, при котором невозможность выполнения силовых действий вытекает из законов механики. Преодоление безопорного состояния достигается фиксацией тела космонавта в функционально выгодной рабочей позе путем наложения связей различной жесткости, которые одновременно являются

и средствами обеспечения безопасности, особенно при работе вне гермоотсеков.

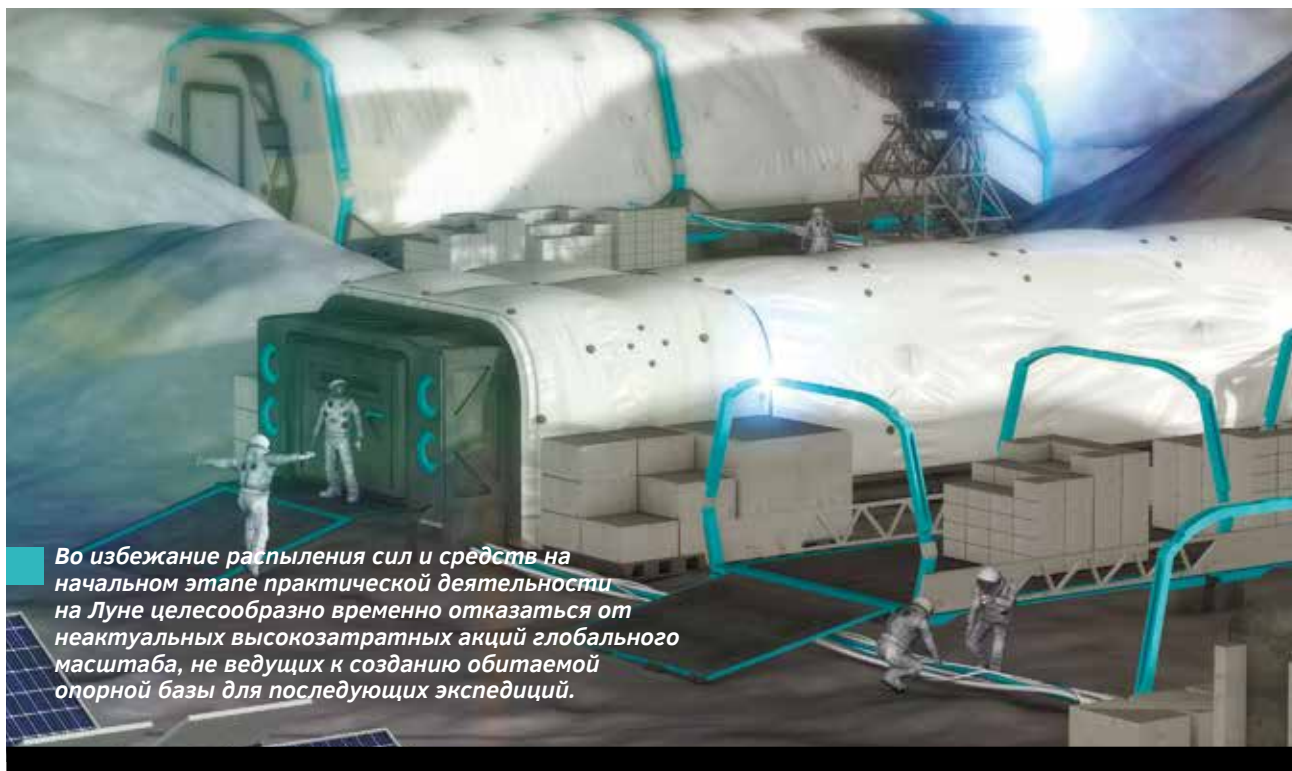
Таким образом, для целей пилотируемых полетов в последней четверти XX века была сформирована такая модель трудовой среды и образа действий, которая обеспечивает двигательную активность космонавта с достаточной степенью приближения к результатам трудовых действий на Земле. То есть положительный опыт адаптации к необычным условиям существования получен, а внекорабельная деятельность (ВКД) стала инженерной и этической реальностью в континууме трудовой деятельности человека.

ЭКСПОЗИЦИЯ ПРОБЛЕМАТИКИ

Активно декларируемый в научной печати и в СМИ тренд в развитии мировой космической деятельности — это Луна. США, Китай, Индия, Япония, ЕКА включают в планы национальной космической деятельности достижение, исследование и освоение Луны. Россия не останется в стороне от будущей лунной эпопеи. Однако сегодня, судя по прессе, продолжается концептуальное обсуждение лунной программы, которое может продолжаться и далее. Концепции формируются исходя из возможностей и ресурсов. Последние два фактора должны предостеречь нас от копирования американского или китайского подхода. На этот «зов космоса» придется искать ассиметричный отклик.

Для организации и технического обеспечения производства работ необходимо иметь хотя бы представление о задачах, содержании и особенностях трудовой деятельности на Луне и формах ее осуществления. Проектная активность космических агентств может выражаться в подготовке вариантов лунных программ в зависимости от имманентного восприятия и понимания Луны как таковой.

Вариант 1. Луна может рассматриваться как астрономическое тело, исключительно как объект углубленных исследований с целью установления ее устройства, происхождения, дальнейшей эволюции. В соответствии с этим планируются многофакторные исследования по геологии, сейсмологии, геохимии, геофизике, геодезии, детальное картографирование глобуса Луны. Такой подход сопряжен с выполнением посадок автоматических и пилотируемых взлетно-посадочных аппаратов во множестве пунктов поверхности, осуществлением кратковременных экспедиций с обеспечением каждого нового пункта обитаемым объемом,



Во избежание распыления сил и средств на начальном этапе практической деятельности на Луне целесообразно временно отказаться от неактуальных высокотратных акций глобального масштаба, не ведущих к созданию обитаемой опорной базы для последующих экспедиций.

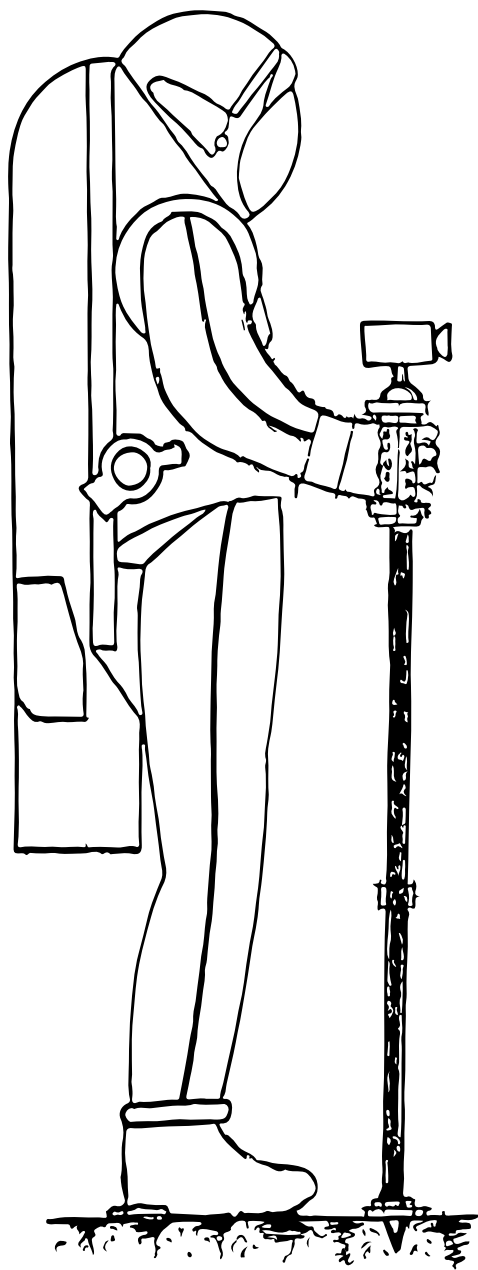
возможностью выхода на поверхность, научным оборудованием, транспортным средством [1]. Этот вариант взаимодействия с Луной по стоимости и затратам времени отодвинет ее освоение на многие годы.

Вариант 2. Существует распространяемое мнение о необходимости проведения начального этапа освоения Луны автоматическими средствами, вплоть до создания на поверхности Луны так называемого научно-технического полигона, насыщенного автоматическими установками различного назначения: луноходами с устройством отбора образцов, роботами для их перегрузки на взлетный аппарат, транспортно-монтажными средствами, энергетической станцией и технологическими объектами. Предполагается, что планомерная и долгосрочная эксплуатация объектов полигона приведет к возможности создания условий для автоматической, а затем и обитаемой лунной базы [2]. Кроме неприемлемой потери темпа, активация и функционирование автоматических установок в отсутствие космонавтов-специалистов вызывает много вопросов и сомнений, что вытекает из опыта эксплуатации орбитальных станций.

Вариант 3. Луна может пониматься и по-другому: в качестве седьмого континента планеты Земля, который должен стать плацдармом

и трамплином для продвижения человечества в дальний космос на основе его промышленно-хозяйственной эксплуатации. При таком целеполагании содержание и формы космической деятельности землян должны определяться стремлением к достижению исторически и логически оправданной цели: научиться жить и работать на Луне. Это означает обоснованный выбор дислокации и формирование обитаемой базовой станции в составе как минимум энергомодуля, объектов, содержащих гермообъемы для обитания и оборудование для операциональной деятельности персонала станции, транспортное средство, взлетно-посадочный аппарат для сообщения с селеноорбитальной станцией. Все дальнейшие исследования, изучение, обживание, обустройство лунных территорий будут включать в себя оптимальное распределение функций между человеком и робототехникой.

Средства, ассигнуемые на космическую деятельность, в большей или меньшей мере ограничены в любом государстве, осуществляющем такую деятельность. В этой ситуации целесообразно оптимизировать распределение средств и ресурсов, сосредоточить внимание на создании и отработке таких технологий, отсутствие которых станет критическим препятствием для начала продуктивной космической деятель-



Абразивный эффект от попадания лунной пыли в узлы трения может стать причиной отказов механизмов и внешних элементов скафандра. Защиту от пыли придется создавать по аналогии с защитой от воды в механизмах подводных аппаратов.

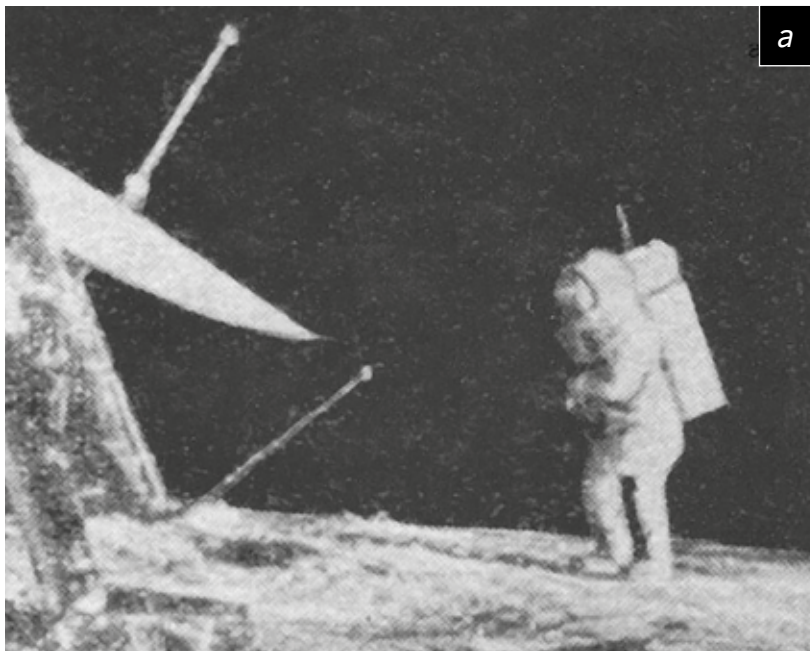
ности на Луне. Выбор стратегии космической деятельности применительно к Луне может быть сделан на основе компаративного технико-экономического анализа с учетом опыта создания и эксплуатации орбитальных станций и пилотируемых космических кораблей.

Первостепенной задачей, разумеется, является формирование транспортной системы по маршруту З – ГЦО – СЦО – Л¹ и обратно. Например, такой транспортный мост будет поддерживаться различными типами аппаратов на разных участках маршрута. Схема известна, и таких проектов опубликовано достаточно много, что не является предметом данной статьи.

Как минимизировать вероятность принятия неоптимальной программы дальнейших действий после достижения Луны? Такая вероятность появляется, если поиск ответа на традиционный для российского менталитета вопрос «что делать?» заменить решением другого прагматического вопроса — «что не делать?» Этот методологический прием назовем «принципом отказа». По личному мнению автора, для исключения распыления сил и средств на начальном этапе практической деятельности на Луне, целесообразно временно отказаться от комплекса действий, приведенных выше в вариантах 1 и 2, и выполнять только необходимый уровень поддерживающих исследований, избегая неактуальных высокочрезвычайных акций глобального масштаба, которые не ведут кратчайшим путем к решению основной задачи — формированию опорной обитаемой базы для последующих экспедиций. Это поможет исключить возникновение ситуации фальстарта.

Классический пример действия в сложной обстановке дал С. П. Королёв. В соответствии с постановлением правительства, в ОКБ-1 шло создание спутника массой 1000 – 1400 кг с аппаратурой для научных исследований массой 200 – 300 кг с целью выведения его на орбиту ракетой Р-7 в 1957 – 1958 гг. В конце июня 1956 года выяснилось, что удельный импульс ракеты Р-7 оказался заниженным против расчетного. Пуск откладывался на год. В это же время стало известно, что США публично анонсировали выведение на околоземную орбиту искусственного спутника, приуроченное к Международному геофизическому году. В осложнившейся ситуации Сергей Павлович принял смелое решение облегчить ракету-носитель, упростить и облегчить полезную нагрузку до 100 кг, но во что бы то ни стало осуществить запуск. И вот 4 октября 1957 года свершилось событие, которое перенесло человечество в космическую

¹ Земля – геоцентрическая орбита – селеноцентрическая орбита – Луна.



а

б



Рис. 1. Характерное наклонное положение тела человека на поверхности в условиях лунной тяжести: а – астронавт в скафандре EV на поверхности Луны («Аполлон-12»); б – испытатель в скафандре «Креchet-94» в условиях моделированной лунной тяжести на режиме полета самолета Ту-104К

эпоху [3]. Нам, в России, необходимо осознать смысловое единство первого спутника и авангардной станции на поверхности Луны. Можно предполагать, что создание на Луне первой обитаемой базы-станции, как и первый спутник, станет резонансным и историческим событием, мощным стимулом к развитию космонавтики. А аппарат, который готовился к роли первого советского спутника с задачами многоплановых исследований, был выведен на орбиту 15 мая 1958 года как третий советский спутник массой 1327 кг.

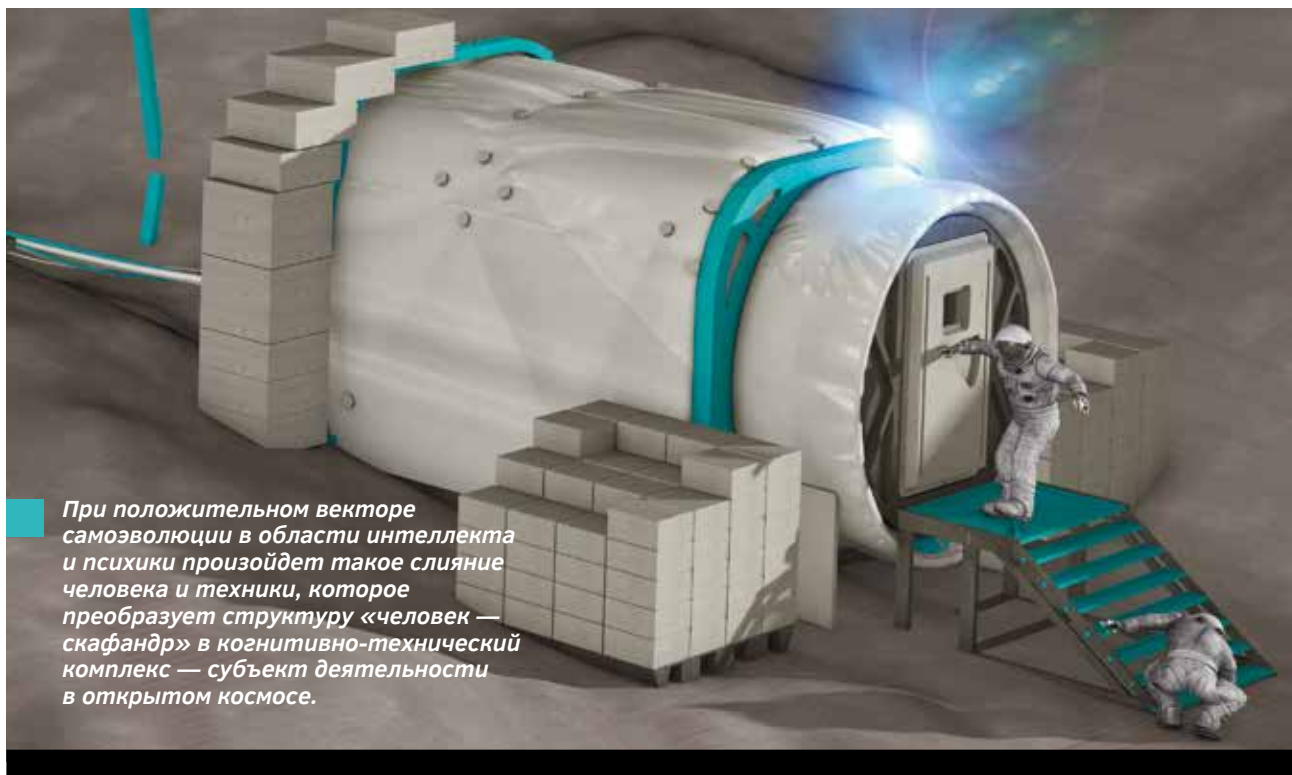
ЧЕЛОВЕК-АКТОР

Каким актором может стать землянин на Луне?

В обитаемых гермообъектах он будет оператором систем управления, функционирующим в условиях особенностей окружающей среды: пониженной силы тяжести, отсутствия магнитного поля, а также эффекта замкнутого пространства, хорошо изученного на орбитальных станциях и подводных кораблях.

Работоспособность непосредственно на поверхности, в открытом пространстве будет определяться в основном двумя превалирующими факторами: свойствами скафандра и гравитационной зависимостью.

Двигательная активность космонавта при внекорабельной деятельности на орбитальной станции и на поверхности Луны может быть признана аналогичной. Действительно, использование защитного облачения — скафандра сближает трудовые возможности исполнителей в пространствах микро- и гипогравитации. Условия микрогравитации воспринимаются и переживаются человеком как ощущение невесомости и в состоянии покоя не вызывают никаких затрат энергии, кроме метаболического обмена. В условиях гипогравитации возникает проблема поддержания устойчивости положения тела субъекта относительно вертикали, что требует определенного напряжения мышц и энергозатрат. Глобальные макрогеологические структуры лишь опосредованно будут влиять на трудовую деятельность космонавта на Луне. А вот локальный ландшафт в зоне деятельности, микрорельеф поверхности, свойства грунта под подошвами ботинок скафандра непосредственно определяют позу космонавта и методику передвижения, требования к скафандру и оборудованию, технологию выполнения трудовых операций. У космонавта, облаченного в скафандр, стоящего на ровной поверхности, центр тяжести (ЦТ) перемещается вверх и несколько назад. Чтобы сохранять равновесие, необходим некоторый наклон вперед. При создании отечественного



При положительном векторе самозволюции в области интеллекта и психики произойдет такое слияние человека и техники, которое преобразует структуру «человек — скафандр» в когнитивно-технический комплекс — субъект деятельности в открытом космосе.

лунного скафандра «Кречет-94» была учтена эта необходимость (рис. 1).

Сущность статической задачи удержания равновесия человеком, стоящим на поверхности, сводится к приведению проекции ЦТ тела на площадь опоры, определяемую площадью стоп и поверхностью между ними. Лимитирующими факторами в таком процессе являются угол трения между подошвами ботинок и грунтом и анатомо-физиологические возможности человека: объем угловых движений в суставах, сила мышц, координация движений. Повышается значение подвижности голеностопных суставов при удержании равновесия на склоне. По результатам исследований, проведенных в рамках отечественной программы Л-3, устойчивость в скафандре «Кречет-94» сохранялась испытуемым без дополнительных средств на склонах до 14° . Более крутые склоны требовали от испытуемого осторожных действий, на склонах более 20° могла потребоваться страховка с помощью альпенштока или фала, удерживаемого другим исполнителем. Можно предположить использование опор типа палок для скандинавской ходьбы, которые будут выполнять функции, аналогичные средствам фиксации в условиях микрогравитации. Найдено и испытано несколько способов передвижения:

хождение, подскоки при ходьбе, прыжки двумя ногами одновременно.

При нарушении равновесия возможны падения. Скорость падений мала, и для человека в скафандре они не являются травмоопасными, но повреждение внешних элементов скафандра при контакте со скальными обломками исключить нельзя. Однако при медленном падении можно успеть повернуться лицом к поверхности и встать на ноги. Падение можно предотвратить шагом в сторону наклона, но шаги вбок затруднены ограниченной подвижностью скафандра в области тазобедренных суставов [4]. При падении на спину необходима помощь другого космонавта или применение специальных приемов и средств. В отечественной программе были отработаны методика и средства выполнения действий в этом случае.

Для условий космического полета были определены локомоторные и энергосиловые характеристики человека в скафандре, эргономические параметры рабочих мест, обзор и досягаемость рабочих зон и др. Предстоят исследования по определению количественных показателей этих же характеристик для пространства гипогравитации.

Рассматривая вопрос о нагрузке на космонавта на Луне, естественно сравнивать ее с такой в процессе ВКД на орбитальной станции.

Сам факт нахождения в скафандре является нагрузкой на организм космонавта. Передвижение с помощью поручней по поверхности орбитальной станции, перемещение предметов осуществляется с приложением минимума усилий. Немногим более усилий требуется для занятия и фиксации в удобной для работы позе. Основные затраты энергии космонавта приходятся на манипуляции руками, при которых нужно сгибать/разгибать аэробалки рукавов и пальцев перчаток скафандра. Весь диапазон нагрузок на руки остается и в гипогравитации, но усугубленный наличием лунной весомости. Появляется функциональная загрузка ног при ходьбе, которая отсутствует при ВКД на орбитальной станции. Пешие переходы, перенос грузов вручную, отбойка скальных образцов, забивание грунтоносов, бурение для получения кернов и другое становятся довольно трудоемкими задачами, требующими промежуточного отдыха в процессе работы. Количественные оценки энергозатрат при различных трудовых действиях необходимы для установления продолжительности рабочих смен.

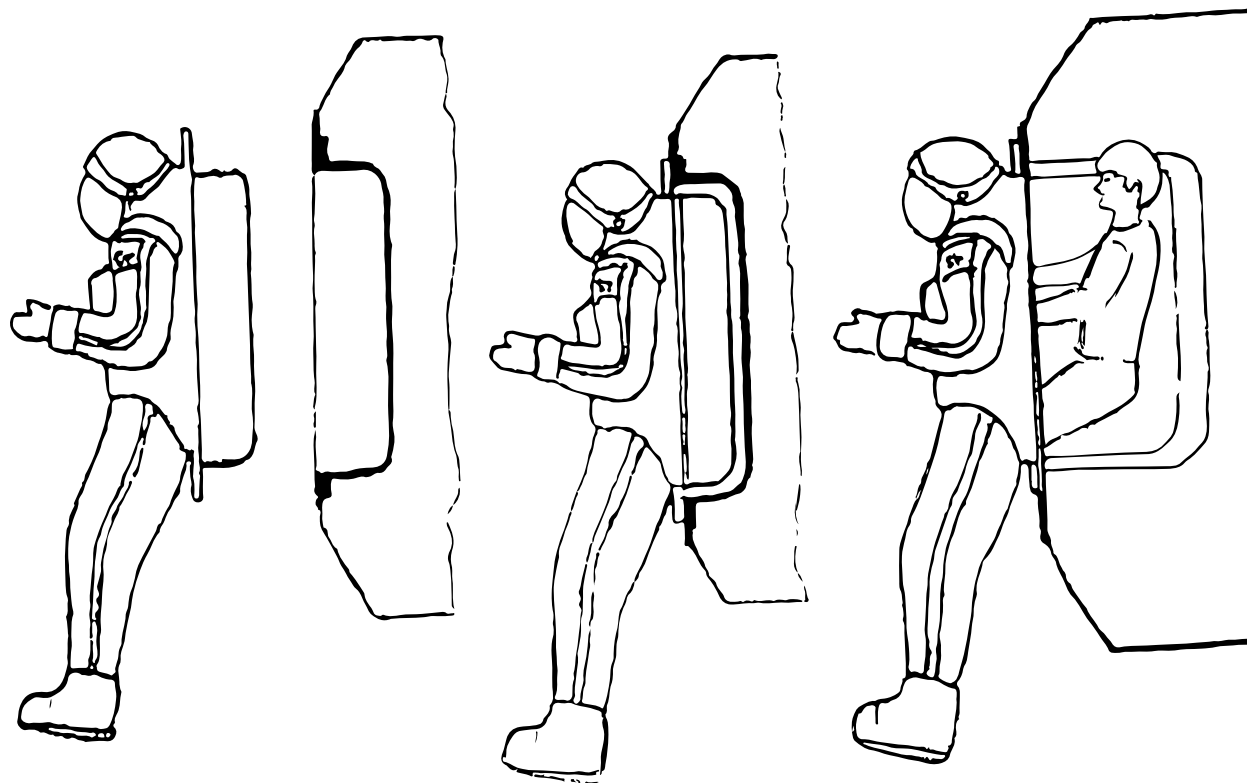
Безопасность космонавта является объектом внимания и ответственности специалистов при разработке конструкций и программы действий для каждого момента времени. Некото-

рые опасности (угрозы безопасности) обусловлены спецификой природы Луны. От воздействия пыли появляется опасность повреждения перчаток, абразивный эффект от попадания пыли в узлы трения может стать причиной отказов механизмов и внешних элементов скафандра. Защиту от пыли придется, по-видимому, создавать такую же, как от воды в механизмах подводных аппаратов. Передвижение по склонам обуславливает необходимость особой осторожности, в том числе по причине возможного скольжения подошв ботинок скафандра на скальных обнажениях, снижения устойчивости на склонах, оползней, обрушения и скатывания камней.

СКАФАНДР — ALTER EGO

Скафандр как инженерное сооружение является ближайшим к человеку компонентом технической среды в открытом космическом пространстве. Скафандр является инструментом-посредником между человеком и предметом труда. Преодоление конструктивных трудностей при создании скафандра предопределяет заведомое игнорирование ряда требований биомеханики.

Рис. 2. Капсюльная система шлюзования



Вместе с тем скафандр дает возможность жить и работать в неземных условиях.

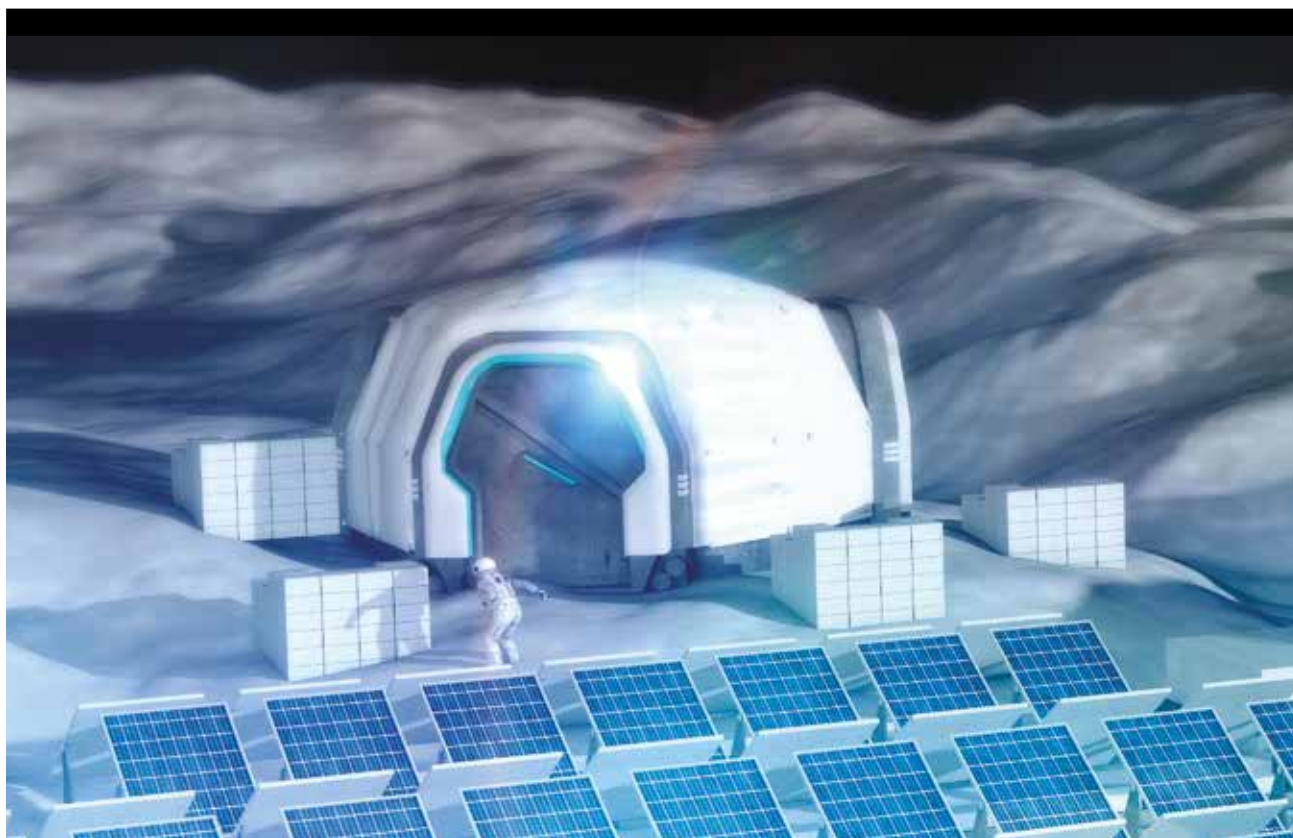
В рамках советской лунной программы Н1-Л3 были разработаны полужесткие скафандры «Кречет-94» для действий на поверхности Луны и «Орлан» для выхода в открытый космос в процессе полета. В принципе основные конструктивные решения для обоих скафандров были идентичными за некоторыми исключениями. В связи с началом работ по созданию орбитальной станции были разработаны варианты использования скафандра «Орлан» для выхода в открытый космос из станции. Существующая для применения в открытом космосе отечественная система орбитального базирования «Орлан» обладает большим модернизационным потенциалом, подвергаясь оптимизации, успешно эксплуатируется в течение 50 лет. Возможна адаптация для капсульной системы шлюзования (рис. 2), что значительно снизит расход газа из гермоотсеков.

Вселяет оптимизм развитие скафандростроения: криогенные агрегаты, биоэлектронное зрение, экзоскелетон, автономные средства перемещения над поверхностью. Достаточные ресурсы расширят трудовые возможности космонавта. Положено начало концептуальным

и экспериментальным исследованиям в области создания принципиально новых видов защитного снаряжения, когда на базе новых материалов и нанотехнологий создается гермооболочка облегающего типа без газовой прослойки между оболочкой и телом, как это реализовано в существующих скафандрах. Такое решение позволит использовать локомоторные возможности человека без значительных ограничений.

Оптимизация системы трудовой деятельности вне Земли, возможно, будет связана с совершенствованием самого человека: применение методов биоэлектроники, нанохирургии, биотехнологий, психотерапии и, может быть, в будущем, генной инженерии. При положительном векторе самозволюции в области интеллекта и психики произойдет такое слияние человека и техники, которое преобразует структуру «человек-скафандр» в некий когнитивно-технический комплекс, который можно рассматривать в качестве субъекта космической деятельности в открытом космическом пространстве.

Продолжение статьи читайте в следующем выпуске журнала.





Литература

1. Мировая пилотируемая космонавтика / под ред. Ю.М. Батурина. М.: РТСофт, 2005. С. 142, 155, 164, 165
2. **Полищук Г.М.** Как дотянуться до Луны // Российский космос. 2008. № 4. С. 22 – 27.
3. **Черток Б.Е.** Ракеты и люди. Т. 2. М., РТСофт, 2006. С. 376 – 380.
4. **Армстронг Н.** Исследование лунной поверхности // Земля и Вселенная. 1970. № 5. С. 30 – 36.
5. **Цыганков О.С.** Концептуальная модель формирования лунной исследовательской станции // Полет. 2008. № 12. С. 13 – 17.
6. **Николай Дорожкин.** Запах лунной пыли // Независимая газета. «НГ-Наука». 2008. 09 апреля.
7. **Цыганков О.С.** Луна в ракурсе человеческого фактора // Полет. 2007. № 11. С. 16 – 23.
8. **Багров А.В.** Как поделить Луну? // Воздушно-космическая сфера. 2019. № 3. С. 26 – 35.

References

1. Mirovaya pilotiruemaya kosmonavtika. Ed. Yu. M. Baturin. Moscow, RTSOft, 2005, pp. 142, 155, 164, 165
2. **Polishchuk G.M.** Kak dotyanut'sya do Luny. Rossiyskiy kosmos, 2008, no. 4, pp. 22 – 27.
3. **Chertok B.E.** Rakety i lyudi. Vol. 2, Moscow, RTSOft, 2006, pp. 376 – 380.
4. **Armstrong N.** Issledovanie lunnoy poverkhnosti. Zemlya i Vselennaya, 1970, no. 5, pp. 30 – 36.
5. **Tsygankov O.S.** Kontseptual'naya model' formirovaniya lunnoy issledovatel'skoy stantsii, Polet, 2008, no. 12, pp. 13 – 17.
6. **Nikolay Dorozhkin.** Zapakh lunnoy pyli. Nezavisimaya gazeta. «NG-Nauka», 2008. April 09.
7. **Tsygankov O.S.** Luna v rakurse chelovecheskogo faktora. Polet, 2007, no. 11, pp. 16 – 23.
8. **Bagrov A.V.** Kak podelit' Lunu? Vozdushno-kosmicheskaya sfera, 2019, no. 3, pp. 26 – 35.

© Цыганков О.С., 2020

История статьи:

Поступила в редакцию: 16.05.2020

Принята к публикации: 11.06.2020

Модератор: Плетнер К.В.

Конфликт интересов: отсутствует

Для цитирования:

Цыганков О.С. Концепция трудовой деятельности в гипо-гравитационном пространстве Луны // Воздушно-космическая сфера. 2020. № 3. С. 34 – 43.



«SPACE KAMIKAZES» WILL HELP DEFENCE THE EARTH

ЗАЩИТИТЬ ЗЕМЛЮ ПОМОГУТ «КОСМИЧЕСКИЕ КАМИКАДЗЕ»

Anatoly V. ZAITSEV,
Honorary Member, The Russian Academy of
Cosmonautics named after K.E. Tsiolkovsky;
Academician, International Futures Research
Academy (IFRA); CEO, Planetary Defence
Centre NPP, Khimki, Russia,
zav-y@yandex.ru



Анатолий Васильевич ЗАЙЦЕВ,
почетный член Российской академии
космонавтики имени К.Э. Циолковского
(РАКЦ), академик Международной академии
исследований будущего (МАИБ), генеральный
директор НПП «Центр планетарной защиты»,
Химки, Россия,
zav-y@yandex.ru

ABSTRACT | The article provides a justification for the possibility of using some artificial earth satellites and spacecraft that are being prepared for launch to exert a kinetic impact on asteroids and comet nucleus in order to destroy them. This will prevent catastrophic collisions with the Earth of celestial bodies ranging in size from tens to hundreds of meters. Suggestions are given on how to prepare for the use of this method.

Keywords: *asteroid-comet hazard, planetary defence, dangerous celestial body, planetary defence, kinetic impact, artificial earth satellite*

АННОТАЦИЯ | Обоснованы возможности использования некоторых искусственных спутников Земли и готовящихся к запуску космических аппаратов для оказания кинетического воздействия на астероиды и ядра комет с целью их разрушения. Это позволит предотвратить катастрофические столкновения с Землей небесных тел размером от десятков до сотен метров. Даются рекомендации по подготовке к применению данного метода.

Ключевые слова: *астероидно-кометная опасность, опасное небесное тело, планетарная защита, кинетическое воздействие, искусственный спутник Земли*

ВВЕДЕНИЕ

Наличие угрозы катастрофических столкновений с нашей планетой астероидов и ядер комет уже не вызывает сомнений, как и необходимость и возможность создания средств защиты от нее. Однако после более чем трех десятилетий, прошедших с момента осознания этой угрозы, человечество так и не создало систему планетарной защиты (СПЗ) [1], хотя все необходимые для этого технологии имеются.

Наблюдения за космическим пространством показывают, что вблизи Земли движутся буквально рои астероидов. Ежегодно обнаруживается около 2000 астероидов, сближающихся с Землей (АСЗ), а около 200 из них пролетают в сфере притяжения нашей планеты. Поэтому в любой момент можно ожидать повторения события, подобного челябинскому, и, может быть, с более тяжелыми последствиями. Но даже в случае заблаговременного обнаружения опасного небесного тела (ОНТ) единственное, что можно сделать пока, — это попытаться эвакуировать население из предполагаемой зоны поражения или укрыть его в убежищах [2]. При этом невозможно будет спасти от разрушения объекты инфраструктуры, включая потенциально опасные техногенные объекты, такие как атомные, химические и т. п.

Однако, как показывают приведенные в данной работе оценки, ситуация не совсем безнадежна. Оказывается, даже без создания специальной СПЗ у нас все же есть некоторые шансы защититься от относительно небольших астероидов и ядер комет размером от десятков (Челябинский и Тунгусский метеориты) и до сотен метров.

МЕТОД «КОСМИЧЕСКИЙ КАМИКАДЗЕ»

Поскольку небольшие ОНТ могут быть обнаружены в основном уже на подлете к Земле, единственным вариантом защиты является их разрушение на мелкие фрагменты, которые сгорят в атмосфере, не нанеся ущерба обитателям нашей планеты. Для этого необходимо обеспечить их перехват и разрушение с помощью космических аппаратов – перехватчиков (КА-перехватчиков) [3]. Но, поскольку такие КА до сих пор не созданы, в критической ситуации можно будет попытаться использовать для нанесения удара по ОНТ с целью его разрушения один или несколько функционирующих искусственных спутников Земли (ИСЗ) или же готовые к запуску КА, находящиеся на космодромах. То есть использовать их в роли своеобразных «космических камикадзе», пожертвовав ими ради защиты нашей планеты.

РИС. 1. Искусственные объекты в ОКП (Credit: NASA ODPO)

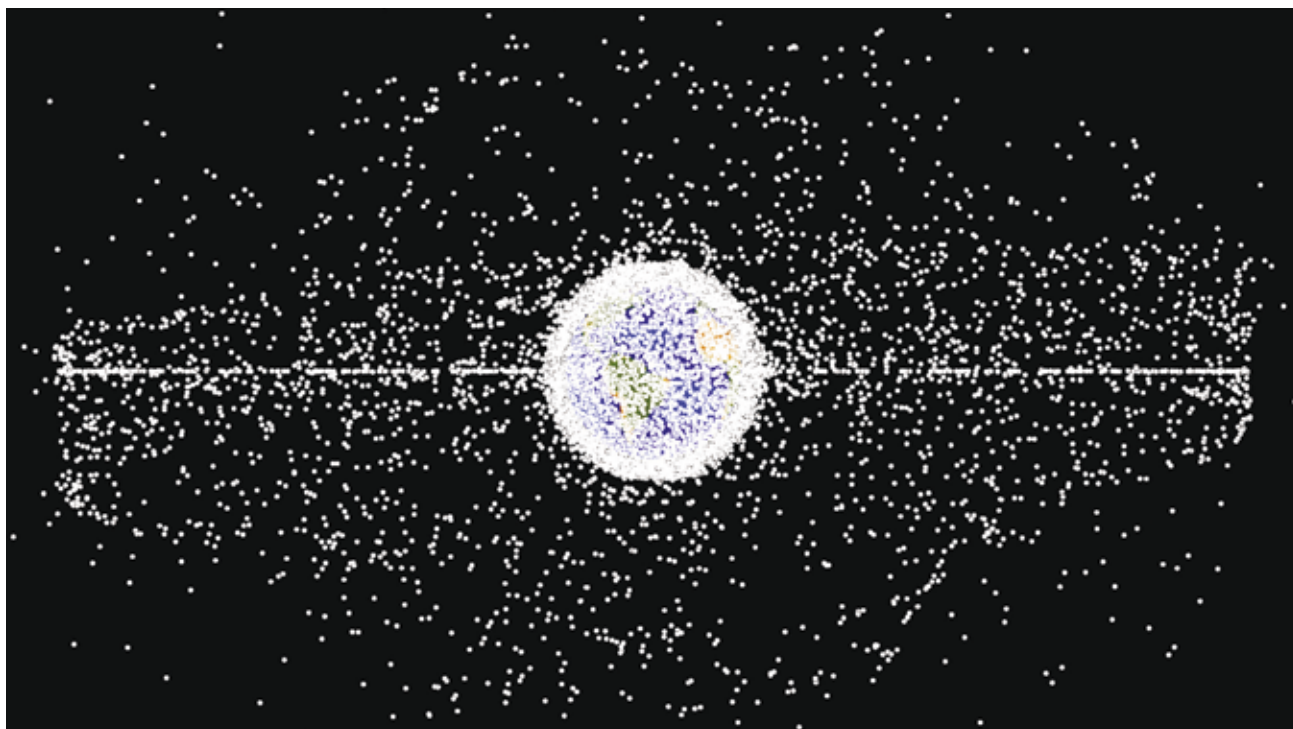


ТАБЛИЦА 1

Орбита	Высота, км	Количество спутников
Низкая	200 ÷ 2000	1918
Средняя	20 000	135
Высокоэллиптическая	≥40 000	59
Геостационарная	36 000	554
		Итого: 2666

Конечно, это непростая задача. Для ее решения необходимо, во-первых, чтобы в околоземном космосе нашелся хотя бы один ИСЗ, орбита которого проходит относительно близко к прогнозируемой траектории ОНТ. Причем этот ИСЗ должен иметь двигательную установку с достаточным запасом топлива для осуществления маневра перехвата. Также он должен быть достаточно массивным, чтобы оказать существенное воздействие на ОНТ. А для обеспечения столкновения с ним необходимо будет обеспечить соответствующую точность измерения траекторий обоих объектов. Кроме того, требуется решить и ряд других проблем, причем не только технического характера, например, необходимость получения согласия государства или организации, владеющих ИСЗ или готовящимся к запуску КА, на использование его для защиты от ОНТ.

Рассмотреть весь спектр проблем в рамках одной статьи не представляется возможным. Поэтому основной упор сделан на оценку принципиальной возможности выбора из числа действующих ИСЗ и готовящихся к запуску объектов таких, которые можно будет использовать для целей планетарной защиты, а также на оценке размеров ОНТ, которые с их помощью можно будет разрушить.

КОСМИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА ДЛЯ ПЛАНЕТАРНОЙ ЗАЩИТЫ

В настоящее время в околоземном космическом пространстве (ОКП) движется огромное число действующих и вышедших из строя ИСЗ, последних ступеней ракет-носителей и фрагментов разрушившихся объектов – космического мусора (рис. 1). Согласно данным Европейского космического агентства [4] число объектов размером более 0,1 метра составляет около 34 000.

Среди них, по данным Союза заинтересованных ученых (Union of Concerned Scientists) на 01 апре-

ля 2020 года, имеется 2666 действующих спутников различного назначения [5]. Большинство из них — около полутора тысяч — находятся на низких орбитах, высотой от 200 до 2000 км, и более полутысячи — на геостационарной орбите (табл. 1).

В их число входят спутники связи, навигации, метеорологические, научные, военные и другие. Многие из этих спутников, для поддержания устойчивости их орбит, а в ряде случаев и для их изменения, оснащены корректирующими двигательными установками. Следовательно, существует вероятность того, что среди них может оказаться хотя бы один аппарат, который может быть переведен на траекторию столкновения с ОНТ. Массы этих ИСЗ лежат в диапазоне примерно от 1 тонны до 417 тонн. Такую большую массу имеет Международная космическая станция (МКС).

Кроме того, с различных космодромов Земли в течение года осуществляется около 100 пусков ракет-носителей (РН) от легкого до тяжелого классов [6]. Таким образом, при столь высокой частоте запусков практически в любой момент времени на космодромах планеты находится хотя бы одна РН в достаточно высокой степени готовности к запуску. Эти РН способны вывести на низкие опорные орбиты высотой около 200 км полезные нагрузки массой от нескольких тонн до 63,8 тонны (Falcon Heavy, США). И эти нагрузки — спутники вместе с последними ступенями РН или разгонными блоками — также можно будет использовать для нанесения удара по ОНТ. Конечно, для этого необходимо быть готовыми не только оперативно изменить их полетные задания, но и решить ряд других технических и организационных вопросов.

Итак, в случае заблаговременного обнаружения ОНТ у человечества могут быть шансы организовать защиту от них, используя для их перехвата и разрушения некоторые из действующих ИСЗ или аппараты, готовящиеся к запуску.

ЭФФЕКТИВНОСТЬ КИНЕТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА ОНТ

Изучению возможности разрушения ОНТ с помощью гиперскоростного удара посвящено множество теоретических и экспериментальных исследований. В них учитываются скорость соударения, свойства вещества мишени и ударника, их форма и другие параметры. В данной работе для проведения предварительных оценок воспользуемся упрощенной методикой, учитывающей только кинетическую энергию удара.

Как показано в работе [7], приближенно можно считать, что предельный диаметр астероида, который может быть разрушен с помощью кинетического воздействия, примерно в два раза превышает глубину кратера, образующегося на небесном теле. А для определения глубины кратера H , образующегося в каменных астероидах при скоростях соударения более 10 км/с, воспользуемся полуэмпирической формулой, приведенной в работе [8]:

$$H=2(mV^2)^{1/3}$$

Здесь масса m измеряется в сотнях кг, а скорость V – в десятках км/с.

Так как большинство ИСЗ находится на низких орбитах, наиболее вероятно, что перехват будет осуществляться с их помощью. Скорости их движения составляют около 7,8 км/с. Скорости же астероидов и кометных ядер, движущихся по попадающим в Землю траекториям, на этих высотах составляют примерно от 12 до 72 км/с. Следовательно, относительные скорости столкновения ударника и ОНТ будут лежать в диапазоне примерно от 4 до 80 км/с, в зависимости от направления их движения.

Небольшие опасные небесные тела могут быть обнаружены в основном уже на подлете к Земле, поэтому единственным вариантом защиты является их разрушение на мелкие фрагменты, которые сгорят в атмосфере, не нанося ущерба обитателям нашей планеты.

На основе этих данных и используя приведенные выше сведения о массовых характеристиках ИСЗ, можно оценить диапазон размеров ОНТ, которые могут быть разрушены с их помощью. Результаты расчетов, выполненных на основе этих исходных данных, приведены на рис. 2.

Из них следует, что с помощью кинетического воздействия ударником массой в 1 тонну можно

разрушить ОНТ размером примерно от 10 до 35 метров. А ударники массой 50 тонн могут разрушить объекты размером от 30 до 130 метров. Если же придется пожертвовать МКС, то можно будет разрушить объект размером от 65 до 250 метров. Данные оценки справедливы для каменных ОНТ. А поскольку ядра комет имеют меньшую плотность и прочность, очевидно, что размеры разрушенных кометных ядер будут больше.

После разрушения ОНТ его фрагменты уже не будут представлять опасности, поскольку они сгорят в атмосфере Земли. Причем, если даже ОНТ не будет полностью разрушено, повысится вероятность его разрушения при движении в атмосфере и, следовательно, снизится риск поражения наземных объектов.

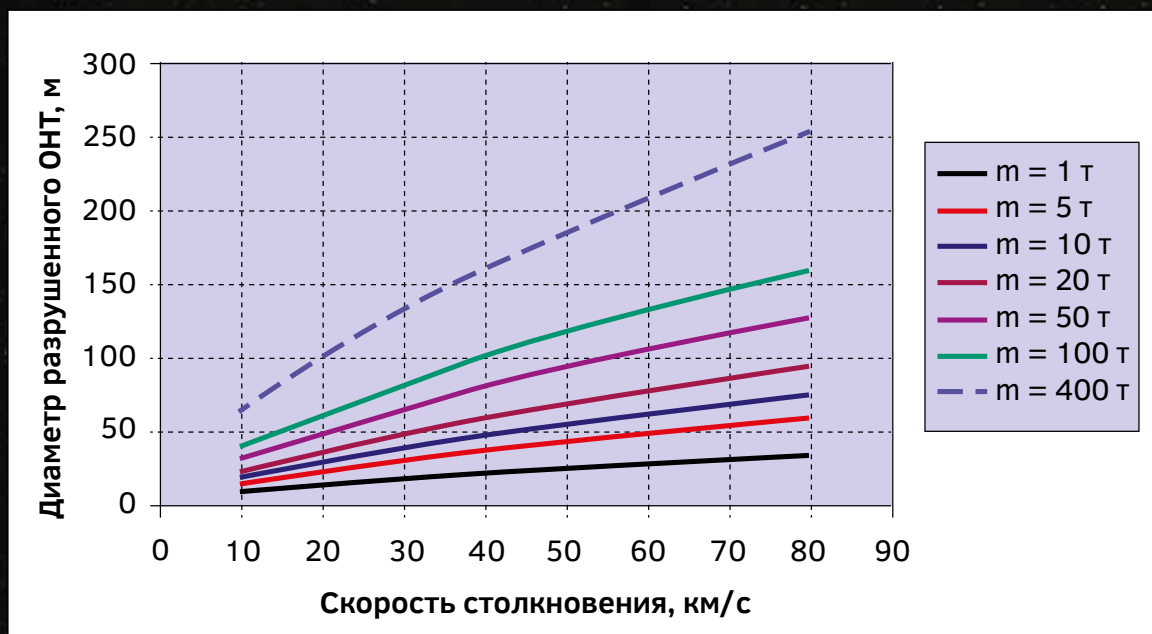
Несмотря на относительно скромные размеры разрушаемых объектов, предлагаемый метод может оказаться достаточно эффективным. Дело в том, что вероятность падения небольших объектов наиболее высока, поскольку они составляют подавляющее большинство от общего числа АСЗ. Согласно оценкам, приведенным в [9], количество АСЗ размером более 10 метров составляет примерно 100 миллионов, а размером более 100 метров – около 320 тысяч. Следовательно, небольшие, но тем не менее опасные астероиды составляют более 99% от общего числа АСЗ.

Данный метод также может быть использован как подстраховочный вариант, если при разрушении крупных ОНТ с помощью штатных средств будущей СПЗ останутся фрагменты примерно декаметрового размера.

Еще более эффективным метод кинетического разрушения может стать при использовании отработавших космических средств – ИСЗ, разгонных блоков и т.п. Для этого необходимо будет собрать их в специальные ударные модули. Например, сейчас на орбите захоронения, расположенной на 200 км выше геостационарной орбиты, находится около 1000 отработавших объектов. Следовательно, масса собранных из них модулей может достигать от сотен до тысячи тонн. Это позволит с их помощью, как показано в работе [10], разрушать даже объекты километрового масштаба.

В целях реализации этой идеи потребуется, помимо создания сборщиков космического мусора для формирования ударных модулей, разработать и создать специальные КА со средствами наведения и с запасами топлива, позволяющими переводить эти модули на траекторию перехвата. Эти КА могут находиться на Земле, а в случае необходимости они будут запускаться к ударным модулям, стыковаться с ними и затем направлять их на перехват ОНТ. А отработывать техно-

Рис. 2. Размеры ОНТ, разрушаемых при ударе



Метод кинетического разрушения может стать еще более эффективным при использовании отработавших космических средств.

логии кинетического воздействия на ОНТ можно будет, например, в ходе осуществления многоцелевых экспедиций к астероидам, пролетающим вблизи Земли [11], используя снимаемые с вооружения межконтинентальные баллистические ракеты [12]. Это позволит в кратчайшие сроки и с минимальными затратами подготовиться к отражению космической угрозы.

О НЕКОТОРЫХ ПРОБЛЕМАХ

Одной из самых серьезных проблем, которые надо решить для реализации предлагаемого метода защиты от астероидно-кометной опасности (АКО), является обеспечение очень высокой точности измерения и прогнозирования траекторий ОНТ и ударника. Это важно по той причине, что на борту ударника, скорее всего, не будет специальных средств наведения и управления перехватом. За исключением, возможно, аппаратов военного назначения. Поэтому они будут заблаговременно наводиться в так называемую упрежденную точку, где их и ОНТ траектории будут пересекаться. Следовательно, допустимые отклонения должны измеряться метрами.

Интервал времени от момента обнаружения декаметровых объектов до их подлета к Земле лежит в диапазоне от нескольких часов до нескольких суток. Поэтому все необходимые для реализации кинетического метода службы контроля и управления должны быть готовы к работе в условиях цейтнота.

Современные средства командно-измерительных комплексов обеспечивают такую точность измерений для космических аппаратов. А для ОНТ необходимо будет использовать планетарные радиолокаторы и лазерные средства измерений.

Как показывает опыт работы существующих средств обнаружения ОНТ, интервал времени от момента обнаружения декаметровых объектов до их подлета к Земле лежит в диапазоне от нескольких часов до нескольких суток. Поэтому все необходимые для реализации предлагаемого метода службы контроля и управления должны быть готовы к работе в условиях цейтнота. Для этого необходимо начать и регулярно проводить специальные учения, причем на международном уровне. Безусловно, это потребует разработки и принятия соответствующего международно-правового обеспечения.



ВЫВОДЫ И РЕКОМЕНДАЦИИ

1. Ввиду того, что человечество уже более 30 лет не озаботилось созданием системы планетарной защиты от АКО при наличии необходимых технологий для этого, единственным шансом защититься от нее пока остается использование некоторых ИСЗ или готовящихся к запуску КА в качестве ударников (своеобразных «космических камикадзе») для кинетического разрушения ОНТ.

2. Применение этого метода позволит разрушать ОНТ размером от десятков до сотен метров, то есть более 99% от общего числа астероидов, сближающихся с Землей.

3. Для обеспечения высокой степени готовности к применению данного метода необходимо провести учет всех ИСЗ, пригодных для целей планетарной защиты.

4. В целях обеспечения правового регулирования вопросов применения космических объектов в качестве средств для разрушения ОНТ необходимо разработать международно-правовые нормы, в частности обязывающие их владельцев:

- предоставлять информацию об этих объектах и применять их в случае возникновения космической угрозы;

- начать и регулярно проводить международные учения по защите от гипотетических ОНТ.

5. Для повышения эффективности применения кинетических средств защиты от ОНТ необходимо создать специальные космические аппараты для сбора отработавших космических объектов и объединения их в ударные модули, а также для последующего перевода их на траектории перехвата ОНТ.



Литература

1. **Зайцев А. В.** Предложения по созданию системы предотвращения столкновений Земли с астероидами и кометами (переориентация работ проводимых в рамках программы СОИ на мирные цели) // Докладная записка Генеральному секретарю ЦК КПСС № 629203 от 20.10.1986 г. НИЦ им. Г.Н.Бабакина, 1986. 17 л.
2. **Deryugin V.A., Zaitsev A.V., Larionov V.I., Makhutov N.A., Taranov A.A., Shor V.A.** Predicting and protecting Earth from cosmic collisions // ROOM. 2015. № 4(6). Pp. 16 – 19.
3. **Зайцев А.В.** Некоторые принципы построения системы предотвращения столкновений Земли с астероидами и кометами. Труды XXIII чтений К.Э. Циолковского (Калуга, 13-16 сентября 1988 г.). Секция «Проблемы ракетной и космической техники». М.: ИИЕТ АН СССР, 1989. С. 141 – 147.
4. Space debris by the numbers. URL: https://www.esa.int/Safety_Security/Space_Debris/Space_debris_by_the_numbers (Дата обращения: 12.07.2020).
5. UCS Satellite Database. URL: <https://www.ucsusa.org/resources/satellite-database> (Дата обращения: 12.07.2020).
6. Список космических запусков в 2019 году [Электронный ресурс] // Википедия – свободная энциклопедия. URL: https://ru.wikipedia.org/wiki/Список_космических_запусков_в_2019_году (Дата обращения: 12.07.2020).
7. **Григал П.В., Замышляев Б.В., Любимов А.Г., Комаров А.С., Родионов С.Н., Таранов А.А., Чистов В.Г.** Об использовании кинетической энергии удара для разрушения астероида // Известия Челябинского научного центра. Космическая защита Земли. Снежинск, ВНИИТФ, 1997. С. 194 – 200.
8. **Петров Д.В., Симоненко В.А., Шубин О.Н.** Способы экспериментального исследования свойств астероидов при космических миссиях // Известия Челябинского научного центра. Космическая защита Земли. Снежинск, ВНИИТФ, 1997. С. 127 – 131.
9. **Rabinowitz D.L., Bowell E., Shoemaker E.M., Muinonen K.** The population of Earth-crossing asteroids. Hazards due to comets and asteroids. University of Arizona press, Tucson-London, 1994. Pp. 285 – 312.
10. **Симонов И.В.** О целесообразности использования космических техногенных отходов для уменьшения астероидно-кометной опасности. ДАН РАН. 1997. Т. 355. № 2. С. 196 – 199.

11. **Зайцев А.В., Петров Д.В., Ногин В.Н., Елсуков В.П., Краснослабодцев Д.А., Симоненко В.А., Сорока А.И.** Многоцелевые экспедиции к астероидам, пролетающим вблизи Земли // Воздушно-космическая сфера. 2018. № 2. С. 22 – 29.
12. **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.

References

1. **Zaytsev A.V.** Predlozheniya po sozdaniyu sistemy predotvrashcheniya stolknoveniy Zemli s asteroidami i kometami (pereorientatsiya rabot provodimykh v ramkakh programmy SOI na mirnye tseli). Dokladnaya zapiska General'nomu sekretaryu TsK KPSS no. 629203, October 20, 1986. NITs imeni G.N.Babakina, 1986. 17 p.
2. **Deryugin V.A., Zaitsev A.V., Larionov V.I., Makhutov N.A., Taranov A.A., Shor V.A.** Predicting and protecting Earth from cosmic collisions. ROOM, 2015, no. 4(6), pp. 16 – 19.
3. **Zaytsev A.V.** Nekotorye printsipy postroeniya sistemy predotvrashcheniya stolknoveniy Zemli s asteroidami i kometami. Trudy XXIII chteniy K.E. Tsiolkovskogo (Kaluga, 1988, September 13 – 16). Moscow, Academy of Sciences USSR, 1989, pp. 141 – 147.
4. Space debris by the numbers. Available at: https://www.esa.int/Safety_Security/Space_Debris/Space_debris_by_the_numbers (Retrieval date: 12.07.2020).
5. UCS Satellite Database. Available at: <https://www.ucsusa.org/resources/satellite-database> (Retrieval date: 12.07.2020).
6. Spisok kosmicheskikh zapuskov v 2019 godu. Wikipediya – svobodnaya entsiklopediya. Available at: https://ru.wikipedia.org/wiki/Spisok_kosmicheskikh_zapuskov_v_2019_godu (Retrieval date: 12.07.2020).
7. **Grigal P.V., Zamyshlyayev B.V., Lyubimov A.G., Komarov A.S., Rodionov S.N., Taranov A.A., Chistov V.G.** Ob ispol'zovanii kineticheskoy energii udara dlya razrusheniya asteroida. Izvestiya Chelyabinskogo nauchnogo tsentra. Kosmicheskaya zashchita Zemli, Snezhinsk, VNIITF, 1997, pp. 194 – 200.
8. **Petrov D.V., Simonenko V.A., Shubin O.N.** Sposoby eksperimental'nogo issledovaniya svoystv asteroidov pri kosmicheskikh missiyakh. Izvestiya Chelyabinskogo nauchnogo tsentra. Kosmicheskaya

zashchita Zemli, Snezhinsk, VNIITF, 1997, pp. 127 – 131.

9. **Rabinowitz D.L., Bowell E., Shoemaker E.M., Muinonen K.** The population of Earth-crossing asteroids. Hazards due to comets and asteroids. University of Arizona press, Tucson-London, 1994, pp. 285 – 312.
10. **Simonov I.V.** O tselesoobraznosti ispol'zovaniya kosmicheskikh tekhnogennykh otkhodov dlya umen'sheniya asteroidno-kometnoy opasnosti. DAN RAN, 1997, vol. 355, no. 2, pp. 196 – 199.
11. **Zaytsev A.V., Petrov D.V., Nugin V.N., Elsukov V.P., Krasnoslabodtsev D.A., Simonenko V.A., Soroka A.I.** Mnogotselevye ekspeditsii k asteroidam, proletayushchim vblizi Zemli. Vozdushno-kosmicheskaya sfera, 2018, no. 2, pp. 22 – 29.
12. **Baklanov O.D., Bublik 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.

© Зайцев А.В., 2020

История статьи:

Поступила в редакцию: 21.07.2020
Принята к публикации: 16.08.2020

Модератор: Гесс Л.А.

Конфликт интересов: отсутствует

Для цитирования:

Зайцев А.В. Защитить Землю помогут «космические камикадзе» // Воздушно-космическая сфера. 2020. № 3. С. 44 – 51.



**Анатолий Алексеевич
ИВАНИШИН**

Космонавт Роскосмоса, Герой России. В отряде космонавтов с 2003 года.

Порядковый номер:
112-й космонавт РФ /
522-й – мира.

Количество полетов: 3, *в текущий момент находится на МКС.*

Продолжительность первых двух полетов: 280 суток 09 часов 53 минуты.

Продолжительность третьего полета: 138 дней.



**Иван Викторович
ВАГНЕР**

Космонавт Роскосмоса. В отряде космонавтов с 2010 года.

Количество полетов: 1, *в текущий момент находится на МКС.*

Продолжительность полета: 138 дней.

ORBITAL INTERVIEW

ИНТЕРВЬЮ С ОРБИТЫ



Natalia L. BURTSEVA,
Professor, Department of Journalism, Institute of Mass Media, Russian State University for the
Humanities, postgraduate student, Korolev, Russia,
natalya.burtseva@rsce.ru

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

Галактическая нить Персея – Пегаса. Комплекс сверхскоплений Рыб – Кита. Галактика Млечный Путь. Рукав Ориона. Солнечная система. Земная орбита – 400 километров над Землей. Служебный модуль российского сегмента Международной космической станции. Каюты по правому и левому борту МКС.

Это точный адрес героев нашего интервью.

На протяжении полугода космонавты Анатолий Иванишин и Иван Вагнер живут и работают за пределами Земли. О том, как проходят космические будни и выходные, об ощущении невесомости «во сне и наяву» они рассказали корреспонденту журнала.

Анатолий Иванишин:

— На сегодняшний день мы провели в космосе 136 суток. Пока все штатно. И поскольку это не первый мой полет, уже многое привычно. Я вошел в рабочий режим сразу и останавливаться не планирую. Много работы и много интересных видов Земли.

— **Есть ли отличия между вашими полетами? Этот, третий, полет — какой он?**

Анатолий Иванишин:

— Два моих предыдущих полета были по длинной схеме. От старта до стыковки — около двух суток. А в этом полете мы шли по 4-витковой схеме. Время от старта до стыковки порядка шести часов. Экипаж корабля «Союз МС-17», который будет сменять нас, полетит по 2-витковой схеме. И это будет самый короткий пилотируемый полет до станции МКС.

Расчетная продолжительность нашего полета — 196 суток, это несколько больше, чем предыдущие мои экспедиции. За время нашего пребывания на МКС к нам прилетел и уже покинул станцию экипаж корабля Crew Dragon, с которым мы жили два месяца — пожалуй, это самые главные отличия третьего полета.



— Иван, какие чувства вы испытывали, наблюдая Землю из иллюминатора станции?

Иван Вагнер:

— В первый раз Землю из иллюминатора я увидел после выведения и, конечно, испытал восторг. Мне почти некогда было осмысливать это, потому что после выведения очень много работы: просчитывать свои команды, обдумывать и совершать много действий. А по-настоящему я посмотрел на Землю уже через несколько дней после прибытия, когда движущаяся поверхность Земли под станцией уже не укачивала. И в этот момент я был поражен величиим, грандиозностью тех видов, которые открывались перед глазами.



— Расскажите о своем рабочем дне. Во сколько встаете? Что делаете в первую очередь?

Анатолий Иванишин:

— Наш рабочий день начинается в 6 утра, ложимся спать в 21:30. Мы живем по Гринвичу. В течение рабочего дня занимаемся экспериментами, проводим ремонтные, профилактические работы, поддерживаем состояние станции в нормальном режиме. Два часа в день занимаемся спортом. Для этого у нас есть три тренажера: беговая дорожка, велосипед и специальный силовой тренажер. В первую очередь утром я проверяю почту и с интересом узнаю свежие новости.



— Что вам пришлось по вкусу из космического меню? Расскажите о любимом блюде.

Иван Вагнер:

— Любимое блюдо, как и для большинства космонавтов, — творог. Это не только вкусно, но и весьма полезно в условиях микрогравитации. Из костей вымывается кальций, а творог — один из лучших его источников. И, конечно, свежие фрукты и овощи, которые доставляют на грузовом корабле «Прогресс». Из-за их отсутствия здесь они кажутся намного вкуснее, чем на Земле.



— **Расскажите о своей каюте. Где она находится, что в ней есть, как спится?**

Анатолий Иванишин:

— Моя каюта — по левому борту. Здесь у меня спальный мешок, фотографии семьи, сумка с личными вещами. Есть иллюминатор, хотя я им редко пользуюсь, так как прихожу сюда только поспать. А днем мы используем иллюминаторы в рабочем пространстве. В боковом иллюминаторе порой видно то, что не видно в других. Спим мы в спальнях мешках, они ограничивают движение. Без мешка спать не получится: вы будете постоянно перемещаться из угла в угол и просыпаться. Кроме того, он обеспечивает комфортный температурный режим. Не считая того, что спим мы стоя, спится в космосе замечательно. Сны снятся чаще земные — как в песне, и порой их трудно вспомнить с утра.



— **Опишите состояние постоянной невесомости. Не устали от нее? Она похожа на невесомость в самолете?**

Анатолий Иванишин:

— Это как кратковременная невесомость, только непрерывно. Вы можете испытать ее на Земле, если подпрыгнете — примерно полсекунды. Более длительная невесомость — полет на специальном самолете, в рамках общекосмической подготовки, длится порядка 20 секунд. Невесомость постоянная накладывает свои отпечатки, доставляет как интересные ощущения, так и неудобства. С одной стороны, мы не ходим, а летаем!

А трудности такие: все, с чем мы работаем, приходится фиксировать. Если не закрепить, считай, уже улетело. Перед тем как отвечать на ваши вопросы, мы зафиксировали самих себя.

— **А что вы делаете в выходной?**

Иван Вагнер:

— Выходные проходят в работе. Суббота у нас — день уборки: все протираем, пылесосим, решаем бытовые вопросы, на которые в рабочее время не успеваешь обратить внимания. В воскресенье — конференции с семьей, пишем письма, звоним. В свободное время фотографируем Землю. Я готовлю материалы для социальных сетей только в выходные.

Если у вас есть вопросы к космонавтам о жизни на орбите – пишите на сайт журнала, мы обязательно зададим их экипажу МКС!

© Бурцева Н.Л., 2020

История статьи:

Поступила в редакцию: 19.08.2020

Принята к публикации: 03.09.2020

Модератор: Гесс Л.А.

Конфликт интересов: отсутствует

Для цитирования:

Бурцева Н.Л. Интервью с орбиты // Воздушно-космическая сфера. 2020. № 3. С. 52 – 55.

A blue-tinted underwater photograph showing several divers working on a large, complex metallic structure, likely a hydro-laboratory. The structure has various pipes, valves, and a large cylindrical component. The divers are silhouetted against the blue water, and bubbles are visible around them.

HYDROLABARATORY — THE FIRST STEP TO OPEN SPACE

ГИДРОЛАБОРАТОРИЯ — ПЕРВЫЙ ШАГ В ОТКРЫТЫЙ КОСМОС



Natalia L. BURTSEVA,
*Professor, Department of Journalism, Institute of Mass Media,
Russian State University for the Humanities, postgraduate
student, Korolev, Russia,
natalya.burtseva@rsce.ru*

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

*Фото предоставлены Центром подготовки космонавтов
имени Ю. А. Гагарина*

ШЕСТЬ ЛЕТ ПРОДОЛЖАЛАСЬ РЕКОНСТРУКЦИЯ ГИДРОЛАБОРАТОРИИ В ЦЕНТРЕ ПОДГОТОВКИ КОСМОНАВТОВ ИМЕНИ Ю. А. ГАГАРИНА, И ВОТ — ОБНОВЛЕННАЯ, РАСШИРЕННАЯ И МОДЕРНИЗИРОВАННАЯ — ОНА СНОВА ОТКРЫТА ДЛЯ ОБУЧЕНИЯ ПОКОРИТЕЛЕЙ КОСМОСА. ОДНАКО ПОКА ТОЛЬКО В ИСПЫТАТЕЛЬНОМ РЕЖИМЕ. ТЕСТОВЫЕ ПОГРУЖЕНИЯ ВЫПОЛНЯЮТ ИНСТРУКТОРЫ ЦЕНТРА ПОДГОТОВКИ КОСМОНАВТОВ ИМЕНИ Ю. А. ГАГАРИНА И СПЕЦИАЛИСТЫ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ КОРПОРАЦИИ «ЭНЕРГИЯ». ШАГ ЗА ШАГОМ ОНИ ОТРАБАТЫВАЮТ ЦИКЛОГРАММУ ВЫХОДА В ОТКРЫТЫЙ КОСМОС, ПОСЛЕДОВАТЕЛЬНО ВЫПОЛНЯЯ ВСЕ ОПЕРАЦИИ С ОБОРУДОВАНИЕМ, КОТОРОЕ ПРЕДСТОИТ ИСПОЛЬЗОВАТЬ ВО ВРЕМЯ ВНЕКОРАБЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ (ВКД). ТОЛЬКО ПОСЛЕ РАБОТЫ ИСПЫТАТЕЛЕЙ В ВОДУ ПОЙДУТ КОСМОНАВТЫ. В БЕСЕДЕ С НАШИМ КОРРЕСПОНДЕНТОМ СПЕЦИАЛИСТЫ ЦПК И РКК «ЭНЕРГИЯ» РАССКАЗАЛИ ОБ ИСТОРИИ СОЗДАНИЯ ЭТОГО УНИКАЛЬНОГО СООРУЖЕНИЯ, ОСОБЕННОСТЯХ РАБОТЫ В НЕМ И ЕГО ЗНАЧЕНИИ ДЛЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ КОСМОНАВТИКИ.

ИСТОРИЯ

История гидролаборатории — это история людей, экипажей и всей российской космонавтики. Здесь оттачивалась работа по внекорабельной деятельности — по сути, прокладывалась дорога в открытый космос.

Пять тысяч погружений в скафандрах «Орлан». 70 тысяч часов работы под водой. Подготовлено 180 экипажей для работы в открытом космосе. До реконструкции за 35 лет работы гидролаборатория ни разу не уходила в отпуск.

При ее строительстве в 1980-е годы за основу взяли нефтеналивное хранилище: его размеры идеально подходили для работ по станции «Салют». Из 100 тонн нержавеющей стали сделали бассейн-резервуар диаметром 23 метра, глубиной 12 метров и объемом 5 тысяч кубических метров.

На платформе гидролаборатории в разные годы стояли сегменты станций «Салют», «Мир», сегодня — модули МКС.



ГИДРОКОСМОС — ЭТО ПЕРВЫЙ ШАГ К РАБОТАМ В ОТКРЫТОМ КОСМОСЕ. ЧТОБЫ ВЗЛЕТЕТЬ, НЕОБХОДИМО НЫРНУТЬ.

Александр ХАРЛАМОВ,
заместитель начальника отдела, водолазный специалист:

— Гидролаборатория действительно видела все станции, которые летали: «Салют», «Мир», МКС, кроме того, здесь был фрагмент кабины «Бурана». Гидрокосмос — это первый шаг к работам в открытом космосе. Чтобы взлететь, необходимо нырнуть.

Здесь множество специальностей и профессий. На один выход в открытый космос работают сотни людей.

Алексей АЛТУНИН,
заместитель начальника управления по подготовке космонавтов к работам в открытом космосе:

— Это единственный испытательно-тренировочный комплекс, где макеты орбитальной станции можно после работы поднять, обслужить, подготовить к следующему погружению. Перед тем как прийти на тренировку, космонавт может подойти к макету, посмотреть материальную часть, потрогать руками; это облегчает процесс обучения и сокращает время подготовки.

Для работы под водой полагается три аквалангиста на одного оператора в скафандре. Общее руководство осуществляет специалист под названием «сороковой». Также есть специалист, занимающийся подводной фото- и видеосъемкой. Отдельно присутствуют аквалангисты, которые работа-

ют с материальной частью, подают инструменты, балансируют оборудование. Бригада достаточно большая, и за одну тренировку минимум 7 человек находятся под водой, но обычно 10–12.

Александр КРАСНОВ,
врач водолазной медицины:

— При первой тренировке вода была залита порядка шести метров, холодная. Мы только вытягивались в режим, но надо было торопиться.

С отработки выхода Владимира Ляхова и Валерия Рюмина начались регулярные погружения.

Иван ВЕРБА,
инструктор ЦПК, капитан первого ранга:

— Космонавты не застрахованы от того, что придется выходить в открытый космос. Вспомните Ляхова и Рюмина: на 172-е сутки они были вынуждены незапланированно выйти. За конструкцию станции зацепилась антенна радиотелескопа. Они могли отстыковаться, но станция упала бы неизвестно куда. Они вышли и сбросили антенну, спасли ситуацию.

Или другой случай: ремонт вышедшей из строя объединенной двигательной установки на станции «Салют-7». Тогда Леонид Кизим и Владимир Соловьев совершили пять выходов протяженностью более пяти часов каждый.

Все проходят подготовку в гидролаборатории и получают необходимые для таких опасных ситуаций навыки.



Специалисты рассказывают, как обходили букву закона при подготовке Светланы Савицкой.

Иван ВЕРБА:

— Подготовка Светланы Евгеньевны Савицкой была особенной. В соответствии с законодательством о труде женщинам было запрещено поднимать груз более 18 килограммов, а водолазное снаряжение весит 30 килограммов. Как быть? Я подошел к Георгию Береговому. Он ответил: «Она не женщина — она космонавт, поэтому требования должны быть такие же, как и ко всем».

И она справлялась на мужском уровне — сильная женщина и достойнейший человек.

К выходу в открытый космос готовятся все экипажи, даже если в их программе полета не запланирована внекорабельная деятельность. На всякий случай отработывают типовые ситуации.

Это сейчас выходы в открытый космос — обыденность. Когда-то каждый выход сопровождался погружением в гидролаборатории. Одновременно с работой в открытом космосе здесь, в бассейне, погружались операторы.

Валерий КУДРЯШОВ, начальник отдела:

— Это сопровождение считалось обязательным. Параллельно работам в открытом космо-



се происходила работа наших испытателей. И в случае возникновения нештатных ситуаций выдавались рекомендации на выполнение той или иной задачи.

Пока космонавт занят в бассейне, за ним зорко следят, прежде всего — врачи. Александр Краснов — главный по водолазной медицине, помнит все экипажи, прошедшие через гидролабораторию, но больше — их показатели на экране. Александр Краснов работает с самого первого дня. Он вспоминает, как Леонид Кизим от усталости разбил четыре динамометра — прибора, которым врачи измеряют тонус в кистях рук.

Водолазная подготовка для всех наборов в космонавты — основная. И каждый раз доктор Краснов поддерживает новых гидронавтов, ведь вода — среда опасная.

Александр КРАСНОВ:

— Ребята, берегите себя в первую очередь, говорю я обычно молодым космонавтам. Качайте кисти рук и плечевой пояс, потому что ноги в космосе не нужны. Главное — кисти рук и плечи, передвижение идет за счет них.

У водолазов своя задача — обеспечить безопасность гидровыхода. Порой приходится нелегко. Водолазы вынуждены постоянно менять глубину в диапазоне 12 метров, и в таком режиме работать четыре, а то и пять часов.

Иван ВЕРБА:

— За это время в стенах лаборатории подготовлены для работы 279 человек. Все космонавты без исключения имеют водолазную квалификацию. Для работы под водой надо знать физиологию и правила безопасности. На сегодняшний день мы не потеряли ни одного человека.

В толще воды, в условиях земной гидроневесомости космонавты устанавливают новые поручни для передвижения, заменяют вышедшую из строя антенну и прокладывают кабели для научной аппаратуры.

ПОДГОТОВКА К ПОГРУЖЕНИЮ

Валерий НЕСМЕЯНОВ,
инструктор Центра подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина:

— Сейчас мы проводим испытания систем гидролаборатории после реконструкции и одновременно специальные испытания по ВКД-47 и ВКД-48, которые планируются на МКС. Естественно, перед тем, как допустить испытания с экипажами, их проводят специалисты ЦПК и РКК «Энергия»: проверяют оборудование, его работоспособность и утверждают методику работы с ним.

Как шутят испытатели и космонавты, «по матрешкам!». И вправду, входя в скафандр, они оказываются внутри жесткой кирасы, словно внутри увеличенных копий самих себя. Главное теперь — правильно подогнать костюм под свои индивидуальные параметры.

Перед погружением, как и перед реальным выходом в открытый космос, испытателям желают удачи, хлопая по плечу.

— Сто восьмой, первому вентиляцию дайте! — Вентиляция первому дана. — Принято, расход воздуха какой? — Сто восьмой, первому охлаждение дайте! — Охлаждение первому пошло... — слышатся команды.

Расход воздуха в начале работы — 150 литров в минуту. Бывает, к концу тренировки на глубине он достигает 350 литров. Воздух входит в скафандр, проходит по всем системам и по трубкам фала жизнеобеспечения выходит в атмосферу.

Тяжелые скафандры поднимают краном и погружают в воду.

С внешним миром гидрокосмонавты связаны лишь оранжевым фалом жизнеобеспечения. По этому специальному тросу поступают кислород и охлаждение. Внутри скафандра, как в небольшом космическом корабле, тесно и жарко.



Внутри фала жизнеобеспечения есть также телеметрия и связь. За всеми показателями каждую секунду следит инженерно-технический отдел.

Ирина ГАЛКИНА,
специалист инженерно-технического отдела подготовки к ВКД:

— Главное для нашего отделения — это техническое обеспечение, и мы понимаем, что, если допустим какой-то промах или сбой, сорвем очень важные планы. Поэтому к каждой мелочи весь коллектив подходит с максимальной ответственностью.

Отец Ирины Галкиной проектировал гидролабораторию с 1972 года. В 1979-м, когда она была построена, он предложил своей дочери продолжить дело всей его жизни.

Ирина ГАЛКИНА:

— Он сказал: «В это сооружение я вложил огромную часть своей жизни, свою душу. И ты сможешь». В итоге я здесь уже 36 лет и ни разу не пожалела о том, что не меняла работу.

Показатели температуры, потребления кислорода, общее самочувствие космонавта в момент погружения — все отражается на мониторах в специальном техническом помещении.

Ирина ГАЛКИНА:

— Для меня кривые на графике — это не просто кривые. Эта безлика для кого-то инфор-



мация — часть моего функционального состояния, часть меня.

Иван ВЕРБА:

— Все экипажи, которые прошли через наши руки, остаются в нашей памяти — это однозначно.

Иван Александрович Верба знает параметры каждого космонавта: кому надо рукава укоротить, кому штаны отпустить. В гидролаборатории работает с первых дней, сам испытывал «Орлан» в бассейне. Старейший не по возрасту — по опыту, Иван Александрович пришел сюда в 1980 году. Уже на следующий день он увидел первое погружение: 1 марта 1980 года участвовали в испытаниях летчик-космонавт Вячеслав Зудов и инженер-космонавт Вячеслав Андреев. Теперь день рождения гидролаборатории для Ивана Александровича — юбилей работы.

Дмитрий ВЕРБА, заместитель начальника отдела ЦПК:

— Гидролаборатория для всех ее сотрудников и для меня лично — основная часть жизни, потому что мы осознаем свою колоссальную ответственность. Первые шаги в открытый космос делаются под водой.

Это как родной дом — каждый болтик и винтик прошупан пальцами, все процессы и механизмы изучены досконально.



Потомственный водолаз, Дмитрий Верба, так же как и отец, отслужил на подводной лодке. После пришел в гидролабораторию и остался здесь навсегда.

«ОРЛАН» — ПОДВОДНАЯ И КОСМИЧЕСКАЯ ПТИЦА

Подводный скафандр — тот же «Орлан» для выхода в открытый космос, только значительно тяжелее. Вместе с космонавтом скафандр весит примерно 200 килограммов. В воде масса скафандра чувствоваться не будет. «Орлан» обезвешивают, как говорят специалисты, под нулевую плавучесть — и для погрузившегося откроется новый мир гидроневесомости.

Алексей АЛТУНИН:

— Сам скафандр — это маленькая подводная лодка, которая обезвешивается и балансируется под водой водолазами. Как и для любого водолазного снаряжения, для этого используется обыкновенный свинец. Сначала обеспечивается нулевая плавучесть, и скафандр зависает в толще воды, после чего его балансируют, стараются придать ему безразличное равновесие. Это очень сложно сделать в связи с тем, что при изменении геометрии изменяется плечо приложения силы, и скафандр отклоняется влево или вправо.



Алексей Алтунин руководит подготовкой космонавтов. В гидролаборатории он работает уже 30 лет, 18 из которых был испытателем в «Орлане». Говорит, что этот скафандр — лучшее, что придумала отечественная космонавтика.

Алексей АЛТУНИН:

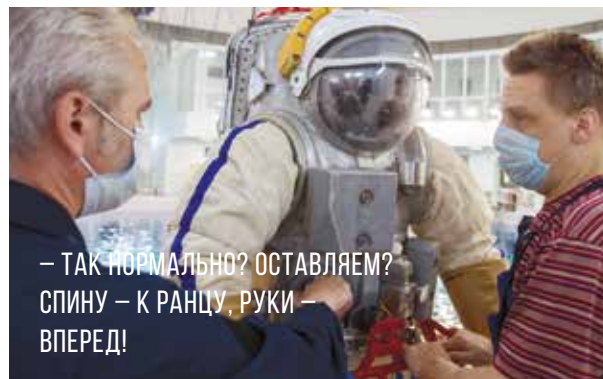
— Работа в скафандре интересна с точки зрения управления им под водой. Он обезвешен, как и оборудование, с которым работает космонавт на выходе, и такого состояния свободы перемещения на земле человек не испытывает. Ты передвигаешься на руках, выполняешь задание, думаешь, общаешься с напарником. Состояние невесомости затягивает — все время хочется снова испытать эти ощущения.

Александр ХАРЛАМОВ:

— Космонавты, которые в первый раз слетали и вышли в открытый космос, положительно отзываются о гидролаборатории и признаются, что здесь они получили важнейший опыт. Некоторые говорят, что в космосе труднее работать, однако навыки, полученные на наших тренировках, совершенно необходимы.

Вся работа, как у альпинистов, на страховке. Главное правило — двух точек, чтобы космонавт всегда был закреплен в двух местах.

Сначала под водой в скафандрах работают инженеры-испытатели из отдела внекорабельной дея-



тельности РКК «Энергия» вместе с инструкторами Центра подготовки космонавтов. В первую очередь они отрабатывают циклограмму и уточняют все детали будущих выходов в открытый космос.

После по этой циклограмме уже готовятся космонавты.

Александр ПОЛЕЩУК, начальник отдела внекорабельной деятельности РКК «Энергия», летчик-космонавт, Герой России:

— Мы планируем выходы в открытый космос на уровне изготовления материальной части, обеспечиваем эргономичность оборудования, установленного снаружи. И отрабатываем методику выхода очень подробно, чтобы для космонавта не было никаких неожиданностей, чтобы было понятно — в какой последовательности что делать, какие инструменты использовать и сколько времени это займет.

ВКД — очень важная и ответственная работа. Два человека в открытом космосе. И внутри станции им никто не поможет, а когда они находятся в вакууме — тем более. Космонавт должен быть хорошо подготовленным, полностью самостоятельным. Земля должна быть готова к любым нештатным ситуациям, будь то отказ оборудования или нарушение здоровья космонавта. Но если что-то случится, предусмотрена такая операция, как эвакуация неработоспо-



ДМИТРИЙ ВЕРБА:

– МНОГИЕ КОСМОНАВТЫ ПОСЛЕ ОТКРЫТИЯ ЛЮКА ШУТЯТ: «А ГДЕ ЖЕ ВОДОЛАЗЫ, КОТОРЫЕ ДОЛЖНЫ НАМ ПОМОГАТЬ?» САМО СОБОЙ, ЧУВСТВУЕШЬ СЕБЯ ЛУЧШЕ, КОГДА ЕСТЬ КОМУ ПОДСТРАХОВАТЬ.

собного космонавта в шлюзовой отсек. Каждый экипаж это отрабатывает, а мы как испытатели сначала все это прописываем и обучаем их.

Российским космонавтам предстоит выполнить несколько выходов в открытый космос для интеграции многофункционального лабораторного модуля «Наука» в состав Международной космической станции.

Поэтому специалисты Ракетно-космической корпорации «Энергия» и ЦПК тщательно отрабатывают каждый этап выхода.

Тренировка в гидробассейне — это одно из первых испытаний для новичков в отряде, но оно же и будет контрольным. Это своеобразный выпускной экзамен после общекосмической подготовки. И от результатов этого экзамена зависит не оценка в дипломе, а успех в профессии, здоровье и жизнь космонавта.

© Бурцева Н.Л., 2020

История статьи:

Поступила в редакцию: 17.08.2020

Принята к публикации: 02.09.2020

Модератор: Плетнер К.В.

Конфликт интересов: отсутствует

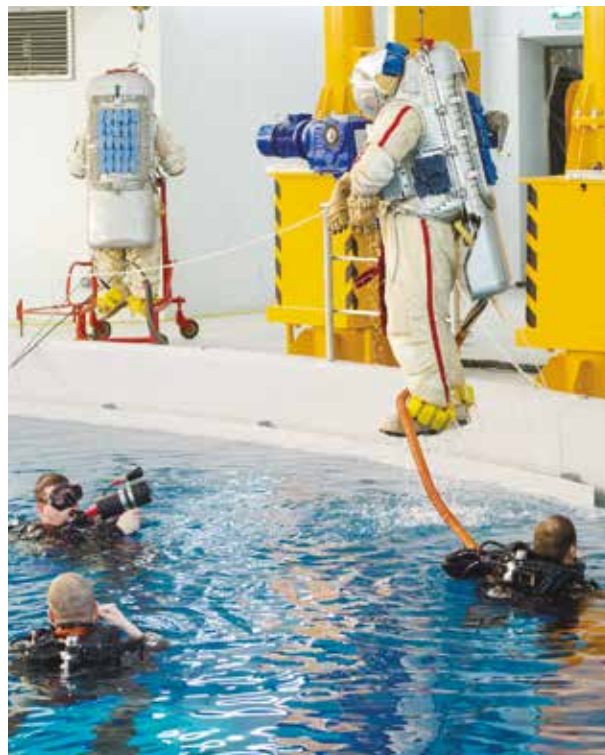
Для цитирования:

Бурцева Н.Л. Гидролаборатория – первый шаг в открытый космос // Воздушно-космическая сфера. 2020. № 3. С. 56 – 63.



МИХАИЛ КОРНИЕНКО, ЛЕТЧИК-КОСМОНАВТ, ГЕРОЙ РОССИИ:

– ДЛЯ ТРЕНИРОВОК КОСМОНАВТОВ ЛУЧШЕ НИЧЕГО НЕ ПРИДУМАЛИ. С НЕВЕСОМОСТЬЮ СРАВНИТЬ СЛОЖНО, ПОТОМУ ЧТО В ВОДЕ ЕСТЬ СОПРОТИВЛЕНИЕ И ОБОРУДОВАНИЕ ТОЛКОМ НЕ ОБЕЗВЕСИШЬ. В НЕВЕСОМОСТИ ГОРАЗДО ЛЕГЧЕ ДЕЙСТВОВАТЬ. ПОЭТОМУ КОГДА МЫ ОТРАБОТАЛИ ВЫХОД ЗДЕСЬ, В КОСМОСЕ ОН ПРОХОДИТ ПРОЩЕ.



ФЕДОР ЮРЧИХИН, ЛЕТЧИК-КОСМОНАВТ, ГЕРОЙ РОССИИ:

– ТЯЖЕЛО В УЧЕНИИ – ЛЕГКО В БОЮ. РАБОТА ПОД ВОДОЙ ТЯЖЕЛЕЕ РАБОТЫ В КОСМОСЕ, ПОТОМУ ЧТО ПРИСУТСТВУЕТ СОПРОТИВЛЕНИЕ ВОДЫ. ПОЭТОМУ ЛУЧШЕ ВСЕГО ПОДГОТОВКУ В ГИДРОЛАБОРАТОРИИ ОПИСЫВАЕТ ЭТА ПОСЛОВИЦА.



SPACE FUTURE — TO DESIGN AND IMPLEMENT КОСМИЧЕСКОЕ БУДУЩЕЕ — УВИДЕТЬ И ВОПЛОТИТЬ



Natalia L. BURTSEVA,
Professor, Department of Journalism, Institute of Mass Media, Russian State University
for the Humanities, postgraduate student, Korolev, Russia,
natalya.burtseva@rsce.ru

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

Фото предоставлены Центром подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина

О МИССИИ КОСМИЧЕСКОГО ХУДОЖНИКА, КОСМИЧЕСКОМ ДИЗАЙНЕ И БУДУЩИХ СТАНЦИЯХ НАШ КОРРЕСПОНДЕНТ ПОГОВОРИЛ С РОССИЙСКИМ ПРОМЫШЛЕННЫМ ДИЗАЙНЕРОМ ВЛАДИМИРОМ ПИРОЖКОВЫМ, ДИРЕКТОРОМ ИНЖИНИРИНГОВОГО ЦЕНТРА ПРОТОТИПИРОВАНИЯ ВЫСОКОЙ СЛОЖНОСТИ «КИНЕТИКА» НАЦИОНАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ТЕХНОЛОГИЧЕСКОГО УНИВЕРСИТЕТА «МИСИС».

ВЛАДИМИРА ПИРОЖКОВА ПО ПРАВУ МОЖНО НАЗВАТЬ ГЛАВНЫМ РОССИЙСКИМ КОСМИЧЕСКИМ ДИЗАЙНЕРОМ. ОН РАЗРАБАТЫВАЛ ПРОЕКТЫ АВТОМАТИЧЕСКИХ СПУТНИКОВ SUBSAT И ПТК НП «ФЕДЕРАЦИЯ».

РАНЕЕ ОН БЫЛ ДИЗАЙНЕРОМ АВТОМОБИЛЕЙ У ВЕДУЩИХ МИРОВЫХ БРЕНДОВ, НО ВСЕГДА МЕЧТАЛ СДЕЛАТЬ НЕЧТО ВАЖНОЕ ДЛЯ ВСЕГО ЧЕЛОВЕЧЕСТВА. ВРЕМЯ, КОГДА ВЕДУЩИЕ КОСМИЧЕСКИЕ ДЕРЖАВЫ СОЗДАЮТ НОВЫЕ КОРАБЛИ, ОН ВОСПРИНЯЛ КАК ВРЕМЯ НОВЫХ ВОЗМОЖНОСТЕЙ, В ТОМ ЧИСЛЕ И ДЛЯ СЕБЯ.

— Как судьба свела вас с космосом? «Тойота» — это очень крупная и достойная компания, но не космических масштабов.

— Я всегда мечтал о космосе. И понимал при этом, что грандиозные проекты бывают раз в 50 – 70 лет в двух странах: России и США. Сейчас мы — свидетели больших технических достижений, новых американских кораблей. И у России должен быть свой передовой корабль. Что касается моей предыдущей работы — автомобильных дизайнеров в мире не так много, меньше, чем покорителей космоса.

— На российском салоне МАКС-2013 Владимир Пирожков представил смелый, почти провокационный макет будущего космического корабля.

— Мы создавали его совместно с космонавтами: Павлом Виноградовым, Юрием Усачевым и Марком Серовым. В 2012 году начали создавать интерьер габаритно-массового макета ПТК НП. Надо было отработать те решения, которые были в эскизном проекте, собрать все воедино.

ПТК НП — перспективный транспортный корабль нового поколения, переименованный в результате всероссийского голосования в корабль «Федерация», а позже получивший имя «Орел».

МАКС — Международный авиационно-космический салон



Рис. 1. ПТК НП – перспективный транспортный корабль нового поколения



Рис. 2. Владимир Пирожков и Марк Серов у макета корабля

— В процессе создания макета сотрудничали с предприятиями? Интересовались космическими разработками?

— Мы вплотную работали с РКК «Энергия» и НПП «Звезда». Начали проектировать и прототипировать кресла, предложив концепцию с облегченными композитными материалами.

Можно сказать, что мы быстро все сделали — много работы и мало времени.

В итоге в интерьере собралось порядка 20 тысяч деталей. Был создан предварительный цифровой аватар корабля, и уже в 2013 году мы представили его на МАКСе.

В интерьере много уникального, в том числе есть полноценная установка АСУ, то есть туалет. Он вызвал неподдельное восхищение инженеров Lockheed Martin Corporation. Эта компания работает над конкурентом — кораблем «ORION».

Кроме того, их удивила зона возле туалета, где можно вытянуться во весь рост. Возможность выпрямиться в невесомости очень важна для космонавта.



Рис. 3. Полноразмерные макеты корабля на МАКС

АСУ — ассенизационно-санитарное устройство — санитарно-гигиенический блок, находящийся на пилотируемом космическом корабле или орбитальной станции. Когда только зарождалась пилотируемая космонавтика и полеты были короткими и, соответственно, выполнялись в большинстве своем в скафандрах, первые устройства для сбора твердых и жидких отходов представляли собой эластичные трусы со сменными гигроскопическими прокладками — прообразами подгузников.

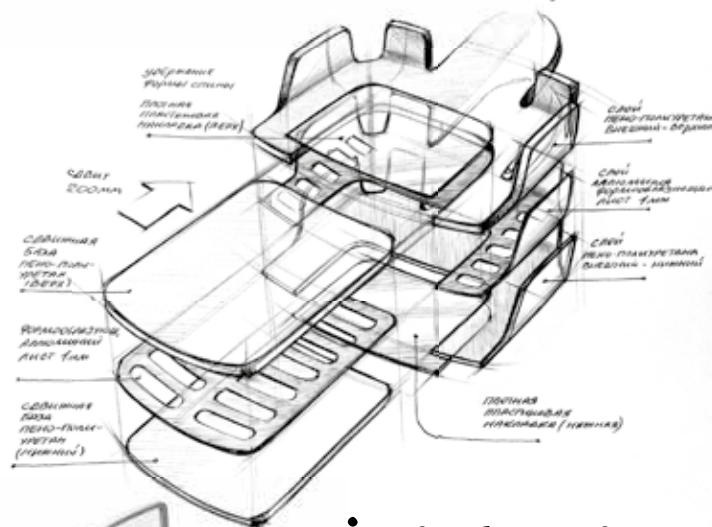
А сейчас мы планируем заниматься дизайном скафандров параллельно с НПП «Звезда».

— *Есть ли у вас особый подход к космическим разработкам, какие-то четкие принципы?*

— К космическим проектам наш Центр относится очень ответственно. Мы должны погружаться в специфику, поэтому изучаем все связанные с космосом отрасли, в том числе авиационное строительство, медицину. У нас есть уникальный парк оборудования на базе МИСиС. Но космическая техника — специфическая. Мы разра-



Рис. 4. Марк Серов, интерьер корабля в процессе работы



- Когда работали над креслами, понимали:
- очень важно, чтобы они могли складываться и трансформироваться. Таким образом, при их сложении образуется много свободного места.



Владимир Вячеславович Пирожков – российский дизайнер.

Учился в Свердловском архитектурном институте по специальности «промышленный дизайн» (1985 – 1992 гг.). Во время учебы на четвертом курсе проходил стажировку в студии всемирно известного дизайнера Луиджи Колани, где участвовал в работах по заказам таких фирм, как Adidas, Ferrari, Yves Saint Laurent. Защитил диплом по теме «Дизайн автомобиля Ferrari Testa d'Oro». Далее продолжил обучение в Швейцарии в Art Center College of Design.

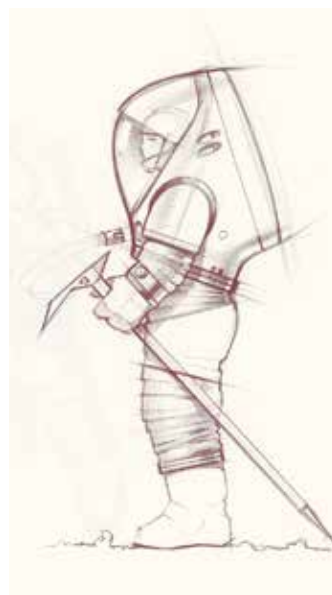
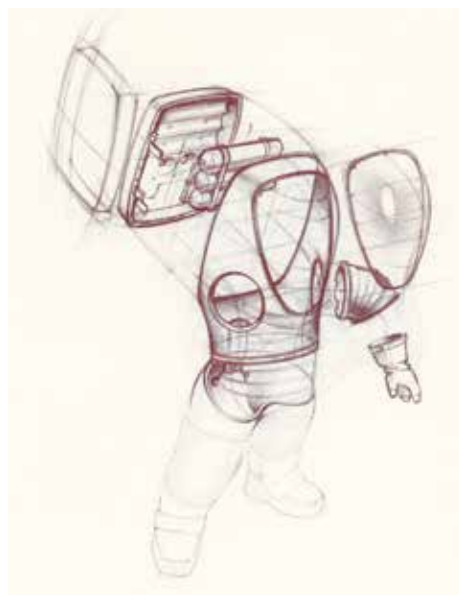
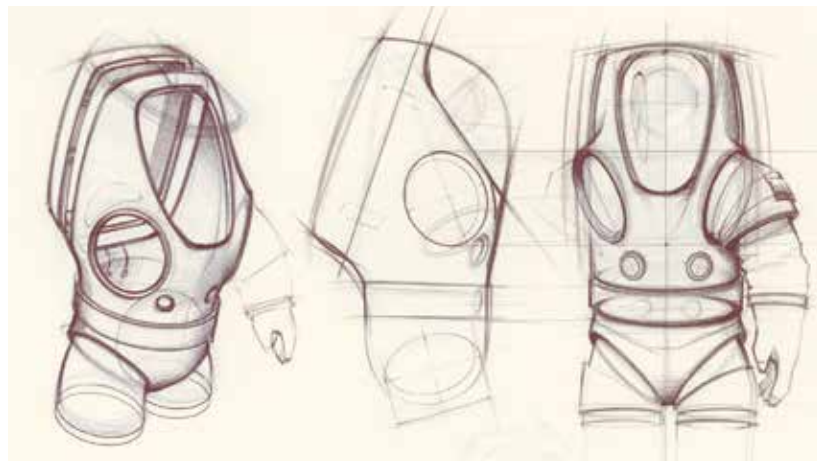
С 1994 года работал в компании Citroën.

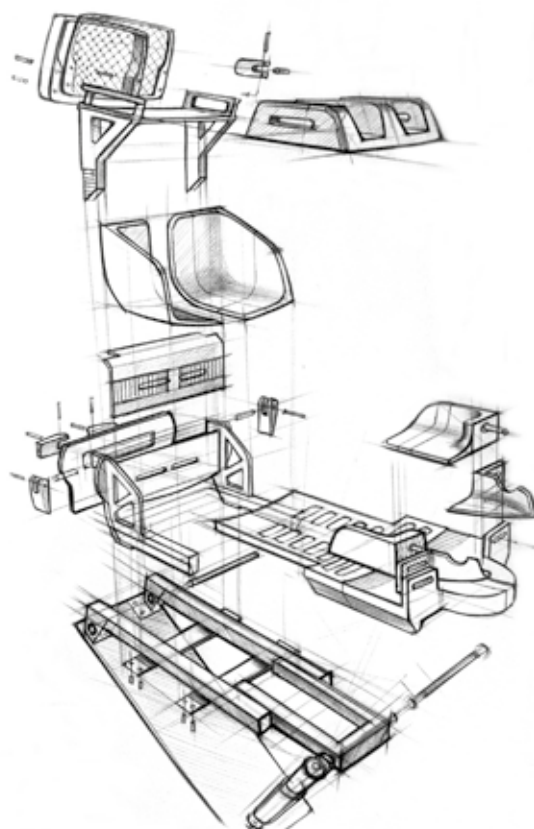
С 2000 года – старший дизайнер в европейском дизайн-центре Toyota в Ницце.

С февраля 2005 года – почетный член Российской академии художеств.

С 2007 года работает в России, создал мультиотраслевой Центр промышленного дизайна и инноваций «Кинетика» НИТУ МИСИС. За 13 лет существования Центром реализовано более 20 сложных инновационных проектов в различных отраслях народного хозяйства, в числе которых разработка официальной раскраски и элементов фирменного стиля нового пассажирского самолета Sukhoi Superjet 100 компании «Гражданские самолеты Сухого», а также дизайн факелов эстафет Олимпийского и Паралимпийского огня XXII зимних Олимпийских игр 2014 года в Сочи.

Совместно с РКК «Энергия» построена концепт-модель ПТК НП «Федерация».





батываем изделия, с которыми взаимодействует человек в космосе, и поэтому всегда держим в уме антропогенный фактор. Эргономика, материалы — все это связано с сохранением и жизнеобеспечением людей, их благополучием в ультраэкстремальных условиях. Наша задача — сделать жизнь космонавтов, людей, выполняющих тяжелейшую работу, проще и комфортнее. В процессе создания каждого изделия мы задействуем такие области науки, как цветоведение, эргономика, материаловедение, физиология. Поэтому каждое из них можно назвать кросс-научным изделием.

Наша работа сложна со всех сторон. Здесь нет права на ошибку. Возьмем, например, детские коляски: это, на самом деле, сложное изделие. Особенно учитывая, как многие мамы их эксплуатируют! (Смеется). Это продукт B to C — «бизнес — клиенту». И придирчивый клиент решает, какую из множества представленных приобрести за свои деньги. Космические корабли — это B to C, «бизнес — государству». Все решает правительство. И это решение должно быть верным однозначно.

— Когда вы продумываете дизайн, представляе-

те ли себя внутри того, что рисуете? Внутри космического корабля?

— Конечно! Я и скафандры примерял: «Сокол», «Орлан», сидел в креслах. Ведь для эргономики очень важно понять и ощутить все самому. Но я бы в космос не полетел, это не мое.

Я восхищаюсь этими сильными людьми — космонавтами. Они очень помогали нам в работе над кораблем. Я имел доступ ко всем тренажерам, и они как эксперты рассказывали, что желательно доработать, изменить.

Конечно, я мечтал бы стать вторым космическим дизайнером после удивительной Галины Балашовой. С гордостью и честью буду нести это звание!

— А что будет дальше, как думаете?

— Если космический дизайн будет поддерживаться на государственном уровне, нам будет что показать. Уже есть новые, прорывные разработки, но пока это секрет. Планы масштабные.

Мне очень повезло оказаться «в правильном месте и в правильное время», а также, что важно, с правильным опытом и навыками. Новые кораб-

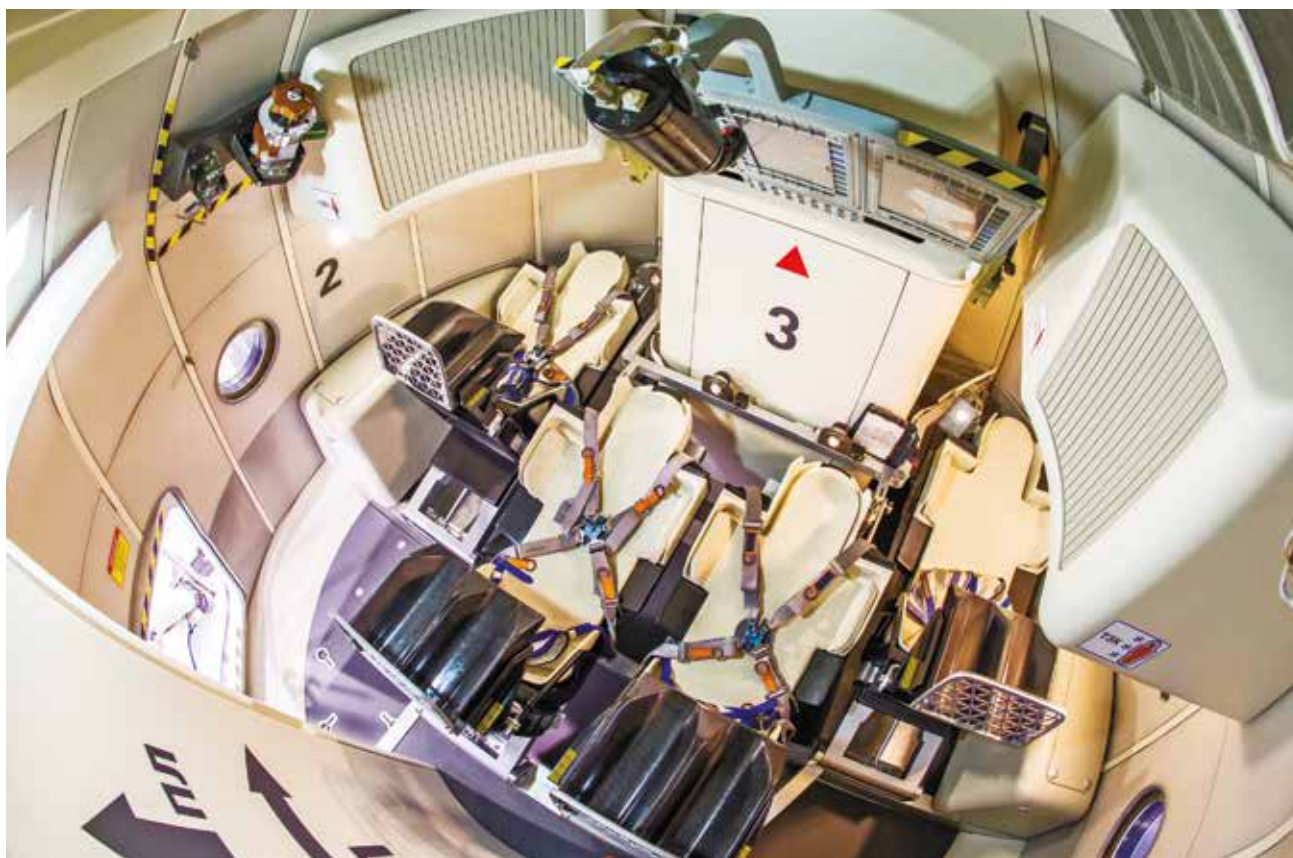


Рис. 5. Интерьер корабля

ли запускаются, по сути, второй раз за 70 лет. Предыдущее поколение космической техники разрабатывалось в начале 60-х годов прошлого столетия. И то, что у нас сейчас появилась новая «Ангара», ПТК НП, «Восточный» – это прорыв, и одновременно только начало. Всем, кто сейчас планирует связать свою жизнь с космонавтикой, надо понимать, что перспективы огромны, надо чувствовать дух времени, быть очень «заряженным» и готовым качественно.

— А вы представляете, какой должна быть станция будущего?

— Главная задача в том, что она должна быть реально возводимой на тех технологиях, что есть уже сейчас. Но еще важнее иметь верное целеполагание на будущее.

Я считаю, в настоящее время очень важно вести популяризацию космоса среди школьников. Если бы я искал человека для продвижения идей освоения космоса, я бы ориентировался на подростков 13 – 14 лет. С ними порой непросто, но у них есть бесстрашие и творческое мышление новой формации.

Руководство страны принимает решение о дорогостоящих проектах, например таких, как полет на Марс, лишь в том случае, если общество поддерживает эти траты, если налогоплательщик скажет: да, такой космос нам нужен. В данный момент у общества интересы другие. Соответственно, если подрастающее поколение будет согласно вкладывать свои средства и энергию в изучение и покорение других планет, в развитие космонавтики, тогда и правительство, без сомнения, будет вкладываться в него. Но пока, на мой субъективный взгляд, нет четкой цели комплексного освоения космоса.

Много шума наделал Crew Dragon. По сути, это аналог «Союза» с качественным дизайном интерьера, но прямая трансляция пуска была информационно мощной, глобальной и крайне эффектной. Запуск нашего корабля должен стать не менее, а то и более ярким.

Сейчас и в США, и у нас ведется активная работа: конкурирующие корабли задали свой темп в создании новых технологий, и переговоры возобновляются с новой силой. «Догнать и перегнать» снова актуально.

© Бурцева Н.Л., 2020

История статьи:

Поступила в редакцию: 21.08.2020

Принята к публикации: 06.09.2020

Модератор: Гесс Л.А.

Конфликт интересов: отсутствует

Для цитирования:

Бурцева Н.Л. Космическое будущее – увидеть и воплотить // Воздушно-космическая сфера. 2020. № 3. С. 64 – 71.



Галина Андреевна БАЛАШОВА – космический архитектор, дизайнер, художник. Создатель интерьеров космических кораблей, орбитальных станций СССР и советской космической символики



Рис. 6. Дизайнерская модель корабля

- Все или почти все о космическом дизайне
- прошлого, настоящего и будущего можно узнать
- на выставке в Музее космонавтики. Экспозиция
- также доступна онлайн на сайте Музея
- Космонавтики: <https://m.kosmo-museum.ru/>
- Или по ссылке: <https://readymag.com/u1579007135/1923080/>

MAIN TRENDS OF MILITARY SPACE ACTIVITY AT THE MODERN STAGE

Vladimir L. IVANOV,

*Doctor of Military Sciences, Professor, Advisor to the General Director of JSC
"Khrunichev State Research and Production Space Center", Moscow, Russia,
agd@khrunichev.com*

Mikhail I. MAKAROV,

*Doctor of Technical Sciences, Professor, first deputy director, scientific director of
"Research Institute of Space Systems named after A. A. Maksimov" – branch of
JSC "Khrunichev State Research and Production Space Center", Moscow, Russia,
info@niiks.com*

Igor N. GOLOVÁNEV,

*Candidate of Technical Science, senior researcher, advisor to the director of
"Research Institute of space systems named after A. A. Maksimov" –
branch of JSC «Khrunichev State Research
and Production Space Center», Moscow, Russia,
info@niiks.com*

ABSTRACT | The article defines the legal aspect of the use of outer space for peaceful purposes. The political and military decisions of the USA aimed at domination in space and space forces creation are analyzed. The notion strategic space zone is defined. The main directions of leading foreign countries and Russia's military space activity are revealed.

Keywords: *Outer space, strategic space zone, space operations area, military space activity*

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ВОЕННО-КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ



Владимир Леонтьевич ИВАНОВ,
доктор военных наук, профессор, советник генерального директора
АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева», Москва, Россия,
aqd@khrunichev.com



Михаил Иванович МАКАРОВ,
доктор технических наук, профессор, первый заместитель
директора, научный руководитель «НИИ КС им. А.А. Максимова» –
филиала АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева», Москва, Россия,
info@niiks.com



Игорь Николаевич ГОЛОВАНЁВ,
кандидат технических наук, старший научный сотрудник,
советник директора «НИИ КС им. А.А. Максимова» – филиала
АО «ГКНПЦ им. М.В. Хруничева», Москва, Россия,
info@niiks.com

АННОТАЦИЯ В статье определен правовой аспект использования космического пространства в мирных целях. Выполнен анализ военно-политических решений США, направленных на обеспечение доминирования и господства в космосе, создания космических войск, дано определение стратегической космической зоны. Раскрыты основные направления военно-космической деятельности ведущих зарубежных стран и России.

Ключевые слова: космическое пространство, стратегическая космическая зона, космическая операционная зона, военно-космическая деятельность

Космическое пространство является открытым международным пространством. Это пространство, включая Луну и другие небесные тела, открыто для исследования и использования всеми и в соответствии с международным правом не принадлежит национальному присвоению каким бы то ни было образом. Небесные тела и их природные ресурсы являются общим достоянием человечества. Их исследование и использование осуществляются на благо и в интересах всех стран, а результаты являются собственностью всего человечества. Вся деятельность в космосе должна осуществляться в интересах поддержания мира и безопасности, а также развития сотрудничества. Запрещен вывод на орбиту любых объектов с ядерным и любым иным оружием массового уничтожения (химическим, бактериологическим, радиологическим и др.). Луна и иные небесные тела используются исключительно в мирных целях. Это закреплено в ряде международных договоров, например в Договоре о принципах деятельности государств по использованию космического пространства, включая Луну и другие небесные тела (подписан 27.01.1967), а также в Соглашении о деятельности государств на Луне и других небесных телах (заключено в рамках ООН 18.12.1979). Космическое пространство доступно для использования всеми государствами земного шара, и в настоящее время на него не распространяются национальные законы ни одного из них.

По международному праву околоземное космическое пространство (ОЗКП) и космос в целом экстерриториальны и не привязаны к земной поверхности. Однако со стороны отдельных стран, в частности США, уже сегодня проявляется желание игнорировать ранее принятые общечеловеческие нормы. Об этом свидетельствует факт подписания 07.04.2020 президентом США Дональдом Трампом указа, закрепляющего право американцев на добычу космических ресурсов на Луне и противоречащего подписанному в 1979 году Соглашению о деятельности государств на Луне и других небесных телах. В Соглашении декларируются принципы исключительно мирного использования космоса и недопустимость претензий со стороны любого государства на распространение своего суверенитета на какое-либо небесное тело.

На наш взгляд, указ Д. Трампа есть не что иное, как дальнейшее развитие и реализация космической стратегии США, определенной нижеприведенными документами и решениями.

В 1996 году президентом Б. Клинтоном была введена в действие директива PDD-NSC- 49/NTSC-8, в которой определены основные цели военно-космической политики США: расширение знаний о Земле, Солнечной системе и Вселенной; поддержание и укрепление национальной безопасности

США; повышение конкурентоспособности национальной экономики; расширение научных и технических возможностей; поощрение инвестиций отдельных штатов, направленных на использование ими космических средств и технологий; расширение международного сотрудничества для продвижения интересов США в сфере внутренней и внешней политики и обеспечения национальной безопасности.

Концепция Joint Vision 2020 — план развития вооруженных сил США до 2020 года, разработанный в 2002 году Объединенным комитетом начальников штабов. Основная цель США — достижение всеобъемлющего господства, готовность к проведению военных операций во всех областях оперативной деятельности в космосе, на море, на суше, в воздухе и информационном пространстве. Очевидно стремление США обеспечить военное господство в космосе.

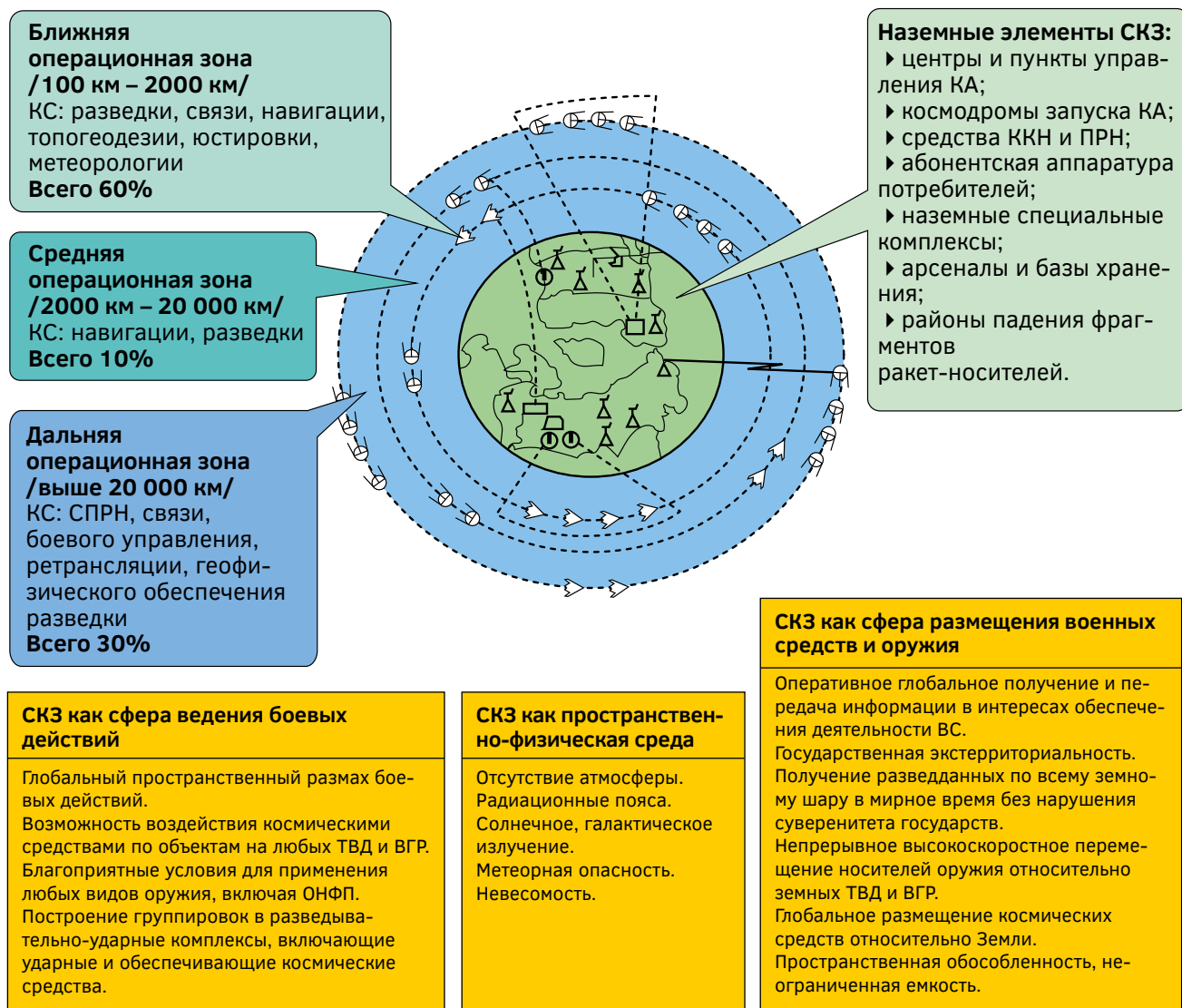
В 2006 году президент США Дж. Буш – младший подписал космическую доктрину, определяющую принцип оборонной и разведывательной деятельности в космосе, не допускающую ограничения прав США на сбор и использование информации с помощью космических средств. Директивой США фактически заявили о монопольном праве на использование космоса.

В 2009 году Объединенный комитет начальников штабов за несколько дней до инаугурации Барака Обамы опубликовал новую доктрину космических операций, констатирующую готовность США предпринимать любые активные меры по дезинформации, дезорганизации, сдерживанию и разрушению космической инфраструктуры противника, если она представляет угрозу безопасности США.

В декабре 2010 года Министерством обороны США был разработан «Всесторонний обзор космической стратегии». В документе освещены следующие основные задачи обеспечения национальной безопасности в космическом пространстве: ведение разведки космическими средствами, предупреждение о ракетно-ядерном ударе и его оценка, обеспечение спутниковой связи; космическое радионавигационное обеспечение; вывод полезных нагрузок в космическое пространство; эксплуатация космических систем; контроль обстановки в космосе, управление космической деятельностью, контроль за состоянием окружающей среды.

Космос для США становится прочным фундаментом для трансформации их вооруженных сил. С 2011 года сделаны шаги такой трансформации по созданию динамичной глобальной информационной системы (ГИС), которая, по замыслу американских стратегов, должна усилить действенность информации и повысить эффективность реализации военно-космических

Рис. 1. Стратегическая космическая зона (КС — космические системы, СПРН — система предупреждения о ракетном нападении, ТВД — театр военных действий, ВГР — военно-географический район, ОНФП — оружие на новых физических принципах, КА — космический аппарат, ККП — контроль космического пространства, ПРН — предупреждение о ракетном нападении)



программ. Создание ГИС — это реализация информационной стратегии США, призванной обеспечить господство в «море информации» и в космосе. ГИС создавалась как в интересах Пентагона, так и для всего разведывательного сообщества США. ГИС — это глобальная многосоставная информационная система, обеспечивающая высокий уровень интеграции вооружений, разведки и военного потенциала, достаточный для ведения сетцентрических войн. ГИС обеспечивает всем военным базам и боевым платформам — кораблям, самолетам, космическим ап-

паратам, наземной технике — доступ к единым информационным ресурсам во всех местах их дислокации; поддерживает решение всех задач и выполнение стратегических, оперативных, тактических и деловых функций Министерства обороны, систем национальной безопасности в мирное и военное время. Ключевая роль в создании и развитии ГИС начиная с 2009 года принадлежит Агентству передовых оборонных исследовательских проектов (Defense Advanced Research Projects Agency, DARPA) Министерства обороны США.

Одно из ключевых направлений современной американской военной политики заключается в обеспечении информационно-космического доминирования США путем:

- обеспечения свободы действий США в информационном и космическом пространстве;
- создания сверхмощного закрытого космического интернета;
- предотвращения нарушения работы интернета другими странами за счет создания системы защиты космического информационного трафика.

17 июля 2017 года палата представителей Конгресса США приняла законопроект по созданию космического рода войск.

В марте 2018 года президент Д. Трамп заявил о создании военно-космических сил во главе с одноименным министерством. Тогда он назвал космос таким же «полем для битвы», каким являются суша, воздушное и морское пространства.

В августе 2018 года американский вице-президент М. Пенс обнародовал общий план формирования военно-космических сил. Д. Трамп поддержал выступление своего заместителя через Twitter: «Космические силы, вперед!»

В конце февраля 2019 года Д. Трамп подписал меморандум, в соответствии с которым новая военно-административная структура представлена как нечто среднее между отдельным родом войск США и видом вооруженных сил. Администрация Д. Трампа запустила функционирование космических сил в 2020 году. Министерство обороны США активизировало свои усилия по превращению космоса в реальный театр военных действий.

21 августа 2020 года были успешно завершены первые космические учения «Космический флаг» в соответствии с программой подготовки и обучения специалистов в области ведения боевых действий в околоземном космическом пространстве, утвержденной 24 июля 2020 года.

10 августа Космическое командование США сообщило о выходе в свет первой доктрины Космических сил под названием «Космическая мощь», в которой определены главные цели и задачи боевых действий в космосе, а также сформулированы основные направления их реализации.

Мероприятия США по информационно-космическому доминированию в мире, созданию военно-космических сил не остаются без внимания со стороны российских военных и гражданских ученых, специалистов, работающих на предприятиях ракетно-космической промышленности, в военно-организационных структурах Минобороны РФ, а также в высших учебных заведениях страны по подготовке квалифицированных кадров для космической деятельности в России. Ими

выполнено немало открытых аналитических работ, раскрывающих взгляды США, ведущих стран НАТО, Китая и других на использование космоса в военных целях [1 – 11]. Разработаны теоретические положения космического пространства как сферы вооруженной борьбы, а также сформулированы определения категорий «стратегическая космическая зона» (СКЗ) и «космическая операционная зона» (КОЗ). Раскроем сущность и характеристики указанных категорий.

С той или иной глубиной и детализацией раскрытия сущности стратегической космической зоны определения СКЗ различными авторами даны в публикациях [1, 4, 5, 6]. Интегральное определение СКЗ следующее.

Стратегическая космическая зона — околоземное космическое пространство и выделенные для осуществления космической деятельности районы поверхности Земли в условно определенных геостратегических границах, где проявляются или могут затрагиваться национальные интересы России в космосе.

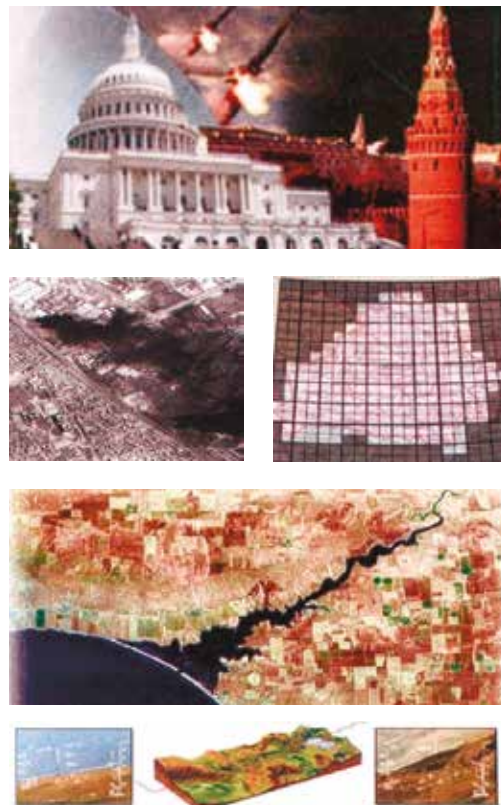
В СКЗ условно выделяют три космические операционные зоны (КОЗ) (рис. 1): ближнюю, среднюю и дальнюю [1, 5]. Ближняя зона простирается в диапазоне высот от 100 до 2000 км, в ней развертываются и функционируют орбитальные группировки космических систем разведки, связи, морской навигации, контроля космического пространства, топогеодезии. Средняя зона занимает высоты от 2000 до 20 000 км, в ней функционируют космические аппараты систем радионавигации. Для дальней зоны характерны высоты свыше 20 000 км с функционированием спутниковых систем обнаружения пусков баллистических ракет, связи и боевого управления, ретрансляции, разведки и метеорологии.

Ведущие позиции в использовании КОЗ занимают США, которые путем целенаправленного финансирования военных космических программ смогли добиться технологического превосходства над многими странами мира, и они стремятся обеспечить гегемонию с формированием угроз в космическом пространстве.

Военно-космическими программами сегодня располагают не только США, но и другие ведущие страны (Канада, Великобритания, Германия, Франция, Китай, Индия, Израиль) [1]. При этом самостоятельное геополитическое значение для России приобретают задачи противодействия военно-политическим и технологическим внезапностям (создающим угрозы в космосе и из космоса), включая демонстрацию своих возможностей в этой стремительно развивающейся сфере политического, информационного и вооруженного противоборства.

Рис. 2. Поддержание стратегической стабильности: задачи, решаемые с использованием космических сил и средств (СБУ – система боевого управления)

- ★ Стратегическая разведка в интересах оценки военно-экономического потенциала вероятного противника;
- ★ Контроль соблюдения договоров и соглашений в области ограничения ядерных стратегических вооружений и космоса;
- ★ Стратегическая (магистральная) связь и боевое управление СЯС, включая дублирующие (космические) каналы СБУ;
- ★ Оперативные глобальные телекоммуникации в интересах получения и передачи специнформации;
- ★ Раннее предупреждение о ракетном, воздушном и космическом нападении;
- ★ Формирование баз данных спектральных признаков объектов и фонов на Земле и в космосе для оперативного автоматического дешифрирования космоснимков;
- ★ Создание и обновление топо- и цифровых карт рельефа и местности по любому району земного шара, включая трехмерные цифровые модели для систем стратегического оружия; картографирование мелководных акваторий на глубину до нескольких метров (в сине-зеленой зоне спектра);
- ★ Создание систем объектовой, региональной и глобальной противоракетной обороны;
- ★ Оперативная доразведка стратегически важных ТВД.



Для поддержания стратегической стабильности с использованием космических сил и средств решается ряд задач (рис. 2), основными из которых являются: раннее предупреждение о ракетном, воздушном и космическом нападении, стратегическая разведка (доразведка) объектов и территорий, связи и боевое управление стратегическими ядерными силами (СЯС), демонстрация возможностей создания систем противоракетной обороны, а также контроль соблюдения договоров и соглашений в области ограничений ядерных стратегических вооружений и космоса.

В связи с принятием президентом Д. Трампом решения о создании полноценных космических войск США целенаправленно занимаются разработкой и подготовкой к развертыванию в околоземном пространстве космических вооружений:

- оружия наземного и воздушного базирования, которое атакует космические системы, например лазеры, чтобы «ослепить», вывести из строя приборы и нарушить систему спутников;
- оружия космического базирования, которое действует против других космических систем;

- космического оружия, поражающего цели на Земле.

Рассмотрим основные аспекты военно-космической деятельности (ВКД) отдельных ведущих зарубежных государств и России.

С точки зрения парирования угроз вероятного противника, а также формирования стратегии развития российской военно-прикладной космонавтики следует учитывать следующие основные тенденции военно-космической деятельности США и Китая (рис. 3):

1. Интеграция спутниковых систем в единую информационно-телекоммуникационную сеть — основа применения разведывательно-ударных систем и высокоточного оружия в будущих войнах. Вооруженные конфликты XXI века предполагают проведение сетцентрических операций, основанных на комплексном использовании космических средств разведки, связи, боевого управления, навигации и метеообеспечения.

2. Развитие многоспутниковых систем на базе малых космических аппаратов (МКА). В условиях того, что США, так же как и Россия, зависят от воз-

возможности использования космоса, они реально рассматривают его в качестве сферы вооруженной борьбы, проводя в жизнь новые подходы к организации живучести и гибкости своей орбитальной группировки. На фоне впечатляющих успехов использования коммерческих МКА (от 1 до 500 кг) Минобороны США рассматривает их применение в качестве средств оперативной разведки и связи, рекогносцировки и управления на ТВД, предупреждения о нападении, а также как инструмент активной противоспутниковой борьбы и быстрого восстановления (наращивания) группировок.

3. Практическая отработка вопросов боевого применения средств вооруженной борьбы в космосе и из космоса, включая беспилотные авиационно-космические системы многоразового использования и гиперзвуковые летательные аппараты.

На сегодняшний день Китаем и Соединенными Штатами проведены испытания противоспутникового оружия по реальным мишеням в космосе. Принципиально не ставя задачу создания группировки противоспутниковой борьбы (ПСБ) орбитального базирования, США впервые продемонстрировали возможность прямого перехвата КА в любой точке орбиты с использованием морских противоракет ПРО. Противоспутниковым потенциалом обладает уже развернутый наземный эшелон противоракетной обороны американского континента. При этом планируется отрабатывать технологии решения задач ПСБ с использованием наземных средств радиоэлектронной борьбы (РЭБ).

Военно-космическая деятельность России является одним из приоритетов государственной политики (рис. 4).

Рис. 3. Военно-космическая деятельность ведущих зарубежных стран (ДЗЗ – дистанционное зондирование земли, ПРО – противоракетная оборона, ПКО – противокосмическая оборона, НОАК – Национальная освободительная армия Китая)

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ВКД В XXI ВЕКЕ

Интеграция спутниковых систем в единые информационно-телекоммуникационные сети

Расширение использования коммерческих космических систем в военных конфликтах и миротворческих операциях (связь, ДЗЗ)

Развитие многоспутниковых систем на базе спутников малых форм (МКА)

Размещение на коммерческих спутниках полезных нагрузок военного назначения

Эффективный контроль космического пространства и разведки космической обстановки

Практическая отработка вопросов применения средств вооруженной борьбы в космосе и из космоса (ПРО, ПКО)

ДЕЙСТВУЮЩИЕ НОРМАТИВНЫЕ ДОКУМЕНТЫ МО

США



«Национальная космическая политика США» (введена в действие директивой президента, июнь 2010);

«Стратегия национальной космической безопасности» (утверждена министром обороны и директором национальной разведки, январь 2011);

«Космическая политика» (директива заместителя министра обороны по вопросам политики, октябрь 2012);

«Космические операции» (наставление Комитета начальников штабов, май 2013).

Китай



«Стратегия научно-технического развития космической деятельности КНР до 2050 года»;

«Новая стратегия ВВС КНР» (утверждена министром обороны, ноябрь 2009);

«Решение о создании боевых космических систем, объединяющих средства поражения, РЭБ, управления, связи, разведки, наблюдения и навигации» (принято Центральным военным советом КНР, май 2015).

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫЕ ВОЕННЫЕ СТРУКТУРЫ

Управление по оперативному реагированию в космическом пространстве

Сопровождение деятельности более 160 фирм-подрядчиков в ходе создания гибкой военно-космической инфраструктуры

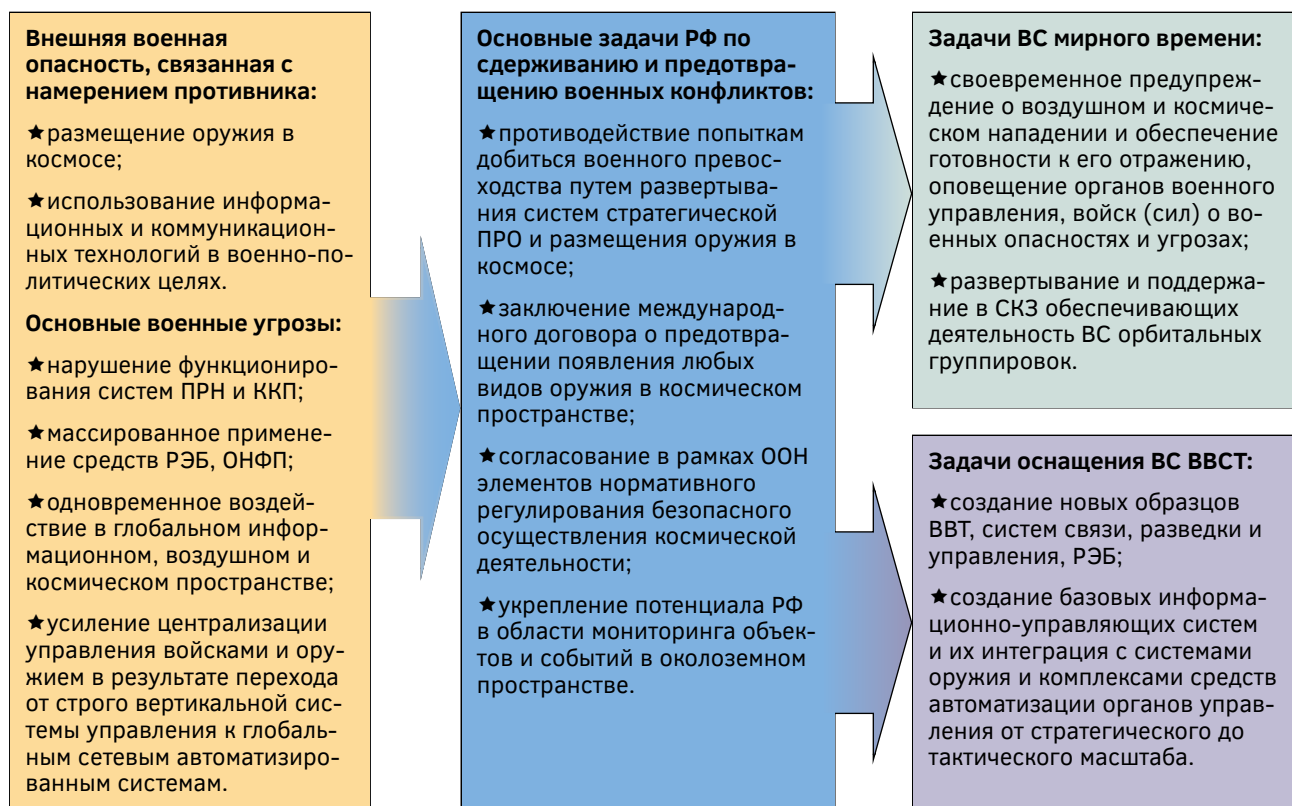
Объединенное космическое командование функциональной космической компонентой

Применение космических средств разведки космической обстановки, их интеграция с системами мониторинга киберпространства и другими разведывательными системами

Силы стратегической поддержки НОАК (вид ВС)

Ведение военных действий в космосе, а также обеспечение организации и функционирования единой разведывательно-информационной среды

Рис. 4. Военно-космическая деятельность России (ВВТ – вооружение и военная техника)



Состояние военно-космической деятельности РФ должно отвечать потребностям эффективного реагирования на вызовы, риски и угрозы современного мира, опираясь на [1]:

♦ положения, констатирующие внешнюю военную опасность, вызванную «намерением вероятного противника разместить оружие в космосе», а также «использовать информационные и коммуникационные технологии в военно-политических целях»; основные военные угрозы, среди которых — «нарушение функционирования систем предупреждения о ракетном нападении (ПРО) и контроля космического пространства (ККП); массированное применение средств радиоэлектронной борьбы (РЭБ); оружия на новых физических принципах (ОНФП); одновременное воздействие в глобальном информационном и воздушно-космическом пространствах; усиление централизации управления войсками и оружием в результате перехода от строго вертикальной системы управления к глобальным сетевым автоматизированным системам»;

♦ «основные задачи РФ по сдерживанию и предотвращению военных конфликтов: противодействие попыткам добиться военного превосход-

ства путем развертывания систем стратегической ПРО и размещения оружия в космосе; заключение международного договора о предотвращении появления в космосе любых видов оружия и согласование в рамках ООН элементов нормативного регулирования безопасного осуществления космической деятельности; укрепление потенциала РФ в области мониторинга объектов и событий в околоземном пространстве»;

♦ задачи ВС мирного времени: «своевременное предупреждение о воздушном и космическом нападении и обеспечение готовности к его отражению; оповещение органов военного управления, войск (сил) о военных опасностях и угрозах; «развертывание и поддержание в СКЗ обеспечивающих деятельность Вооруженных сил России орбитальных группировок»;

♦ «создание новых образцов вооружения и военной техники (ВВТ), систем связи, разведки и управления, РЭБ; базовых информационно-управляющих систем и их интеграцию с системами оружия и комплексами средств автоматизации органов управления от оперативного-стратегического до тактического масштаба».

Целью военно-космической деятельности России необходимо считать сохранение независимости страны в военно-прикладном использовании космоса за счет создания и эффективного применения целостной, функционально интегрированной в войска системы космического вооружения. Система должна реализовывать оперативные возможности космических сил и средств, гарантирующих обеспечение обороны и безопасности при условии поддержания материально-технической базы ракетно-космической промышленности и развития, ориентированного на импортозамещение, отечественные инновационные технологии.

К приоритетам военно-космической деятельности России, на наш взгляд, следует отнести такие направления сосредоточения усилий государства, которые позволят гарантированно обеспечить достижение цели ВКД на основе как компетенций, отвечающих современным вызовам и угрозам, так и структур, позволяющих эти компетенции реализовать. В числе таких приоритетов:

* дальнейшая централизация военно-космической деятельности в структуре органов военного управления стратегического уровня, отвечающая как ее явно выраженному межвидовому характеру, так и направленности на решение повседневных задач социально-экономического развития страны;

* возврат к системному подходу в вопросах создания средств космического вооружения (система космического вооружения) и их применения (военно-космическая концепция), развитие соответствующих организационных структур в системе органов военного управления Минобороны России. Практика воссоздания института «системы космического вооружения» позволит определить и реализовать переход к передовым цифровым, интеллектуальным роботизированным производственным технологиям, новым материалам и способам конструирования, средствам обработки больших объемов данных, машинного обучения и искусственного интеллекта, в максимальной степени исключающих научно-технические внезапности, связанные с возможностью завоевания противником господства в космосе;

* оперативное оборудование стратегической космической зоны и поддержание (развитие) космической инфраструктуры, обеспечивающей гарантированное и эффективное применение космических средств военного и двойного назначения;

* обеспечение гарантированного доступа России в космическое пространство со своей территории, развитие орбитальных группировок различного назначения, создание и внедрение космических технологий в интересах обороны страны и обеспечения безопасности.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. Принятые международные соглашения и договоры по космической деятельности регламентируют использование странами космического пространства исключительно в мирных целях. Космическое пространство доступно для использования всеми государствами земного шара, и на него не распространяются национальные законы ни одного из них.

2. За последние два десятилетия в США приняты и реализуются военно-политические решения (концепции, директивы, доктрины, стратегии и пр.), целями которых являются:

- создание глобальной многоуровневой информационно-космической системы, обеспечивающей доминирование и господство в космосе, высокий уровень интеграции вооружений, разведки, военного потенциала, достаточного для ведения сетецентрических войн;

- создание космических войск для решения стратегических, оперативных и тактических задач Министерства обороны США, систем национальной безопасности в мирное и военное время.

3. Рассмотрены основные аспекты военно-космической политики ведущих зарубежных стран, а также России.

4. С целью поддержания стратегической стабильности в мире описаны мероприятия и задачи, выполняемые Россией с применением национальных космических сил и средств. Сформулированы приоритеты военно-космической деятельности Российской Федерации.

Литература

1. **Иванов В.Л., Голованёв И.Н., Макаров М.И., Щербakov Н.Б.** Космос – сфера вооруженной борьбы. М.: НИИ КС, 2019. 220 с.
2. **Макаров М.И., Голованёв И.Н., Иванов В.Л.** Космическое информационное обеспечение боевых действий вооруженных сил – основные тенденции и перспективы развития // Стратегическая стабильность. 2019. № 3. С. 32 – 39.
3. **Савиных В.П.** Космическая сфера военных действий. Прикладная геоинформатика // Образовательные ресурсы и технологии. 2015. № 3. С. 96 – 102.
4. **Васильев Ю.** Взгляды военно-политического руководства КНР на использование космоса в военных целях // Зарубежное военное обозрение. 2019. № 11. С. 57 – 61.
5. **Васильев Ю.** Взгляды ведущих стран НАТО на использование космоса в военных целях // Зарубежное военное обозрение. 2016. № 1. С. 62 – 68.
6. Стратегическая космическая зона (СКЗ) [Электронный ресурс] // Энциклопедия ракетных войск стратегического назначения. Военная энциклопедия Министерства обороны РФ. URL: <https://encyclopedia.mil.ru/encyclopedia/dictionary/details.htm?id=10376@morfDictionary> (Дата обращения: 01.09.2020).
7. **Дорофеев В.** США: использование космоса в военных целях // Зарубежное военное обозрение. 2001. № 5 – 6. С. 43 – 48.
8. Анализ космической стратегии США [Электронный ресурс] // ultimaguardian Живой журнал. 24.12.2009. URL: <https://ultimaguardian.livejournal.com/112662.html> (Дата обращения: 01.09.2020).
9. **Макаренко С.И.** Использование космического пространства в военных целях: современное состояние и перспективы развития систем информационно-космического обеспечения и средств вооружения // Системы управления, связи и безопасности. 2016. № 4. С. 161 – 213.
10. **Длугоцкий Д.** Американские программы развития космических систем наблюдения Земли в инфракрасном диапазоне // Зарубежное военное обозрение. 2019. № 12. С. 52 – 59.
11. **Волков А.Е., Зайцев М.А.** Космический мониторинг и стратегическая стабильность в современных условиях // Стратегическая стабильность. 2019. № 3. С. 19 – 24.

References

1. **Ivanov V.L., Golovanev I.N., Makarov M.I., Shcherbakov N.B.** Kosmos – sfera vooruzhennoy bor'by. Moscow, NII KS, 2019. 220 p.
2. **Makarov M.I., Golovanev I.N., Ivanov V.L.** Kosmicheskoe informatsionnoe obespechenie boevykh deystviy vooruzhennykh sil – osnovnye tendentsii i perspektivy razvitiya. Strategicheskaya stabil'nost', 2019, no. 3, pp. 32 – 39.
3. **Savinykh V.P.** Kosmicheskaya sfera voennykh deystviy. Prikladnaya geoinformatika. Obrazovatel'nye resursy i tekhnologii, 2015, no. 3, pp. 96 – 102.
4. **Vasil'ev Yu.** Vzglyady voenno-politicheskogo rukovodstva KNR na ispol'zovanie kosmosa v voennykh tselyakh. Zarubezhnoe voennoe obozrenie, 2019, no. 11, pp. 57 – 61.
5. **Vasil'ev Yu.** Vzglyady vedushchikh stran NATO na ispol'zovanie kosmosa v voennykh tselyakh. Zarubezhnoe voennoe obozrenie, 2016, no. 1, pp. 62 – 68.
6. Strategicheskaya kosmicheskaya zona (SKZ). Entsiklopediya raketnykh voysk strategicheskogo naznacheniya. Voennaya entsiklopediya Ministerstva oborony RF. Available at: <https://encyclopedia.mil.ru/encyclopedia/dictionary/details.htm?id=10376@morfDictionary> (Retrieval date: 01.09.2020).
7. **Dorofeev V.** SShA: ispol'zovanie kosmosa v voennykh tselyakh. Zarubezhnoe voennoe obozrenie, 2001, no. 5 – 6, pp. 43 – 48.
8. Analiz kosmicheskoy strategii SShA. ultimaguardian LiveJournal, 2009. December 24. Available at: <https://ultimaguardian.livejournal.com/112662.html> (Retrieval date: 01.09.2020).
9. **Makarenko S.I.** Ispol'zovanie kosmicheskogo prostranstva v voennykh tselyakh: sovremennoe sostoyanie i perspektivy razvitiya sistem informatsionno-kosmicheskogo obespecheniya i sredstv vooruzheniya. Sistemy upravleniya, svyazi i bezopasnosti, 2016, no. 4, pp. 161 – 213.
10. **Dlugotskiy D.** Amerikanskie programmy razvitiya kosmicheskikh sistem nablyudeniya Zemli v infrakrasnom diapazone. Zarubezhnoe voennoe obozrenie, 2019, no. 12, pp. 52 – 59.
11. **Volkov A.E., Zaytsev M.A.** Kosmicheskii monitoring i strategicheskaya stabil'nost' v sovremennykh usloviyakh. Strategicheskaya stabil'nost', 2019, no. 3, pp. 19 – 24.



© Иванов М.Л., Макаров М.И.,
Голованёв И.Н., 2020

История статьи:

Поступила в редакцию: 21.08.2020
Принята к публикации: 06.09.2020

Модератор: Плетнер К.В.

Конфликт интересов: отсутствует

Для цитирования:

Иванов М.Л., Макаров М.И., Голованёв И.Н. Основные тенденции военно-космической деятельности на современном этапе // Воздушно-космическая сфера. 2020. № 3. С. 72 – 81.

BIOTECHNICAL LIFE SUPPORT SYSTEMS FOR CREWS OF MANNED SPACE COMPLEXES

Boris I. KRYUCHKOV,
Doctor of Technical Sciences, Chief Researcher, State Organization "Gagarin
Research & Test Cosmonaut Training Center",
Star City, Russia,
B.Kryuchkov@gctc.ru

Vitaly M. USOV,
Doctor of Medical Sciences, Professor, Chief Researcher,
State Organization "Gagarin Research & Test Cosmonaut
Training Center", Star City, Russia,
V.Usov@gctc.ru

Elena V. POPOVA,
Candidate of Pedagogical Sciences, Head of Department, State Organization
"Gagarin Research & Test Cosmonaut Training Center", Star City, Russia,
E.Popova@gctc.ru

ABSTRACT | The article analyzes the state of development and prospects for the creation of biotechnical life support systems for manned space complexes. The main stages and problems of creating these systems are considered. The possibilities of using biotechnical units in modern regenerative physicochemical life support systems and manned complexes in the near future are assessed.

Keywords: *biotechnical life support systems, manned space complexes, space experiments, space greenhouses*

БИОТЕХНИЧЕСКИЕ СИСТЕМЫ ЖИЗНЕОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЛЯ ЭКИПАЖЕЙ ПИЛОТИРУЕМЫХ КОСМИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ



Борис Иванович КРЮЧКОВ,
доктор технических наук, главный научный сотрудник,
ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю. А. Гагарина»,
Звездный городок, Россия,
B.Kryuchkov@gctc.ru



Виталий Михайлович УСОВ,
доктор медицинских наук, профессор, главный научный
сотрудник, ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю. А. Гагарина»,
Звездный городок, Россия,
V.Usov@gctc.ru



Елена Владимировна ПОПОВА,
кандидат педагогических наук, начальник отделения, ФГБУ
«НИИ ЦПК имени Ю. А. Гагарина», Звездный городок, Россия,
E.Popova@gctc.ru

АННОТАЦИЯ | В статье проанализировано состояние разработок и перспектив создания биотехнических систем жизнеобеспечения пилотируемых космических комплексов. Рассмотрены основные этапы и проблемы создания данных систем. Сделаны оценки возможностей использования биотехнических звеньев в современных регенерационных физико-химических системах жизнеобеспечения и пилотируемых комплексах ближайшей перспектив.

Ключевые слова: биотехнические системы жизнеобеспечения (БТ СЖО), пилотируемые космические комплексы (ПКК), космические эксперименты (КЭ), космические оранжереи

При выполнении межпланетных полетов, в первую очередь к Марсу, или долговременном пребывании космонавтов на планетных базах, когда доставка грузов с Земли будет нецелесообразна по экономическим соображениям, потребуется автономное воспроизводство продуктов питания, кислорода, воды, создание биологически полноценной среды обитания. Для обеспечения искусственного кругооборота в обитаемых отсеках планетной станции или межпланетного экспедиционного комплекса возможно применение биотехнических систем жизнеобеспечения (БТ СЖО).

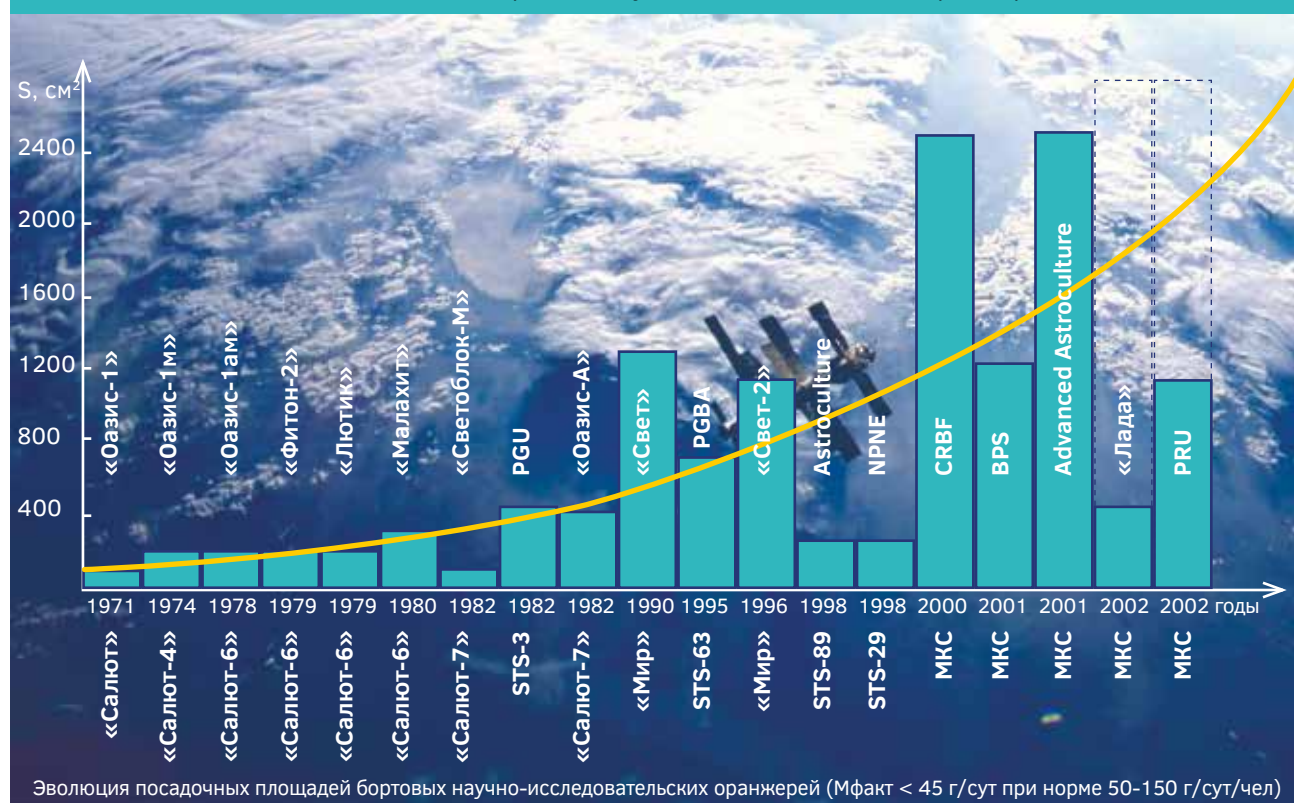
Впервые обоснование предложений по использованию биологических элементов в системах жизнеобеспечения пилотируемых космических аппаратов (ПКА) было изложено К. Э. Циолковским в 1895 году в повести «Грезы о Земле и небе и эффекты всемирного тяготения» [1]. В его последующих работах, а также работах Ф. А. Цандера неоднократно рассматривались вопросы жизнеобеспечения в космосе и роли биотехнических элементов СЖО в этом процессе.

Хронологически начальный этап разработки БТ СЖО можно оценивать периодом с 1895 по 1935 год, который охватывает все годы творческой деятельности и К. Э. Циолковского, и Ф. А. Цандера в данной области.

Появлению значительного интереса к исследованиям БТ СЖО послужили успешные пуски животных на высотных ракетах, начатые в СССР в 1951 году, а также публикации (1953 г.) по одноклеточным водорослям [20] для использования в космосе. Этими датами завершился второй этап исследований БТ СЖО.

Наибольший вклад в изучение проблем БТ СЖО в период с 1953 по 1962 год (третий этап) внесли С. Адамс (С. Adams), З. Бамбенек (Z. Bambenek), В. Хокинс (W. Hawkins), С. Хансон (S. Hanson), А. Билек (A. Bialecky), Г. Мелешко, В. Пиневич, А. Ничипорович, В. Яздовский, А. Штоль, Е. Мельников и др. [2-4]. В 1957 году в СССР был запущен первый искусственный спутник Земли (ИСЗ), и в том же году на борту второго ИСЗ появилось животное — собака Лайка. На корабле «Спутник-5» (1960 г.) в орбитальном полете вместе

Рис. 1. Эволюция посадочных площадей бортовых научно-исследовательских оранжерей



с собаками Белкой и Стрелкой находились семена некоторых сельскохозяйственных и декоративных растений. Таким образом, начиная с 1957 года в космосе стали проводиться исследования влияния микрогравитации на биообъекты.

По инициативе С. П. Королёва в 1965–1970 годах в Институте медико-биологических проблем (ИМБП) был построен наземный экспериментальный комплекс (НЭК), ставший одной из ключевых баз по исследованиям БТ СЖО.

После этого в нашей стране стали интенсивно проводиться экспериментальные исследования, в рамках которых ставились натурные эксперименты в замкнутых отсеках с различными моделями БТ СЖО и участием человека, которые получили название изоляционных экспериментов [2, 4].

Рост, развитие и метаболизм растений в условиях космического полета не отличаются от таковых в наземных контрольных экспериментах.

Период с 1962 по 1988 год (четвертый этап) был знаковым в истории биотехнических СЖО, поскольку он характеризовался развитием мощной экспериментальной базы и проведением фундаментальных исследований с участием человека в контуре БТ СЖО. Изоляционные эксперименты, связанные с длительным пребыванием добровольцев-испытателей в герметически замкнутом объеме в НЭК, интенсивно велись до 1988 года.

Особый этап в развитии БТ СЖО связан с проведением космических экспериментов (КЭ) на борту ПКА (рис. 1). В результате была подтверждена возможность нормального онтогенетического развития и репродукции высших растений, что дает основания для их применения в пищу космонавтам в качестве свежих витаминных добавок [14].

На орбитальном комплексе «Мир» также выполнялись исследования с гетеротрофными организмами с целью введения их в состав перспективных БТ СЖО [2], в частности КЭ с японскими перепелами (с 1990 по 1999 год), в расчете на включение их в будущем в рацион питания космонавтов как источника животных белков. Однако на этом пути ожидается еще множество проблем из-за негативного влияния невесомости (рис. 2).

Рассмотренный выше пятый этап формирования системы базовых исследований элементов

Рис. 2. Птенцы японского перепела на ОКС «Мир»



БТ СЖО в рамках КЭ на борту ПКА охватывает 1988–1999 годы.

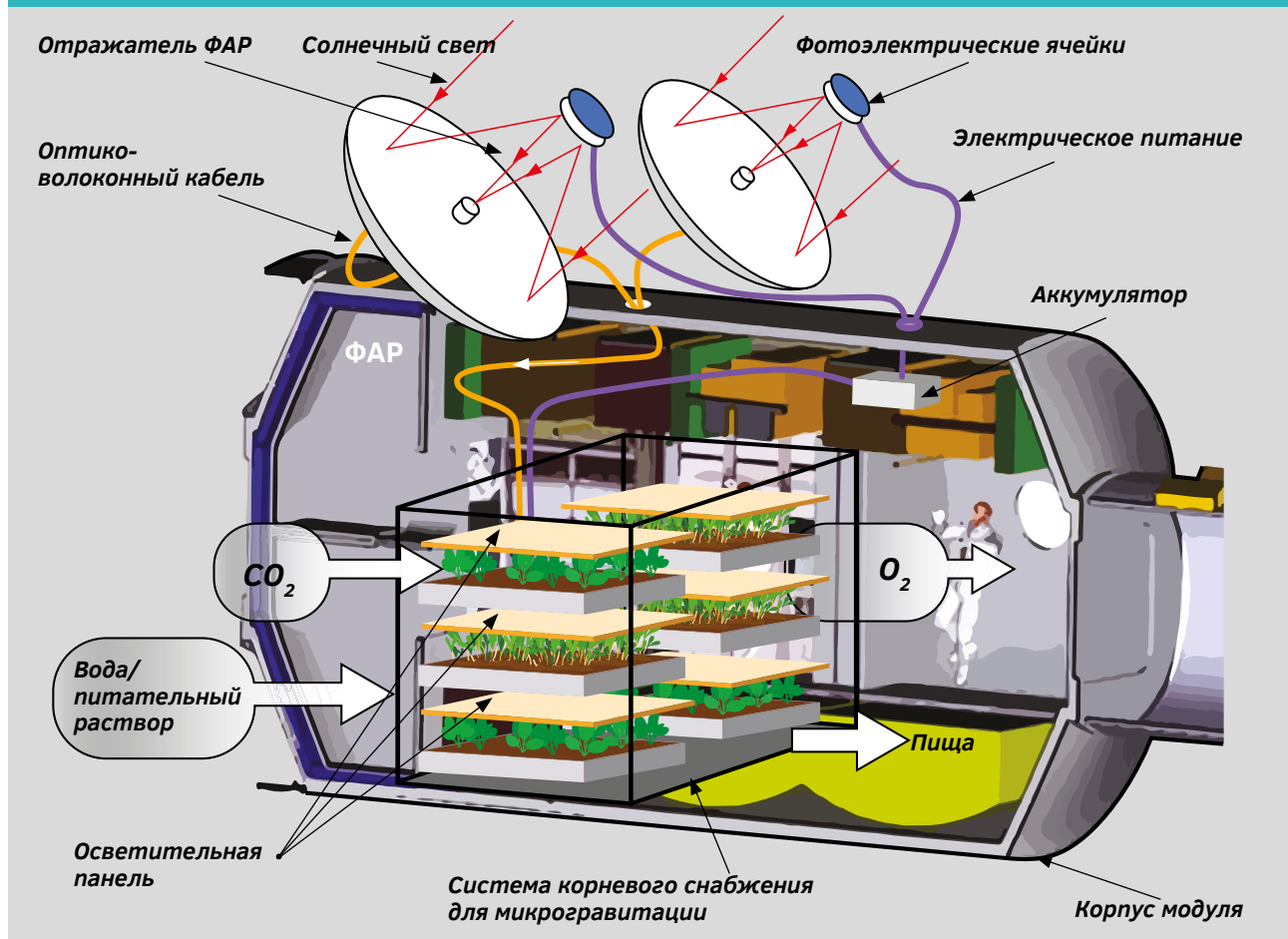
Эксперименты, связанные с перспективой развития БТ СЖО, продолжились на российском сегменте Международной космической станции (МКС) в оранжерее «Лада» с 2003 года (разработан совместно специалистами РФ и США). В их рамках были изучены биохимические и морфологические показатели ряда высших растений, стадийность их роста, способы культивации и др. [6, 7, 8].

Было выявлено, что рост, развитие и метаболизм растений в условиях космического полета не отличаются от таковых в наземных контрольных экспериментах [9–12, 15].

Эксперименты, проведенные в рамках работы В. Н. Сычева, М. А. Левинских, И. Г. Подольского, О. М. Стругова, С. А. Гостимского, Т. Е. Саматадзе, А. В. Зеленина, М. Сугимото, Е. Шагмарданова, О. А. Гусева, Н. Д. Новиковой, Л. Н. Мухамедиевой, Г. Е. Бингхем по исследованиям свойств семян растений при развитии в условиях космического полета по плану «от семени до семени», показали, что факторы космического полета не внесли изменений в морфологические и физиологические характеристики полученных семян и выращенных из них растений [10, 16, 21]. Многими авторами отмечалось, что космическое излучение, состав атмосферы орбитальной станции и другие факторы космического полета при длительном воздействии могут вызывать изменения в геноме растений [13, 15, 17].

Российскими учеными были проведены исследования по выявлению генетических последствий при выращивании растений в ряду поколений на борту российского сегмента (РС) МКС. В кос-

Рис. 3. Оранжерейный модуль



мической оранжерее «Лада» было проведено пять экспериментов по культивированию генетически маркированных растений карликового гороха.

Было показано, что у растений, прошедших четыре полных цикла развития в условиях космического полета, не выявлен генетический полиморфизм, что позволяет говорить об отсутствии влияния факторов космического полета на генетический аппарат растений в первом — четвертом «космических» поколениях [11, 18, 19].

Успешные бортовые эксперименты с высшими растениями свидетельствуют о том, что первым шагом введения в СЖО биологических

систем должны стать оранжереи, обеспечивающие биологическую добавку к пище (витаминный компонент, пищевые волокна). Однако, как справедливо отмечено в работе [3], ни одна из побывавших в космосе экспериментальных оранжерей не способна обеспечить экипажи ПКА необходимым количеством биопродуктов из-за низкой производительности. Выходом из положения могут стать только производственные специализированные оранжерейные модули — функциональные бортовые или напланетные комплексы с высокой производительностью, автоматизацией процессов культивирования растений и разнообразным их составом (рис. 3).

Исследования Луны с помощью автоматических аппаратов показали, что в ее недрах имеется достаточно ресурсов для обеспечения функционирования физико-химических СЖО [22]. Поэтому задача создания высокозамкнутых БТ СЖО для обеспечения жизнедеятельности космонавтов лунных баз (ЛБ) уходит на второй план. Однако использование в ЛБ отдельных

Первым шагом введения в системы жизнеобеспечения космонавтов биологических компонентов должны стать оранжереи.

биологических звеньев будет, видимо, вполне обоснованным.

Возможности использования природных ресурсов на Марсе для жизнеобеспечения космонавтов пока не столь очевидны, как для Луны [23], учитывая, что на их добычу и создание технологий использования уйдет достаточно много времени. Кроме того, Луна значительно ближе к Земле, чем Марс, и возможность относительно быстрой доставки на нее при необходимости каких-то элементов СЖО все-таки имеется. Можно предполагать, что на Марсе без БТ СЖО обойтись будет невозможно.

Несмотря на то, что время освоения Луны и Марса в режиме систематических кратковременных полетов на них еще не наступило, интерес к их колонизации не ослабевает, с каждым годом появляется все больше и больше исследовательских проектов. Предполагаемая колонизация планет

подразумевает создание на них больших поселений с биологически полноценной средой обитания в герметичных жилых и служебных помещениях. В перспективе такая полноценная среда будет включать автотрофные и гетеротрофные комплексы БТ СЖО, а также подсистемы биологической минерализации отходов.

ВЫВОДЫ:

1. БТ СЖО экипажей ПКА за 125-летний путь своего развития прошли несколько последовательных этапов. К концу первой четверти XXI века учеными и конструкторами наибольшие успехи достигнуты в создании автотрофного звена БТ СЖО. В отношении гетеротрофных подсистем БТ СЖО к настоящему времени не получено результатов, позволяющих надеяться на их применение в обозримой перспективе на ПКА.

2. Комплексы обеспечения жизнедеятельности космонавтов в длительных экспедициях за пределами земных орбит до 2040 года, в том числе на Луне и Марсе, будут строиться на принципах оптимального сочетания физико-химических и биологических звеньев. Создание производственных бортовых оранжерейных комплексов (модулей) возможно уже в настоящее время.

Специализированные бортовые или напланетные оранжерейные модули смогут обеспечить экипажи необходимым количеством биопродуктов.

Рис. 4. Оранжерейный комплекс на Марсе



Литература

1. **Циолковский К.Э.** Грезы о Земле и небе и эффекты всемирного тяготения. М., 1895. 56 с.
2. **Григорьев А.И., Сычев В.Н.** Системы жизнеобеспечения космонавтов на основе биосферных механизмов // Вестник РАН. 2004. Т. 74. № 8. С. 675 – 689.
3. **Беркович Ю.А. и др.** Космические оранжереи: настоящее и будущее. М., 2005. 367 с.
4. **Лисовский Г.М., Гительзон И.И., Терсков И.А.** Автотрофные организмы как компоненты замкнутых экологических систем // Проблемы создания замкнутых экологических систем. М., 1967. 44 с.
5. **Беркович Ю.А., Смолянина С.О., Железняков А.Г., Гузенберг А.С.** К вопросу о компоновке космической оранжереи для пилотируемых космических кораблей // Пилотируемые полеты в космос. 2018. № 4. С. 53 – 66.
6. **Беркович Ю.А., Кривобок Н.М., Смолянина С.О., Урохин А.Н.** Космические оранжереи: настоящее и будущее. М.: Слово, 2005. 367 с.
7. **Беркович Ю.А.** Разработка оранжерей для космических систем жизнеобеспечения // Космическая биология и медицина: сборник научных статей / под ред. А.И.Григорьева, И.Б.Ушакова. Воронеж: Научная книга, 2013. С. 599 – 610.
8. **Сычев В.Н., Левинских М.А., Гурьева Т.С., Подольский И.Г., Мелешко Г.И., Шепелев Е.Я., Дадашева О.А.** Исследования замкнутых экологических систем жизнеобеспечения // Орбитальная станция «Мир». Космическая биология и медицина. Т. 2. Медико-биологические эксперименты. М.: ГНЦ РФ ИМБП РАН, 2002. С. 306 – 365.
9. **Левинских М.А., Сычев В.Н., Дерендяева Т.А. и др.** Выращивание пшеницы «от семени до семени» в условиях космического полета // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2000. Т. 34. № 4. С. 37 – 43.
10. **Сычев В.Н., Левинских М.А., Гурьева Т.С., Подольский И.Г., Мелешко Г.И., Шепелев Е.Я., Дадашева О.А.** Исследования замкнутых экологических систем жизнеобеспечения // Орбитальная станция «Мир». Космическая биология и медицина. Т. 2. Медико-биологические эксперименты. М.: ГНЦ РФ ИМБП РАН, 2002. С. 306 – 365.
11. **Souza K.A., Ilyin E.A., Sychev V.N., Jahns G.C.** Biological Research in Space // Space biology and medicine. Vol. 5. Reston, Virginia, 2009. Pp. 1 – 43.
12. **Sychev V.N., Shepelev E.Ya., Meleshko G.I., Gurieva T.S., Levinskikh M.A., Podolsky I.G., Dadasheva O.A., Popov V.V.** Biological life support systems: investigation aboard orbital complex Mir // Folia Veterinaria. 2001. Vol. 45. No. 1. Supplementum, pp. 60 – 65.
13. **Левинских М.А., Сычев В.Н., Сигналова О.Б. и др.** Рост и развитие растений в ряду поколений в условиях космического полета в эксперименте «Оранжерея-3» // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2001. Т. 35. № 3. С. 43 – 48.
14. **Левинских М.А., Сычев В.Н., Дерендяева Т.А. и др.** Рост и развитие растений в ряду поколений в условиях космического полета в эксперименте «Оранжерея-5» // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2001. Т. 35. № 4. С. 45 – 50.
15. **Меркис А.И., Лауринавичус Р.С.** Полный цикл индивидуального развития растений арабидопсиса на борту орбитальной станции «Салют-7» // Доклады АН СССР. 1983. Т. 271. № 2. С. 509 – 512.
16. **Левинских М.А., Сычев В.Н., Сигналова О.Б., Дерендяева Т.А., Нефедова Е.Л., Масгрейв М.Е., Кэмпбелл У.Ф., Конлин Д., Бингхейм Г.Е.** Некоторые характеристики сформировавшихся в условиях микрогравитации семян растений // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2002. Т. 36. № 6. С. 32 – 35.
17. **Ваулина Э.Н.** Исследование мутагенных факторов космического полета / Мутагенез при действии физических факторов / под ред. Н. П. Дубинина. М.: Наука, 1980. 211 с.
18. **Сычев В.Н., Левинских М.А., Подольский И.Г., Новикова Н.Д., Гостимский С.А., Алексеев В.А., Бингхем Г.** Основные результаты экспериментов по изучению высших растений и покоящихся форм организмов на борту российского сегмента Международной космической станции // Космонавтика и ракетостроение. 2007. № 4. С. 54 – 64.
19. **Sychev Vladimir N., Levinskikh Margarita A., Gostimsky Sergey A. et al.** Spaceflight effects on consecutive generations of peas grown onboard the Russian segment of the International Space Station // Acta Astronautica. 2007. № 60. Pp. 426 – 432.
20. **Bowman N.J.** The food and atmosphere control problems in space vessels. Part 2. The use of algae for food and atmosphere control // Journal British Interplanetary Society. 1953. Vol. 12. № 4. Pp. 159 – 167.
21. **Levinskikh M.A., Sychev V.N., Derendyaeva T.A., Signalova O.B., Salisbury F.B., Campbell W.F., Bingham G.E., Bubenheim D.L., Jahns G.** Analysis of The Spaceflight Effects on Growth And Development of Super Dwarf Wheat Grown on the Space Station "Mir" // Journal of Plant Physiology. 2000. Vol. 156. Pp. 522 – 529.
22. **Bingham G.E., Topham T.S., Taylor A., Podolsky I.G., Levinskikh M.A., Sytchev V.N.** Lada: ISS Plant growth technology checkout. SAE Technical Paper 2003-01-2613, 2003, <https://doi.org/10.4271/2003-01-2613>
23. **Тихомиров А.А., Ушакова С.А.** Научные и технологические основы формирования фототрофного звена биолого-технических систем жизнеобеспечения: учебное пособие. Красноярск: Сибирский государственный аэрокосмический университет, 2016. 200 с.
24. Ученые выяснили, сколько человек сможет прожить на Марсе и Меркурии [Электронный ресурс] // SLOVAR.SLOV.RU, 2020. URL: <https://slovarslov.ru/uchnye-vyyasnili-skolko-chelovek-smozhet-prozhit-na-marse-i-merkuri.html> (Дата обращения: 11.08.2020).

References

1. **Tsiolkovskiy K.E.** Grezy o Zemle i nebe i efekty vsemirnogo tyagoteniya. Moscow, 1895. 56 p.
2. **Grigor'ev A.I., Sychev V.N.** Sistemy zhizneobespecheniya kosmonavtov na osnove biosfernykh mekhanizmov. Vestnik RAN, 2004, vol. 74, no. 8, pp. 675 – 689.
3. **Berkovich Yu.A. et al.** Kosmicheskie oranzherei: nastoyashchee i budushchee. Moscow, 2005. 367 p.
4. **Lisovskiy G.M., Gitel'zon I.I., Terskov I.A.** Avtotrofnye organizmy kak komponenty zamknutykh ekologicheskikh system. Problemy sozdaniya zamknutykh ekologicheskikh system. Moscow, 1967. 44 p.
5. **Berkovich Yu.A., Smolyanina S.O., Zheleznyakov A.G., Guzenberg A.S.** K voprosu o komponovke kosmicheskoy oranzherei dlya pilotiruemykh kosmicheskikh korabley. Pilotiruemye polety v kosmos, 2018, no. 4, pp. 53 – 66.
6. **Berkovich Yu.A., Krivobok N.M., Smolyanina S.O., Urokhin A.N.** Kosmicheskie oranzherei: nastoyashchee i budushchee. Moscow, Slovo, 2005. 367 p.
7. **Berkovich Yu.A.** Razrabotka oranzherey dlya kosmicheskikh sistem zhizneobespecheniya. Kosmicheskaya biologiya i meditsina: sbornik nauchnykh statey. Eds. A.I.Grigor'ev, I.B.Ushakov. Voronezh, Nauchnaya kniga, 2013, pp. 599 – 610.
8. **Sychev V.N., Levinskikh M.A., Gur'eva T.S., Podol'skiy I.G., Meleshko G.I., Shepelev E.Ya., Dadasheva O.A.** Issledovaniya zamknutykh ekologicheskikh sistem zhizneobespecheniya. Orbital'naya stantsiya "Mir". Kosmicheskaya biologiya i meditsina, vol. 2, Mediko-biologicheskie eksperimenty. Moscow, GNTs RF IMBP RAN, 2002, pp. 306 – 365.
9. **Levinskikh M.A., Sychev V.N., Derendyaeva T.A et al.** Vyrashchivanie pshenitsy "ot semeni do semeni" v usloviyakh kosmicheskogo poleta. Aviakosmicheskaya i ekologicheskaya meditsina, 2000, vol. 34, no. 4, pp 37 – 43.
10. **Sychev V.N., Levinskikh M.A., Gur'eva T.S., Podol'skiy I.G., Meleshko G.I., Shepelev E.Ya., Dadasheva O.A.** Issledovaniya zamknutykh ekologicheskikh sistem zhizneobespecheniya. Orbital'naya stantsiya "Mir". Kosmicheskaya biologiya i meditsina. T. 2. Mediko-biologicheskie eksperimenty. Moscow, GNTs RF IMBP RAN, 2002, pp. 306 – 365.
11. **Souza K.A., Ilyin E.A., Sychev V.N., Jahns G.C.** Biological Research in Space. Space biology and medicine. Vol. 5. Reston, Virginia, 2009. Pp. 1 – 43.
12. **Sychev V.N., Shepelev E.Ya., Meleshko G.I., Gurieva T.S., Levinskikh M.A., Podolsky I.G., Dadasheva O.A., Popov V.V.** Biological life support systems: investigation aboard orbital complex "Mir". Folia Veterinaria, 2001, vol. 45, no. 1, Supplementum, pp. 60 – 65.
13. **Levinskikh M.A., Sychev V.N., Signalova O.B. et al.** Rost i razvitie rasteniy v ryadu pokoleniy v usloviyakh kosmicheskogo poleta v eksperimente "Oranzhereya-3". Aviakosmicheskaya i ekologicheskaya meditsina, 2001, vol. 35, no. 3, pp. 43 – 48.
14. **Levinskikh M.A., Sychev V.N., Derendyaeva T.A. et al.** Rost i razvitie rasteniy v ryadu pokoleniy v usloviyakh kosmicheskogo poleta v eksperimente "Oranzhereya-5". Aviakosmicheskaya i ekologicheskaya meditsina, 2001, vol. 35, no. 4, pp.45 – 50.
15. **Merkis A.I., Laurinavichus R.S.** Polnyy tsikl individual'nogo razvitiya rasteniy arabidopsisa na bortu orbital'noy stantsii "Salyut-7". Doklady AN SSSR, 1983, vol. 271, no. 2, pp. 509 – 512.
16. **Levinskikh M.A., Sychev V.N., Signalova O.B., Derendyaeva T.A., Nefedova E.L., Masgreyv M.E., Kempbell U.F., Konlin D., Bingkhem G.E.** Nekotorye kharakteristiki sformirovavshikhsya v usloviyakh mikrogravitatsii semyan rasteniy. Aviakosmicheskaya i ekologicheskaya meditsina, 2002, vol. 36, no. 6, pp. 32 – 35.
17. **Vaulina E.N.** Issledovanie mutagennykh faktorov kosmicheskogo poleta. Mutageny pri deystvii fizicheskikh faktorov. Ed. N. P. Dubinin. Moscow, Nauka, 1980. 211 p.
18. **Sychev V.N., Levinskikh M.A., Podol'skiy I.G., Novikova N.D., Gostimskiy S.A., Alekseev V.A., Bingkhem G.** Osnovnye rezul'taty eksperimentov po izucheniyu vysshikh rasteniy i pokoyashchikhsya form organizmov na bortu rossiyskogo segmenta Mezhdunarodnoy kosmicheskoy stantsii. Kosmonavtika i raketostroenie, 2007, no. 4, pp. 54 – 64.
19. **Sychev Vladimir N., Levinskikh Margarita A., Gostimsky Sergey A. et al.** Spaceflight effects on consecutive generations of peas grown onboard the Russian segment of the International Space Station. Acta Astronautica, 2007, no. 60, pp. 426 – 432.
20. **Bowman N.J.** The food and atmosphere control problems in space vessels. Part 2. The use of algae for food and atmosphere control. Journal British Interplanetary Society, 1953, vol. 12, no. 4, pp. 159 – 167.
21. **Levinskikh M.A., Sychev V.N., Derendyaeva T.A., Signalova O.B., Salisbury F.B., Campbell W.F., Bingham G.E., Bubenheim D.L., Jahns G.** Analysis of The Spaceflight Effects on Growth And Development of Super Dwarf Wheat Grown on the Space Station "Mir". Journal of Plant Physiology, 2000, vol. 156, pp. 522 – 529.
22. **Bingham G.E., Topham T.S., Taylor A., Podolsky I.G., Levinskikh M.A., Sytchev V.N.** Lada: ISS Plant growth technology checkout. SAE Technical Paper 2003-01-2613, 2003, <https://doi.org/10.4271/2003-01-2613>
23. **Tikhomirov A.A., Ushakova S.A.** Nauchnye i tekhnologicheskie osnovy formirovaniya fototrofnogo zvena biologo-tekhnicheskikh sistem zhizneobespecheniya. Krasnoyarsk, Sibirskiy gosudarstvennyy aerokosmicheskii universitet, 2016. 200 p.
24. Uchenye vyyasnili, skol'ko chelovek smozhet prozhit' na Marse i Merkurii. SLOVAR.SLOV.RU, 2020. Available at: <https://slovarslov.ru/uch-nye-vyyasnili-skolko-chelovek-smozhet-prozhit-na-marse-i-merkurii.html> (Retrieval date: 11.08.2020).

© Крючков Б.И., Усов В.М., Попова Е.В., 2020

История статьи:

Поступила в редакцию: 21.06.2020
Принята к публикации: 30.07.2020

Модератор: Плетнер К.В.

Конфликт интересов: отсутствует

Для цитирования:

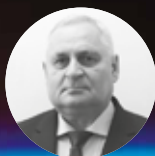
Крючков Б.И., Усов В.М., Попова Е.В. Биотехнические системы жизнеобеспечения для экипажей пилотируемых космических комплексов // Воздушно-космическая сфера. 2020. № 3. С. 82 – 89.

Kirill A. ZANIN,
Dr. Sci. (Tech.), Leading Researcher,
Lavochkin Association, Moscow, Russia, Россия,
pc4a@laspace.ru;



Кирилл Анатольевич ЗАНИН,
доктор технических наук, ведущий научный сотрудник
АО «НПО Лавочкина», Москва, Россия,
pc4a@laspace.ru;

Nikolay N. KLIMENKO,
Cand. Sci. (Tech.), Deputy General Director,
Lavochkin Association, Moscow, Russia,
Klimenko@laspace.ru



Николай Николаевич КЛИМЕНКО,
кандидат технических наук, заместитель
генерального директора АО «НПО Лавочкина»,
Москва, Россия,
Klimenko@laspace.ru

Ivan V. MOSKATINEV,
Deputy General Designer for General Design,
Lavochkin Association, Moscow, Russia,
miv@laspace.ru



Иван Владимирович МОСКАТИНЬЕВ,
заместитель генерального конструктора по общему
проектированию АО «НПО Лавочкина»,
Москва, Россия,
miv@laspace.ru

ABSTRACT | The article presents a review of modern foreign Earth remote sensing imagery satellites with different-type electro-optical equipment. Their basic design solutions and upgrade trends as well as their application for non-commercial users are considered.

Keywords: Earth remote sensing space system, imagery satellite, quality indicators; electro-optical equipment; upgrade; resolution, governmental and military users, ICBM, SSBN

АННОТАЦИЯ | В статье приводится обзор современных зарубежных космических аппаратов дистанционного зондирования Земли, оснащенных разнотипной оптико-электронной аппаратурой. Рассмотрены их базовые проектные решения и пути их модернизации, а также их применение для некоммерческих пользователей.

Ключевые слова: космическая система дистанционного зондирования Земли (КС ДЗЗ), космический аппарат оптико-электронного наблюдения (КА ОЭН), показатели качества, оптико-электронная аппаратура, модернизация, разрешающая способность, государственные и военные пользователи, межконтинентальная баллистическая ракета (МБР), атомная подводная лодка с баллистическими ракетами (ПЛАРБ)



MODERN ERS IMAGERY SATELLITES

PART 2. PECULARITIES OF COMMERCIAL IMAGERY
SATELLITES APPLICATION FOR GOVERNMENTAL
AND MILITARY USERS

ЧАСТЬ 2. ОСОБЕННОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ
КОММЕРЧЕСКИХ КОСМИЧЕСКИХ
АППАРАТОВ ОПТИКО-ЭЛЕКТРОННОГО
НАБЛЮДЕНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧ В
ИНТЕРЕСАХ ГОСУДАРСТВЕННЫХ И ВОЕННЫХ
ПОТРЕБИТЕЛЕЙ

СОВРЕМЕННЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

События начала 1990-х годов в зоне Персидского залива положили начало новой космической эре: в США сформировалась концепция малых космических аппаратов (МКА), а под давлением промышленных кругов президентской директивой PDD-23 была установлена новая политика в области создания и применения космических средств наблюдения высокого разрешения. Принятые в этот период решения и нормативные документы требовали, чтобы американские компании проводили агрессивную политику на рынке материалов космической съемки при одновременном требовании защиты американских интересов в сфере безопасности и международного сотрудничества. Следствием этих решений и стала разработка и применение космических средств наблюдения нового поколения Ikonos, GeoEye, OrbView, WorldView, материалы съемки с которых с субметровым разрешением интенсивно использовались как государственными, так и неправительственными коммерческими потребителями. Произошло также зарождение новых операторов коммерческих КА. Основными потребителями коммерческих материалов космической съемки высокого разрешения стали американские военные структуры, учредившие для этого специальную программу ClearView, впоследствии пролонгированную в аналогичные программы NextView и EnhanceView. В интересах реализации этих программ единым поставщиком произошло слияние коммерческих космических операторов в компанию Digital Globe. По существу, создание космических средств наблюдения нового поколения осуществлялось на коммерческой основе, а их применение — по двойному назначению.

Для новой космической революции характерно создание орбитальных группировок из десятков и даже сотен недорогостоящих космических аппаратов с различной полезной нагрузкой.

В начале 2000-х годов принятие ряда решений (президентской директивы PDS-3, National Security Presidential Directive 27, National Security Space Strategy — 2011) привело к мощному всплеску деятельности новых космических фирм по созданию недорогостоящих инновационных космических аппаратов оптико-электронного наблюдения (КА ОЭН), привлекательных как для коммерческих, так и военных потребителей. Содержание этой деятельности, а также реализованные и планируемые к реализации проекты свидетельствуют

о возникновении принципиальной новой ситуации в области создания коммерческих космических средств наблюдения двойного назначения и формирования на их основе разнородных взаимодополняющих орбитальных группировок, которую определили как «новую космическую революцию». Для новой космической революции характерно создание орбитальных группировок из десятков и даже сотен недорогостоящих КА с различной полезной нагрузкой. Новые космические провайдеры устанавливают партнерские отношения с заинтересованными оборонными ведомствами (NGA — Национальное агентство геопространственной информации, NRO — Национальное управление военно-космической разведки, NSA — Национальное агентство безопасности, DIA — Разведывательное управление Министерства обороны, SOF — Силы специальных операций). Для стимулирования и координации стартапных проектов создан специальный орган DIUx (Defense Innovation Unit Experimental), обеспечивающий взаимодействие с наиболее продвинутыми новыми космическими компаниями Planet Labs, Terra Bella (панее — Skybox), BlackSky Global, XpressSAR, Iceye, Urthecast, HawkEye 360 и др. [1]. Несмотря на то, что главным поставщиком коммерческих снимков высокого разрешения для NGA в рамках программы EnhanceView остается компания Digital Globe, идет процесс заключения соглашений и пробных контрактов со стартапными компаниями. При этом компания Digital Globe стремится защитить свои лидирующие позиции по отношению к новым космическим провайдерам, предлагающим более высокую периодичность наблюдения. В результате количество коммерческих КА ОЭН с высоким разрешением неуклонно растет, что обеспечивает практически непрерывное глобальное наблюдение за основными районами и объектами, представляющими оперативный интерес как для коммерческих, так и для государственных, в том числе оборонных структур. Это обусловило интенсивное привлечение коммерческих КА ОЭН для мониторинга объектов ракетно-ядерного потенциала таких стран, как КНР, РФ, Иран, КНДР, Пакистан как в рамках контроля режима нераспространения ядерного оружия и ядерных технологий, так и для решения задач слежения за перевооружением и наращиванием ракетно-ядерного потенциала. Коммерческие КА ОЭН привлекаются также для контроля прединспекционных мероприятий на американских объектах ракетно-ядерного потенциала и объектах хранения ядерных боеприпасов на территории их европейских союзников. Со времени военных действий в зоне Персидского залива и в Югославии в 1990-е годы коммерческие КА ОЭН активно привлекаются для контроля результатов применения оружия, и в первую

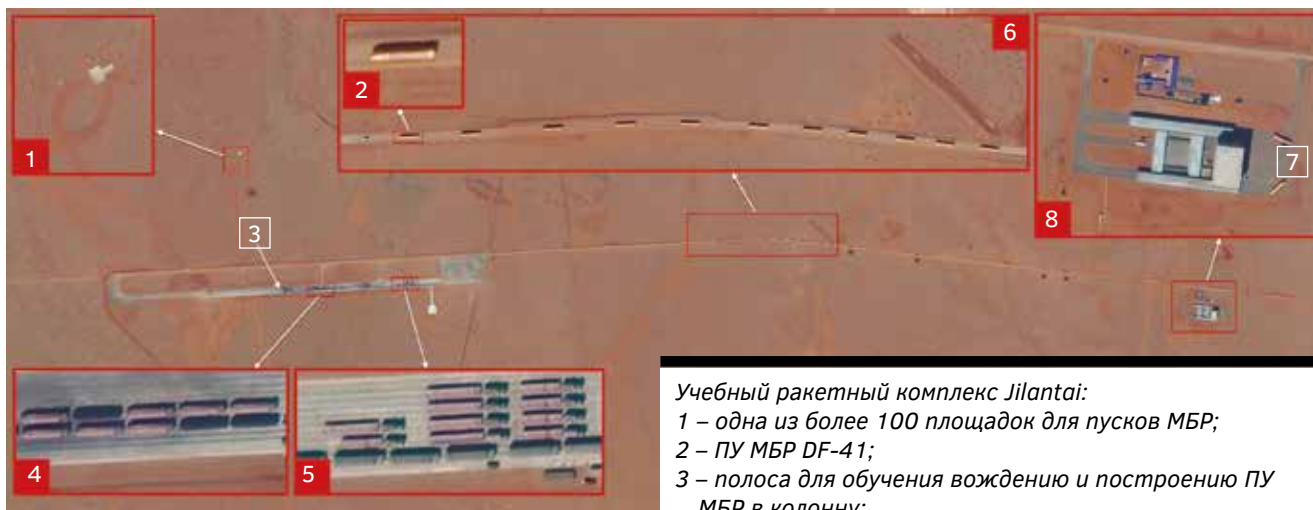


РИС. 1.

Проведение тренировок ПУ МБР на учебном ракетном комплексе НОАК Jilantai, провинция Внутренняя Монголия

Учебный ракетный комплекс Jilantai:

1 – одна из более 100 площадок для пусков МБР;

2 – ПУ МБР DF-41;

3 – полоса для обучения вождению и построению ПУ МБР в колонну;

4 – ПУ МБР DF-26;

5 – транспортные контейнеры для МБР DF-5B (вверху) и ПУ МБР DF-31AG

РИС. 2.

Учебный ракетный комплекс Jilantai.

База снабжения:

1 – ПУ МБР DF-16 без брезентового покрытия;

2 – Палатки для личного состава и вспомогательные транспортные средства под камуфляжем, аналогичным применяемым в полевых условиях;

3 – ПУ МБР DF-21 под загрузкой, 3a — взведенный ракетный контейнер;

4 – ПУ МБР DF-21C и DF-26;

5 – ПУ МБР DF-21C, 5a — брезентовое покрытие

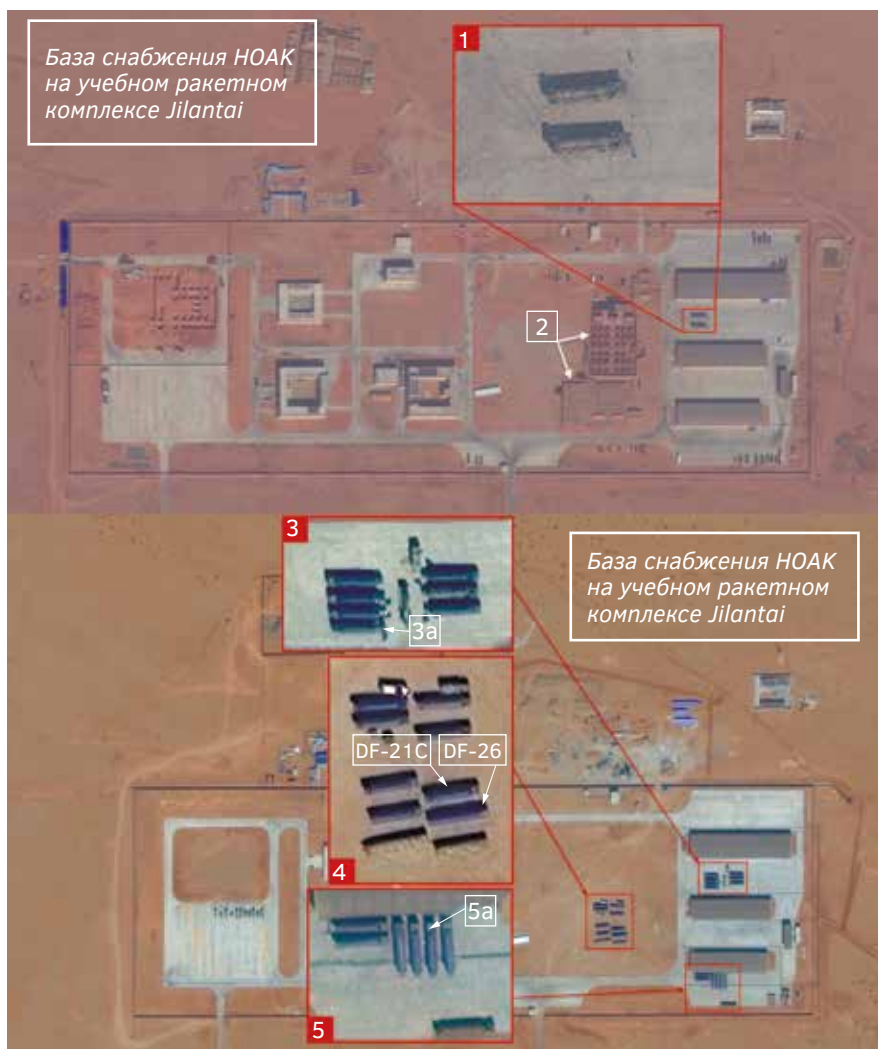




РИС.
3.

Сравнение ШПУ МБР DF-41 в Jilantai (слева), ШПУ МБР DF-5 в в Wuzhai

очередь высокоточного. При этом привлечение коммерческих КА ОЭН для решения отмеченных задач хорошо согласуется с публичным характером коммерческой космической информации при предоставлении ее союзникам, международным организациям и средствам массовой информации.

Значительный ресурс коммерческих КА ОЭН задействуется для слежения за процессами создания, испытания и перевооружения в области ракетно-ядерных средств в КНР. Так, например, на регулярной основе осуществляется космическая съемка испытательного центра ракетной техники Jilantai, который используется для финальной отработки новых межконтинентальных баллистических ракет (МБР) и крылатых ракет большой дальности (КРБД) типа DF-41, DF-26, DF-21 с твердотопливными двигательными установками перед их постановкой на боевое дежурство в ракетные бригады на замену МБР с жидкостными ракетными двигателями типа МБР DF-5A/B.

МБР DF-41 отрабатывается как в мобильном, так и в шахтном вариантах. Первые пусковые установки (ПУ) МБР DF-41 в мобильном исполнении отмечены на космическом снимке испытательного центра Jilantai (рис. 1 и 2) [2, 3]. На этих же снимках отмечены и ПУ МБР DF-26 и DF-21. В испытательном центре Jilantai установлено также

строительство шахтной установки нового типа, предположительно, для МБР DF-41. Вид шахтной пусковой установки (ШПУ) существенно отличается от ШПУ МБР DF-5A/B, расположенных в горах. Для сравнения на рис. 3 [4] приведены космические снимки этих ШПУ.

Коммерческие КА ОЭН привлекаются для слежения за постановкой на боевое дежурство высокоточных ракетных комплексов (РК) DF-26 как в ядерном, так и в обычном снаряжении, а также атомных подводных лодок с баллистическими ракетами (ПЛАРБ) класса Jin (проекты 094 и 096). На космическом снимке (рис. 4) [5] зафиксированы ракетные комплексы DF-26 в составе 646-й ракетной бригады в Korla, Xinjiang. На космическом снимке на рис. 5 [6] установлено строительство ПЛАРБ проекта 094 на верфи Huludao. Первые ПЛАРБ этого класса отмечены на космических снимках военно-морской базы (ВМБ) Xiaopingdao, Dalian (рис. 6) [7], Longbo, Hainan (рис. 7) [8].

Коммерческими КА ОЭН ведется регулярный мониторинг иранских ядерных объектов в районе Тегерана, Исфахана, Кум, Натанза, Арака, Парчина и других объектов. Так, средствами космического наблюдения была выявлена необычная активность на подземном ядерном объекте Fordov (Кум) (рис. 8 и 9) [9] после двухлетней непосещаемости объекта.



Рис. 4. ПУ МБР DF-26 на ракетной базе Korla, Xinjiang

Рис. 5. Верфь в Huludao:
1 – секции корпусов ПЛАРБ;
2 – ПЛАРБ класса JIN (проект 094);
3 – ракетные шахты в открытом состоянии



Рис. 6. ПЛАРБ класса JIN в ВМБ Хяопингдао, Dalian





Рис.
7.

БМБ Longbo

Коммерческие КА ОЭН также используются для прединспекционного и иного контроля американских ШПУ МБР, мест хранения ядерных боеприпасов на заморских авиабазах, ПЛАРБ в местах базирования и обслуживания, а также объектов противоракетной обороны (ПРО) и противокосмической обороны (ПКО). Например, на *рис. 10* приведен космический снимок ШПУ МБР Minetmen-3 на авиабазе Wyoming [10], а на *рис. 11* — космический снимок ПЛАРБ класса Ohio на верфи Bremerton (Bangor) [11]. На *рис. 12–14* приведены космические снимки ШПУ противоракет в Fort Greely на Аляске [12], радиолокационный пост (РЛП) ПРО AN/FPS-123 Pave Paws на авиабазе Bale [13], а также зенитно-ракетный комплекс (ЗРК) Patriot на объекте их постоянной

дислокации в Fort Hood [14]. Периодичность наблюдения объединенной орбитальной группировки коммерческих КА ОЭН достаточна для того, чтобы зафиксировать разрушение в результате печально известного теракта башен-близнецов в Нью-Йорке в сентябре 2001 года (*рис. 15*).

Без внимания не остаются мероприятия по развертыванию российских комплексов ПВО С-300 и С-400 на территории ряда зарубежных государств. Так, на космическом снимке на *рис. 16* запечатлены российские ЗРК в Турции в районе Анкары [15].

Как уже отмечалось выше, коммерческие КА ОЭН способны эффективно решать задачу контроля результатов нанесения ударов по назначенным объектам поражения в ходе локальных войн и вооруженных конфликтов. Наибольший общественные резонанс в последнее время вызывают результаты применения высокоточного оружия большой дальности в качестве меры принуждения или «возмездия» на Ближнем Востоке. На *рис. 17* приведен космический снимок сирийской военной базы Saflah после нанесения израильского удара по хранилищу боеприпасов [16]. На космическом снимке на *рис. 18* видны последствия нанесения удара крылатыми ракетами Tomahawk с американских эсминцев управляемым ракетным оружием (УРО) USS Ross

Количество коммерческих космических аппаратов оптико-электронного наблюдения с высоким разрешением неуклонно растет, и это обеспечивает практически непрерывное глобальное наблюдение за районами и объектами, представляющими оперативный интерес как для коммерческих, так и для государственных структур.



Рис. 8.

Подземный ядерный объект Fordov:

1 – входные ворота закрыты; 2 – входные ворота открыты; 3 – вход в туннель

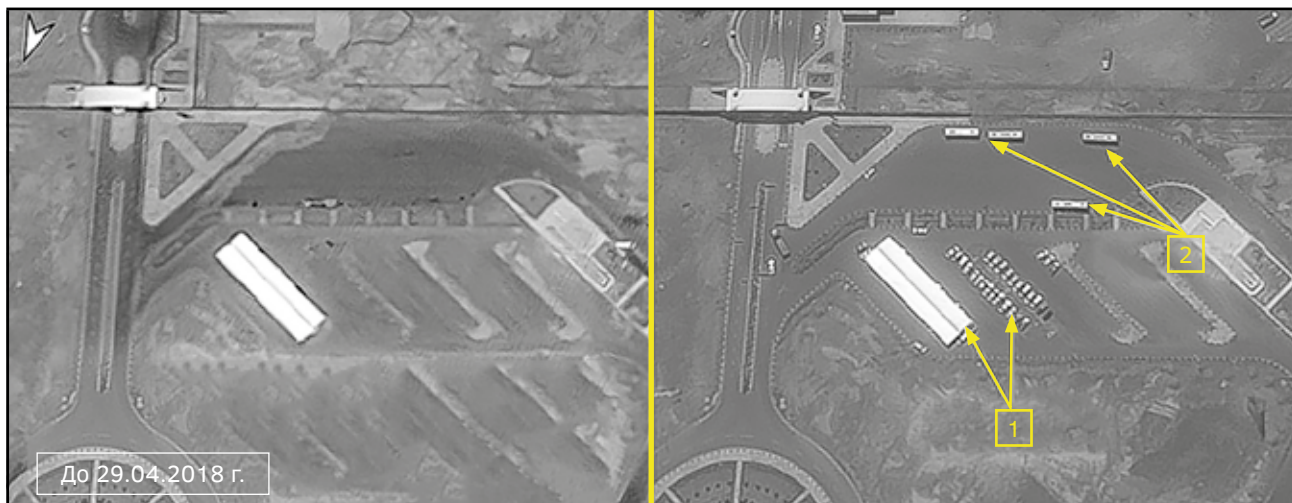


Рис. 9.

Подземный ядерный объект в Fordov:

1 – личный транспорт; 2 – четыре автобуса

Рис. 10.

ШПУ МБР Minetmen-3
на авиабазе Wyoming



Рис. 11.

ПЛАРБ класса Ohio
на верфи Bremerton, Bangor





Рис. 12.

ШПУ противоракет в Fort Greely на Аляске



Рис. 13.

РЛП ПРО AN/FPS-123 Pave Paws



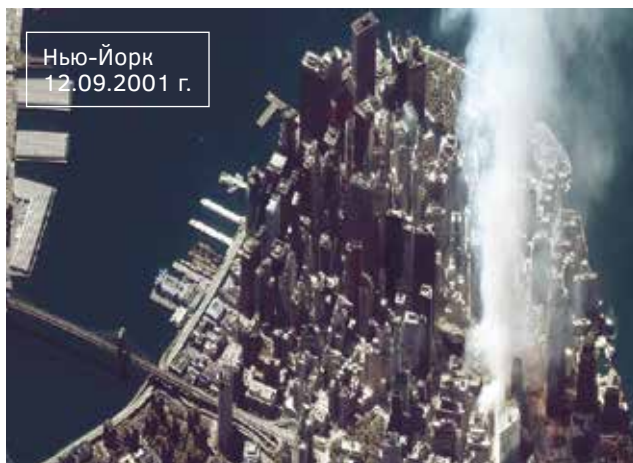
Рис. 14.

ЗРК Patriot в Fort Hood

(DDG 71) и USS Porter (DDG 78) класса Arleigh Burke по сирийской авиабазе Shayrat [17]. Результаты резонансного иранского ответного удара в январе 2020 года по американской авиабазе Ain Assad (Al Asad) на территории Ирака приведены на космическом снимке на рис. 19 [18].

Приведенные выше проекты в полной мере отвечают требованиям американской научно-технической стратегии в области космоса, сформулированной американским оборонным ведомством еще в 2015 году. Стратегия нацеливает на повышение эффективности применения космических средств наблюдения путем их взаимного наведе-

ния для получения мультипликативного результата. Дальнейшее развитие космических технологий, неизбежная интеграция создаваемых на коммерческой основе орбитальных недорогих МКА, развитие наземной инфраструктуры двойного применения могут привести к тому, что на смену космическим средствам с планово-периодическим наблюдением заданных районов придет мощная недорогостоящая глобальная космическая система двойного назначения, держащая под непрерывным контролем любой район земной поверхности с оперативным предоставлением информации пользователям.



Нью-Йорк
12.09.2001 г.

Рис.
15.

Нью-Йорк после террористического акта

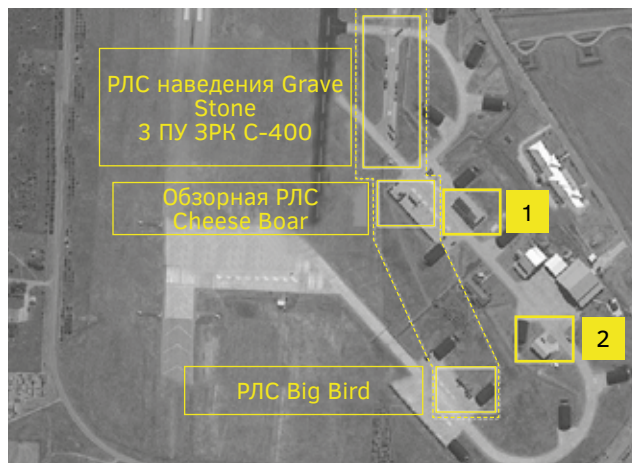
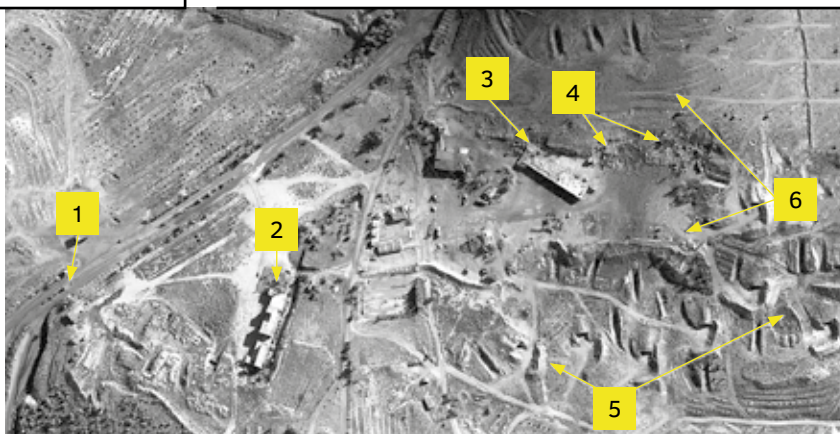


Рис.
16.

Авиабазы Murted Akinci, Анкара

Рис.
17.

Авиабазы Naqlat as Safras
после нанесения удара:
1 – главный вход и КПП;
2 – штаб;
3 – место погрузки/раз-
грузки;
4 – разрушенный склад;
5 – хранилища боеприпа-
сов, не разрушены;
6 – обломки



На смену космическим средствам с плано-периодическим наблюдением заданных районов может прийти мощная недорогостоящая глобальная космическая система двойного назначения, держащая под непрерывным контролем любой район земной поверхности с оперативным предоставлением информации пользователям.



Рис.
18.

Авиабазы Shayrat после
нанесения удара



Рис.
19.

Авиабазы Ain Assad после нанесения удара

Литература

1. **Клименко Н.Н.** Новая космическая революция, или Новые горизонты космических средств наблюдения в XXI веке // Воздушно-космическая сфера. 2017. № 4. С. 44 – 51.
2. **Hans M. Kristensen.** New Missile Silo And DF-41 Launchers Seen In Chinese Nuclear Missile Training Area. Eighteen DF-41 TELs were operating at PLARF's training site in April this year [Электронный ресурс] // Federation of American Scientists. 2019. September 03. URL: https://fas.org/wp-content/uploads/2019/09/Jilantai_DF_41_ed1.jpg (Дата обращения: 07.08.2020).
3. **Hans M. Kristensen.** New Missile Silo And DF-41 Launchers Seen In Chinese Nuclear Missile Training Area. Five types of ballistic missile can be seen operating in PLARF's training area near Jilantai [Электронный ресурс] // Federation of American Scientists. 2019. September 03. URL: https://fas.org/wp-content/uploads/2019/09/Jilantai_DF_5B_ed1.jpg (Дата обращения: 07.08.2020).
4. **Hans M. Kristensen.** New Missile Silo And DF-41 Launchers Seen In Chinese Nuclear Missile Training Area. China's new missile silo resembles Russian ICBM silos [Электронный ресурс] // Federation of American Scientists. 2019. September 03. URL: https://fas.org/wp-content/uploads/2019/09/China_silos.jpg (Дата обращения: 07.08.2020).
5. **Hans M. Kristensen.** China's New DF-26 Missile Shows Up At Base In Eastern China. DF-26 launchers at Korla missile base [Электронный ресурс] // Federation of American Scientists. 2020. January 21. URL: https://fas.org/wp-content/uploads/2020/01/DF-26_Korla082319Max.jpg (Дата обращения: 07.08.2020).
6. **Hans M. Kristensen.** China SSBN Fleet Getting Ready – But For What? In this composite image from October 11 and 25, 2013, a completed Jin-class SSBN can be seen in dry dock and what appear to be hull sections for another submarine awaiting assembly [Электронный ресурс] // Federation of American Scientists. 2014. April 25. URL: <https://fas.org/wp-content/uploads/sites/4/huludao-txt.jpg> (Дата обращения: 07.08.2020).
7. **Hans M. Kristensen.** China SSBN Fleet Getting Ready – But For What? Xiaopingdao Submarine Base [Электронный ресурс] // Federation of American Scientists. 2014. April 25. URL: https://fas.org/wp-content/uploads/sites/4/Xiaopingdao_txt.jpg (Дата обращения: 07.08.2020).
8. **Hans M. Kristensen.** New FAS Nuclear Notebook: Chinese Nuclear Forces, 2016. 3 Jin-class SSBNs at Longpo Submarine Base on Hainan Island [Электронный ресурс] // Federation of American Scientists. 2016. July 01. URL: https://fas.org/wp-content/uploads/2016/07/China_longbo_3ssbn.jpg (Дата обращения: 07.08.2020).
9. Satellite images show unusual activity at Iran nuclear site [Электронный ресурс] // YNet News.com. URL: <https://ynetnews.com/articles/0,7340,L-5250244,00html> (Дата обращения: 07.08.2020).
10. **Сергей Линник.** Американские стратегические ядерные силы и объекты ПРО на спутниковых снимках Google Earth. Пусковой комплекс «Минетмэн-3» 319-й ракетной эскадрильи в штате Вайоминг [Электронный ресурс] // Военное обозрение. 2014. 14 февраля. URL: https://topwar.ru/uploads/posts/2014-02/1392292142_ssha-minetmen-3-wyoming.jpg (Дата обращения: 07.08.2020).
11. **Hans M. Kristensen.** Despite Obfuscations, New START Data Shows Continued Value Of Treaty. US SSBN in drydock [Электронный ресурс] // Federation of American Scientists. 2019. April 10. URL: https://fas.org/wp-content/uploads/2019/04/ssbn_bangor071014.jpg (Дата обращения: 07.08.2020).
12. **Сергей Линник.** Американские стратегические ядерные силы и объекты ПРО на спутниковых снимках Google Earth. Шахты противоракет в Форт-Грили, Аляска, США [Электронный ресурс] // Военное обозрение. 2014. 14 февраля. URL: http://topwar.ru/uploads/posts/2014-02/1392292924_ssha-alyaska-shahty-pro-fort-grili.jpg (Дата обращения: 07.08.2020).
13. **Сергей Линник.** Американские стратегические ядерные силы и объекты ПРО на спутниковых снимках Google Earth. РЛС системы ПРО AN FPS-123 Pave PAWS на авиабазе Бейл, США [Электронный ресурс] // Военное обозрение. 2014. 14 февраля. URL: http://topwar.ru/uploads/posts/2014-02/1392293127_ssha-aviabaza-aviabaze-beyl-rls-an-fps-123-pave-paws.jpg (Дата обращения: 07.08.2020).
14. **Сергей Линник.** Американские стратегические ядерные силы и объекты ПРО на спутниковых снимках Google Earth. ЗРК «Пэтриот» в Форт-Худ [Электронный ресурс] // Военное обозрение. 2014. 14 февраля. URL: http://topwar.ru/uploads/posts/2014-02/1392292810_ssha-fort-hud-zrk-patriot.jpg (Дата обращения: 07.08.2020).
15. **Леонид Спатакай.** Турецкий кингчесс [Электронный ресурс] // Яндекс.Дзен. 2019. 21 ноября. URL: <https://zen.yandex.ru/media/spatkai/tureckii-kingchess-5dd641e31468c71cb2f9c24b> (Дата обращения: 07.08.2020).
16. Военная база Safrah после удара по хранилищу боеприпасов [Электронный ресурс]. URL: https://csis-prod.s3.amazonaws.com/s3fs-public/satellite_marks_0z_1.jpg (Дата обращения: 07.08.2020).
17. **Jenkins A.** The Pentagon Released Satellite Photos of the U.S. Airstrikes on Syria [Электронный ресурс] // Time. 2017. April 7. URL: <https://time.com/4731467/syria-airstrikes-photos/> (Дата обращения: 07.08.2020).
18. Satellite Images Show Impact Of Iranian Missile Strike On US Military Base In Iraq [Электронный ресурс] // Southfront.org. 2020. January 08. URL: <https://southfront.org/wp-content/uploads/2020/01/1-64.jpg> (Дата обращения: 07.08.2020).

References

1. **Klimenko N.N.** Novaya kosmicheskaya revolyutsiya, ili Novye gorizonty kosmicheskikh sredstv nablyudeniya v XXI veke. Vozdushno-kosmicheskaya sfera, 2017, no. 4, pp. 44 – 51.
2. **Hans M. Kristensen.** New Missile Silo And DF-41 Launchers Seen In Chinese Nuclear Missile Training Area. Eighteen DF-41 TELs were operating at PLARF's training site in April this year. Federation of American Scientists, 2019. September 03. Available at: https://fas.org/wp-content/uploads/2019/09/Jilantai_DF_41_ed1.jpg (Retrieval date: 07.08.2020).
3. **Hans M. Kristensen.** New Missile Silo And DF-41 Launchers Seen In Chinese Nuclear Missile Training Area. Five types of ballistic missile can be seen operating in PLARF's training area near Jilantai. Federation of American Scientists, 2019. September 03. Available at: https://fas.org/wp-content/uploads/2019/09/Jilantai_DF_5B_ed1.jpg (Retrieval date: 07.08.2020).
4. **Hans M. Kristensen.** New Missile Silo And DF-41 Launchers Seen In Chinese Nuclear Missile Training Area. China's new missile silo resembles Russian ICBM silos. Federation of American Scientists, 2019. September 03. Available at: https://fas.org/wp-content/uploads/2019/09/China_silos.jpg (Retrieval date: 07.08.2020).
5. **Hans M. Kristensen.** China's New DF-26 Missile Shows Up At Base In Eastern China. DF-26 launchers at Korla missile base. Federation of American Scientists, 2020. January 21. Available at: https://fas.org/wp-content/uploads/2020/01/DF-26_Korla082319Max.jpg (Retrieval date: 07.08.2020).
6. **Hans M. Kristensen.** China SSBN Fleet Getting Ready – But For What? In this composite image from October 11 and 25, 2013, a completed Jin-class SSBN can be seen in dry dock and what appear to be hull sections for another submarine awaiting assembly. Federation of American Scientists, 2014. April 25. Available at: <https://fas.org/wp-content/uploads/sites/4/huludao-txt.jpg> (Retrieval date: 07.08.2020).
7. **Hans M. Kristensen.** China SSBN Fleet Getting Ready – But For What? Xiaopingdao Submarine Base. Federation of American Scientists, 2014. April 25. Available at: https://fas.org/wp-content/uploads/sites/4/Xiaopingdao_txt.jpg (Retrieval date: 07.08.2020).
8. **Hans M. Kristensen.** New FAS Nuclear Notebook: Chinese Nuclear Forces, 2016. 3 Jin-class SSBNs at Longpo Submarine Base on Hainan Island. Federation of American Scientists, 2016. July 01. Available at: https://fas.org/wp-content/uploads/2016/07/China_longbo_3ssbn.jpg (Retrieval date: 07.08.2020).
9. Satellite images show unusual activity at Iran nuclear site. YNet News.com. Available at: <https://ynetnews.com/articles/0,7340,L-5250244,00html> (Retrieval date: 07.08.2020).
10. **Sergey Linnik.** Amerikanskije strategicheskie yadernye sily i ob"ekty PRO na sputnikovykh snimkakh Google Earth. Puskovoy kompleks "Minetmen-3" 319-y raketnoy eskadril'i v shtate Vayoming. Voennoe obozrenie, 2014. February 14. Available at: https://topwar.ru/uploads/posts/2014-02/1392292142_ssha-minetmen-3-vayoming.jpg (Retrieval date: 07.08.2020).
11. **Hans M. Kristensen.** Despite Obfuscations, New START Data Shows Continued Value Of Treaty. US SSBN in drydock. Federation of American Scientists, 2019. April 10. Available at: https://fas.org/wp-content/uploads/2019/04/ssbn_bangor071014.jpg (Retrieval date: 07.08.2020).
12. **Sergey Linnik.** Amerikanskije strategicheskie yadernye sily i ob"ekty PRO na sputnikovykh snimkakh Google Earth. Shakhty protivoraket v Fort-Grili, Alyaska, SSHA. Voennoe obozrenie, 2014. February 14. Available at: http://topwar.ru/uploads/posts/2014-02/1392292924_ssha-alyaska-shakhty-pro-fort-grili.jpg (Retrieval date: 07.08.2020).
13. **Sergey Linnik.** Amerikanskije strategicheskie yadernye sily i ob"ekty PRO na sputnikovykh snimkakh Google Earth. RLS sistemy PRO AN FPS-123 Pave PAWS na aviabaze Beyl, SSHA. Voennoe obozrenie, 2014. February 14. Available at: http://topwar.ru/uploads/posts/2014-02/1392293127_ssha-aviabaza-aviabaze-beyl-rls-an-fps-123-pave-paws.jpg (Retrieval date: 07.08.2020).
14. **Sergey Linnik.** Amerikanskije strategicheskie yadernye sily i ob"ekty PRO na sputnikovykh snimkakh Google Earth. ZRK "Patriot" v Fort-Khud. Voennoe obozrenie, 2014. February 14. Available at: http://topwar.ru/uploads/posts/2014-02/1392292810_ssha-fort-hud-zrk-patriot.jpg (Retrieval date: 07.08.2020).
15. **Leonid Spatakay.** Turetskiy kingchess. Yandex.Dzen. 2019. November 21. Available at: <https://zen.yandex.ru/media/spatkai/tureckii-kingchess-5dd641e31468c71cb2f9c24b> (Retrieval date: 07.08.2020).
16. Voennaya baza Safrah posle udara po khranilishchu boepripasov. Available at: https://csis-prod.s3-amazonaws.com/s3fs-public/satellite_marks0z_1.jpg (Retrieval date: 07.08.2020).
17. **Jenkins A.** The Pentagon Released Satellite Photos of the U.S. Airstrikes on Syria. Time, 2017. April 7. Available at: <https://time.com/4731467/syria-airstrikes-photos/> (Retrieval date: 07.08.2020).
18. Satellite Images Show Impact Of Iranian Missile Strike On US Military Base In Iraq. Southfront.org, 2020. January 08. Available at: <https://southfront.org/wp-content/uploads/2020/01/1-64.jpg> (Retrieval date: 07.08.2020).

© Занин К.А., Клименко Н.Н.,
Москатынцев И.В., 2020

История статьи:

Поступила в редакцию: 24.01.2020
Принята к публикации: 09.02.2020

Модератор: Плетнер К.В.

Конфликт интересов: отсутствует

Для цитирования:

Занин К.А., Клименко Н.Н.,
Москатынцев И.В. Современные космические аппараты дистанционного зондирования Земли // Воздушно-космическая сфера. 2020. № 3. С. 90 – 101.

AZIDE METHOD FOR GENERATING METAL VAPORS IN SPACE

Anatoly I. DROBYZHEV,

*member of Physical Education and Sports Department,
Samara State Technical University, Samara, Russia,
argel33@mail.ru*

Alexander M. PYZHOV,

*Ph.D. in Technical Sciences, Associate Professor, Chemistry
and Technology of Organic Nitrogen Compounds Department,
Samara State Technical University, Samara, Russia,
argel33@mail.ru*

Dmitry A. Sinitsyn,

*graduate, Chemistry and Technology of Organic Nitrogen
Compounds Department, Samara State Technical
University, Samara, Russia,
sinitsyndsamara@gmail.com*

ABSTRACT | Modern methods of rocket research of the upper layers of the atmosphere and near-Earth space cannot be imagined without the use of glowing artificial clouds (GAC). Traditional pyrotechnic methods for generating vapors of alkali and alkaline earth metals, used for the formation of GAC in space, are ineffective and require, as a rule, the use of metals with high chemical activity.

The article presents the results of studies on the development of an alternative method for generating vapors of alkali and alkaline earth metals to create GAC in near-Earth space using inorganic azides of the corresponding metals.

The long-term use of pyrotechnic metal vapor generators to create GAC in the upper atmosphere, equipped with azide pyrotechnic compositions, confirmed their high efficiency, reliability and safety of use.

Keywords: *glowing artificial clouds (GAC) in space, alkali and alkaline earth metal vapors, inorganic azides, azide pyrotechnic compositions, metal vapors pyrotechnic generators*

АЗИДНЫЙ СПОСОБ ГЕНЕРАЦИИ ПАРОВ МЕТАЛЛОВ В КОСМОСЕ



Анатолий Иванович ДРОБЫЖЕВ,
сотрудник кафедры физвоспитания и спорта,
ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический
университет», Самара, Россия,
argel33@mail.ru



Александр Михайлович ПЫЖОВ,
кандидат технических наук, доцент кафедры ХТОСА
ФГБОУ ВО «Самарский государственный технический
университет», Самара, Россия,
argel33@mail.ru



Дмитрий Андреевич СИНИЦЫН,
выпускник кафедры ХТОСА Самарского государственного
технического университета, Самара, Россия,
sinitsyndsamara@gmail.com

АННОТАЦИЯ | Современные способы ракетного исследования верхних слоев атмосферы и околоземного космического пространства невозможно представить без применения искусственных светящихся облаков (ИСО). Традиционные пиротехнические способы генерации паров щелочных и щелочноземельных металлов, используемые для образования ИСО в космосе, малоэффективны и требуют, как правило, применения металлов с высокой химической активностью.

В статье представлены результаты исследований по разработке альтернативного способа генерации паров щелочных и щелочноземельных металлов для создания ИСО в околоземном космическом пространстве с помощью неорганических азидов соответствующих металлов.

Многолетнее использование пиротехнических генераторов паров металлов для создания ИСО в верхних слоях атмосферы, снаряженных азидными пиротехническими составами, подтвердили их высокую эффективность, надежность и безопасность применения.

Ключевые слова: искусственные светящиеся облака в космосе, пары щелочных и щелочноземельных металлов, неорганические азиды, азидные пиротехнические составы, пиротехнические генераторы паров металлов

ВВЕДЕНИЕ

Наблюдение за плазменными хвостами многих комет, направленных от Солнца, навело немецкого астрофизика Бирмана на мысль о существовании солнечного ветра, одного из видов космической плазмы [1]. Многие экспериментаторы, как отметили авторы статьи [2], сделали важное предположение, что искусственно образованные в космическом пространстве видимые облака плазмы, обладающие «ясно выраженными электрическими свойствами», также способны предоставить ученым ценную информацию, которая может не только объяснить поведение хвостов комет, но и помочь в изучении магнитосферы Земли. Однако экспериментальная проверка этого предположения стала возможной лишь с середины прошлого столетия благодаря появлению ракетной техники [3]. Использование ракет в астрофизике позволило ученым перейти от наблюдательного характера космических исследований к экспериментальным исследованиям с помощью искусственных светящихся образований, позволяющих активно воздействовать на протекание естественных физических процессов, что зачастую приводило к новым научным открытиям [3].

Успешно проведенные эксперименты с помощью искусственных светящихся облаков в 1958 – 1959 годах положили начало новому направлению исследования космоса и земной атмосферы в нашей стране.

ИССЛЕДОВАНИЕ АТМОСФЕРЫ ЗЕМЛИ С ПОМОЩЬЮ РАКЕТ

В начале 50-х годов XX века в связи с интенсивным освоением космического пространства потребовались новые, более детальные данные о параметрах атмосферы Земли на высотах 60 – 200 км и более, где происходило движение ракет-носителей, разделение их ступеней, выведение на орбиту искусственных спутников Земли, пилотируемых космических кораблей и автоматических станций. Для измерения параметров верхней атмосферы на высотах 50 – 150 км в СССР были разработаны конструкции специальных метеорологических ракет.

Первая в мире неуправляемая многоразовая жидкостная метеорологическая ракета МР-1 была создана в СССР в 1951 году [4]. Прототипом этой ракеты послужила американская ракета «Аэроб» [5]. В дальнейшем на базе отечественных боевых ракет были разработаны более эффективные твердотопливные метеорологические ракеты ММР-08, М-100, М-100Б и ракета МР-12 с высотой подъема 150 – 180 км. С 1963 года разработку конструкции ракеты МР-12 курировал Институт прикладной геофизики (ИПГ), а доработка ракеты и ее последующая эксплуатация до 1997 года была поручена НПО «Тайфун» [5].

Именно ракета МР-12 и ее модификации были достаточно успешно использованы в многочисленных экспериментах в нашей стране по исследованию верхних слоев атмосферы с помощью ИСО.

СПОСОБЫ ГЕНЕРАЦИИ ПАРОВ ЩЕЛОЧНЫХ И ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ В ВЕРХНИХ СЛОЯХ АТМОСФЕРЫ ЗЕМЛИ

В практику геофизических исследований в СССР метод ИСО впервые был внедрен в Институте прикладной геофизики (ИПГ) (руководители С. М. Полосков и Н. Н. Танцова) и в его обнинском филиале (ныне Институт экспериментальной метеорологии (ИЭМ) НПО «Тайфун» (руководитель Л. А. Катацев)).

В качестве реагентов для создания ИСО использовались пары лития, натрия, цезия, бария, алюминия и другие вещества. Это было вызвано тем,

что вещества, применяемые для создания плазменных объектов в ионосфере Земли, должны были легко испаряться и ионизироваться под действием ультрафиолетового излучения Солнца и излучать в видимом диапазоне спектра [2]. Только в этом случае такие облака можно было наблюдать с поверхности Земли. Оказалось, что перечисленным требованиям удовлетворяют щелочные и щелочноземельные металлы и алюминий, потенциалы ионизации которых среди известных химических элементов имеют наименьшую величину от 3,894 эВ

(цезий) до 6,11 эВ (кальций) [6]. Однако практика показала, что из щелочноземельных металлов наиболее эффективным является использование бария, что вызвано меньшим средним временем ионизации, чем, например, у цезия [3].

**ПЕРВЫЙ ЭКСПЕРИМЕНТ
ПО СОЗДАНИЮ
ИСКУССТВЕННЫХ
СВЕТЯЩИХСЯ ОБЛАКОВ
БЫЛ ПРОВЕДЕН В СССР
ВО ВРЕМЯ ИСПЫТАНИЯ
ГЕНЕРАТОРА ПАРОВ НАТРИЯ
В 1958 ГОДУ — ЗА ГОД
ДО ПОЛЕТОВ ЛУННЫХ РАКЕТ.**

Средства для выброса веществ, образующих ИСО в атмосфере, создавались и изготавливались силами специалистов как ИЭМ, так и других исследовательских и конструкторских организаций страны, в том числе и сотрудниками кафедры «Химия и технология органических соединений азота» (ХТОСА) Куйбышевского политехнического института имени В. В. Куйбышева (КПТИ имени В. В. Куйбышева) под руководством профессора В. Т. Косолапова.

Традиционные способы генерации паров щелочных и щелочноземельных металлов основаны на горении термитных составов, содержащих испаряемые металлы и их оксиды, или на использовании нитратов соответствующих металлов и кумулятивных зарядов взрывчатых веществ [3, 7].

Однако подобные способы генерации паров металлов имеют существенные недостатки, основными из которых являются низкий выход испаряемого металла (7–18 %), недостаточная чистота паров и использование металлов с высокой химической активностью [8]. Первый эксперимент в СССР по созданию ИСО на высоте 430 км был основан на испарении металлического натрия массой 1 кг высокотемпературным железоалюминиевым термитом. Это произошло во время испытания генератора паров натрия в 1958 году, за год до полетов лунных ракет [7]. В этом эксперименте впервые в стране астрономом И. С. Шкловским была проведена оценка возможности использования светящихся паров натрия для определения плотности атмосферы на больших высотах. Плотность атмосферы оценивалась по интенсивности диффузии паров натрия в окружающую среду [9].

Значительным шагом вперед в разработке составов, генерирующих пары бария, явилась оценка возможности использования для этого смеси азидов бария с металлами в режиме горе-

ния, выполненная и опубликованная Г. Г. Петровым в работе [10]. Однако по причине отсутствия в публикации данных о количественном выходе паров бария и зависимости его выхода от условий горения состава, невозможно было оценить эффективность этого способа.

АЗИДНЫЕ СПОСОБЫ СОЗДАНИЯ ИСО ПАРОВ ЩЕЛОЧНЫХ И ЩЕЛОЧНОЗЕМЕЛЬНЫХ МЕТАЛЛОВ В КОСМОСЕ

В 1950–60-х годах прошлого века в стране был усовершенствован процесс получения наиболее важного представителя неорганических азидов – азидов натрия, натриевой соли азотистоводородной кислоты. В КПТИ имени В. В. Куйбышева на кафедре ХТОСА в 1956 году был разработан новый, более эффективный способ получения азидов натрия из гидразина, который в 1968 году начал внедряться на Чапаевском заводе, расположенном в Куйбышевской области. В дальнейшем на кафедре были разработаны научные основы новых методов синтеза и прогрессивных технологий получения неорганических и органических азидов. На кафедре была создана лаборатория для изучения процессов самораспространяющегося высокотемпературного синтеза (СВС) с использованием синтезированных азидов металлов. Впоследствии сформировались два отдельных направления применения СВС: синтез тугоплавких нитридов и карбонитридов металлов в режиме СВС и генерация паров щелочных и щелочноземельных металлов в верхних слоях атмосферы, ионосферы и околоземного космического пространства.

Многолетние исследования, выполненные сотрудниками кафедры ХТОСА А. И. Дробыжевским, В. М. Ериным, Л. Ф. Егоровой, В. А. Рекшинским, А. М. Пыжовым и многими другими, позволили разработать пиротехнические составы для ге-

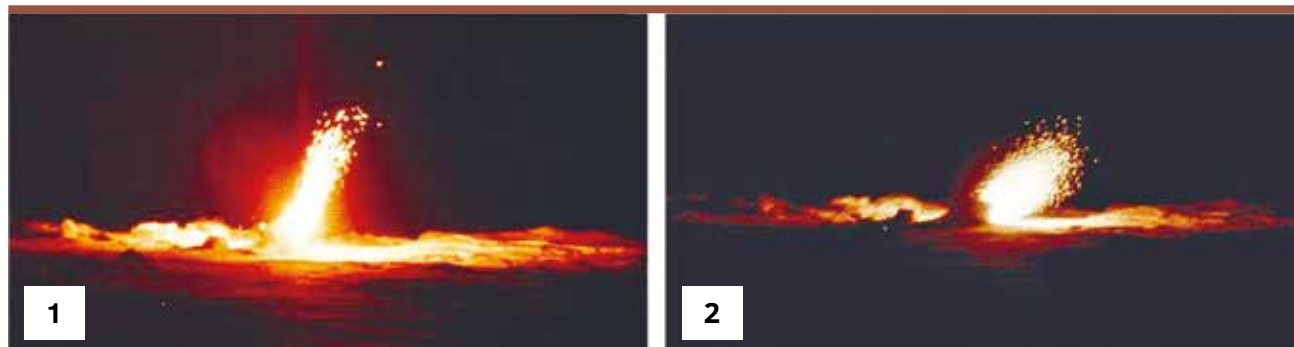


Рис. 1. Испытание генераторов паров бария (1) и лития (2) на суше

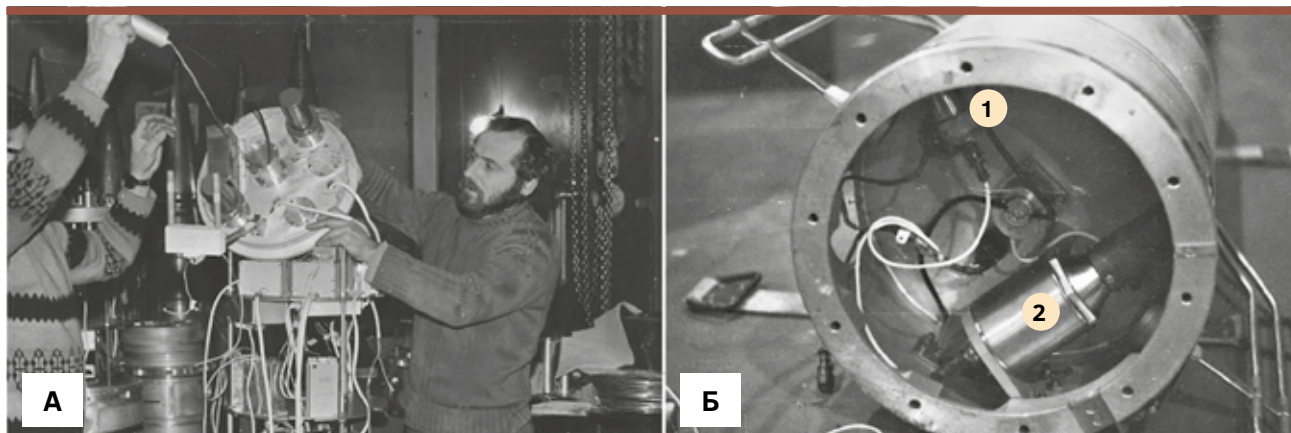
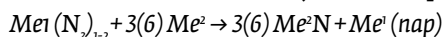


Рис. 2. Монтаж приборного отсека ракеты МР-12 (А) и приборный отсек (Б) с установленными генераторами паров лития (1) и бария (2)

нерации паров бария (АС СССР № 1037630), лития и создать генераторы для их инъекции (Патент РФ № 2488265). Проведенные лабораторные и натурные испытания показали надежность работы генераторов для образования ИСО в верхних слоях атмосферы и их эффективность. Положительные результаты, полученные при создании облаков бария и лития, были положены в основу критериев по оценке возможности использования неорганических азидов для генерации паров других щелочных и щелочноземельных металлов. Проведенная впоследствии оценка подтвердила возможность генерации паров натрия, калия, рубидия, стронция и кальция с помощью соответствующих азидов. Азиды в данных реакциях служат окислителем и одновременно поставщиком парообразных щелочных и щелочноземельных металлов, а используемый металл является горючим. Обобщенное уравнение химической реакции горения подобных азидных составов выглядит следующим образом:



Где $Me^I - Li, Na, K, Rb, Ca, Ba$; $Me^2 - Ti, B, Al, Be, Si, Zr$ и др.

За счет высокой теплоты горения образующиеся барий, литий и другие металлы выделяются в парообразном состоянии, а тугоплавкий нитрид металла, имеющий температуру плавления больше, чем температура процесса (например, температура плавления нитрида титана составляет около 3000 °C [11]), остается в виде компактного твердого остатка. Выход испаряемых металлов при горении разработанных составов в лабораторных условиях достигал более 99%, причем какие-либо посторонние примеси-загрязнители отсутствовали. Кроме того, пары всех приведенных металлов получают химическим путем — за счет разложения соответствующего азидов металла, что является дополнительным фактором повышения выхода металла и его чистоты в парообразном состоянии.

В дальнейшем были разработаны простые и доступные способы получения практически всех упомянутых азидов металлов.

В течение ряда лет сотрудники кафедры ХТОСА принимали участие в экспериментах ИЭМ НПО «Тайфун» (г. Обнинск) по изучению верхних слоев атмосферы методом ИСО, создаваемых с помощью разработанных устройств для генерации паров бария и лития в условиях полярных, средних и южных широт. ИСО создавались с помощью ракет МР-12, пуски которых проводились на станциях ракетного зондирования атмосферы (СРЗА), расположенных на острове Хейса (80°37' с. ш., 58°03' в. д.), ракетном полигоне Капустин Яр (48°41' с. ш., 44°21' в. д.) и на станциях морского базирования, оборудованных на научно-исследовательских судах «Профессор Визе» и Профессор Зубов».

На рисунках 1 – 4 приведены некоторые моменты подготовки и проведения экспериментов на СРЗА на острове Хейса в 1980 году: испытание генераторов паров металлов на работоспособность на суше (рис. 1); монтаж приборного отсека ракеты МР-12 (рис. 2); подготовка головной части ракеты МР-12, транспортировка на пусковую установку и пуск ракеты (рис. 3); схемы расположения и эволюции облаков ИСО в экспериментах (рис. 4).

В экспериментах на острове Хейса на вершине траектории ракеты выбрасывался парообразный барий, затем, через 10 – 15 секунд – смесь ТМА/ТЭА или парообразный натрий, а чуть позже – парообразный литий. После образования облаков паров бария наблюдалось очень быстрое отделение ионизированной компоненты облака пурпурного цвета и ее перемещение к полярному сиянию. Испытания генераторов полностью подтвердили их высокую надежность и эффективность.

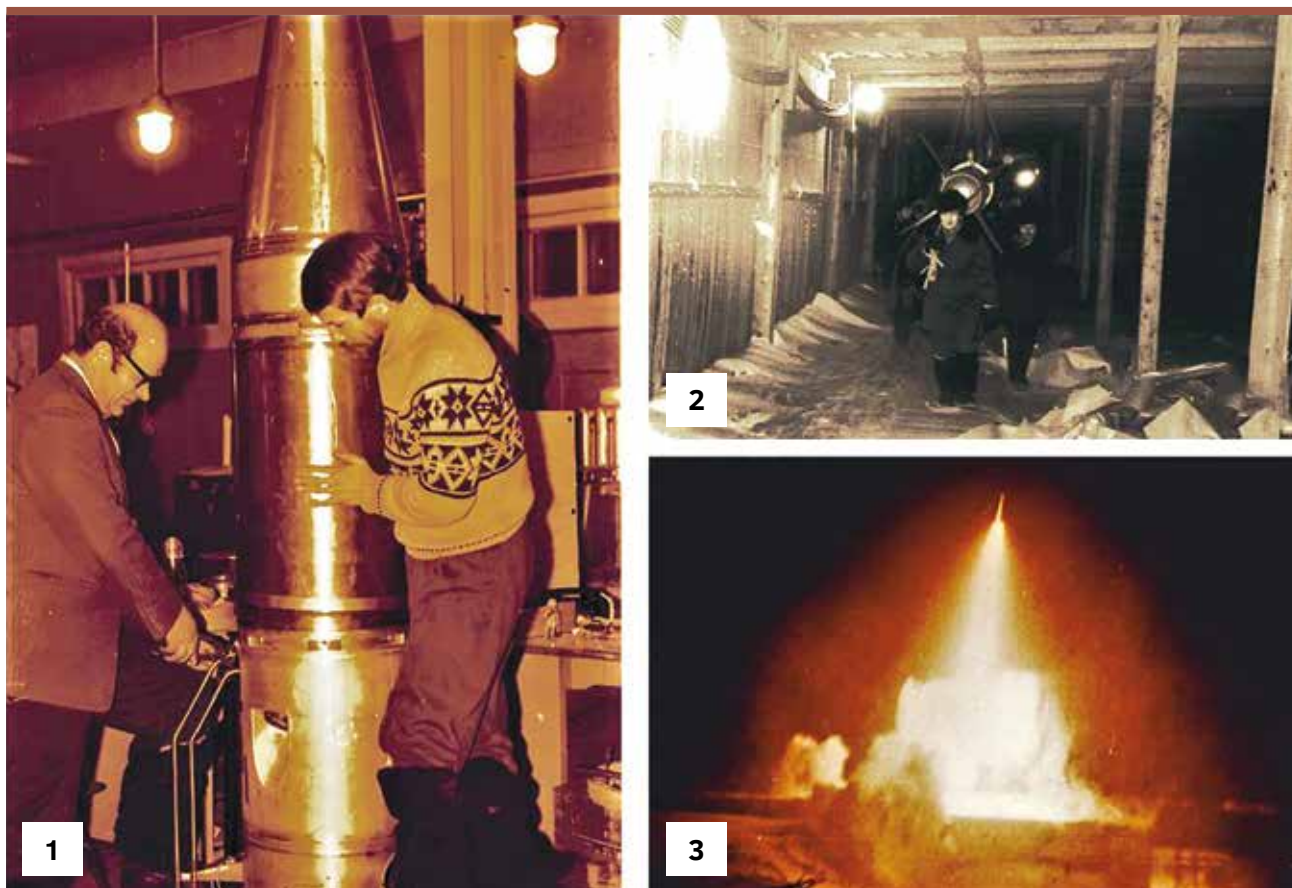


Рис. 3. Подготовка головной части ракеты МР-12 (1), транспортировка ракеты на пусковую установку (2) и пуск ракеты (3)

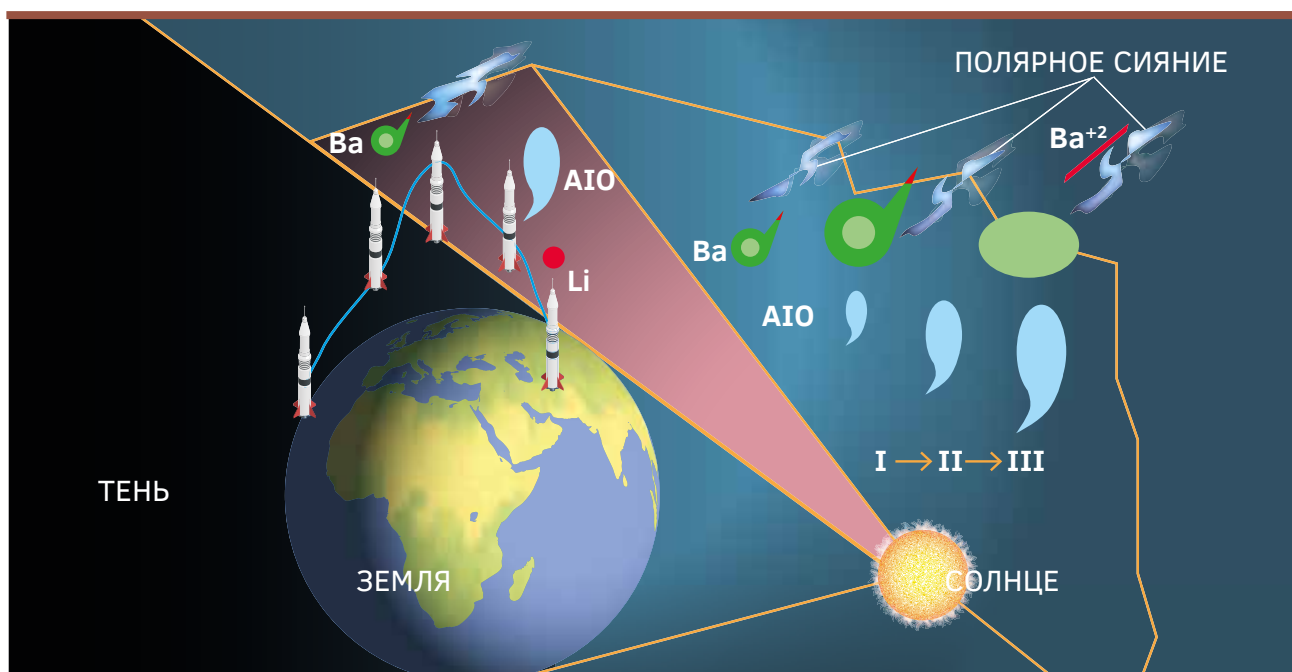


Рис. 4. Схемы расположения и эволюции облаков ИСО в экспериментах

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В результате проведенных исследований были разработаны эффективные и простые способы получения азидов щелочных и щелочноземельных металлов, что определило возможность их использования в составах для генерации паров щелочных и щелочноземельных металлов в верхних слоях атмосферы и околоземного космического пространства.

Многолетние натурные испытания генераторов паров металлов в различных широтах и климатических условиях Земли показали их высокую надежность и эффективность.

В настоящее время космические агентства различных стран широко используют методы ИСО для ракетного зондирования ионосферы нашей планеты. Например, совместный проект США и Норвегии AZURE посвящен изучению ионосферы в полярных широтах планеты [12].

Россия продолжает занимать лидирующее положение в мире по разработке и применению азидных пиротехнических составов для образования ИСО, однако происходящее в настоящее время перепрофилирование кафедры ХТОСА СамГТУ грозит закрытием этого направления в стране.

Литература

1. **Сеган К.** Мозг Брока. О науке, космосе и человеке. Пер. с англ. М.: Альпина нон-фикшн, 2018. 458 с.
2. **Герендель Г., Люст Р.** Искусственные облака плазмы в космическом пространстве // Успехи физических наук. 1969. Т. 98. Вып. 4. С. 709 – 721.
3. **Подгорный И.М.** Активные эксперименты в космосе. М.: Знание, 1974. 64 с.
4. Историческая серия «ТМ». Первые метеорологические / под редакцией: академика В. Мишина; летчика-космонавта СССР В. Аксенова. Коллективный консультант: Государственный музей истории космонавтики имени К. Э. Циолковского // Техника – Молодежи. 1981. № 6. С. 40 – 41.
5. **Железняков А.Б.** 100 лучших ракет СССР и России. Первая энциклопедия отечественной ракетной техники. М.: Яуза-пресс, 2016. 152 с.
6. **Гордон А., Форд Р.** Спутник химика. Физико-химические свойства, методики, библиография. Перевод с англ. М.: Мир, 1976. 541 с.
7. **Шидловский А.А.** Основы пиротехники. М.: Машиностроение, 1964. 340 с.
8. **Дробыжев А.И., Пыжов А.М., Рекшинский В.А. и др.** Создание искусственных облаков парообразных щелочных и щелочноземельных металлов в верхней атмосфере Земли // Вестник СамГУ. 2012. № 3/1(94). С. 137 – 144.
9. **Дымович Н.Д.** Ионосфера и ее исследование. М.-Л.: Энергия, 1964. 40 с.
10. **Петров Г.Г.** Азотное горение металлов // Физика горения и взрыва. 1975. № 3. С. 362.
11. Химический энциклопедический словарь. Гл. ред. Кнунянц И.Л. М.: Советская энциклопедия, 1983. 792 с.
12. NASA (США) [Электронный ресурс]. URL: <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2018/sounding-rocket-mission-will-trace-auroral-winds> (Дата обращения: 04.01.2020).

References

1. **Sagan K.** *Mozg Broka. O nauke, kosmose i cheloveke.* Moscow, Al'pina non-fikshn, 2018. 458 p.
2. **Gerendel' G., Lyust R.** *Iskusstvennyye oblaka plazmy v kosmicheskom prostranstve. Uspekhi fizicheskikh nauk*, 1969, vol. 98, iss. 4, pp. 709 – 721.
3. **Podgornyy I.M.** *Aktivnye eksperimenty v kosmose.* Moscow, Znanie, 1974. 64 p.
4. *Istoricheskaya seriya «TM». Pervye meteorologicheskie.* Eds. akademik V. Mishin; letchik-kosmonavt SSSR V. Aksenov. *Tekhnika – Molodezhi*, 1981, no. 6, pp. 40 – 41.
5. **Zheleznyakov A.B.** *100 luchshikh raket SSSR i Rossii. Pervaya entsiklopediya otechestvennoy raketnoy tekhniki.* Moscow, Yauza-press, 2016. 152 p.
6. **Gordon A., Ford R.** *Sputnik khimika. Fiziko-khimicheskie svoystva, metodiki, bibliografiya.* Moscow, Mir, 1976. 541 p.
7. **Shidlovskiy A.A.** *Osnovy pirotekhniki.* Moscow, Mashinostroenie, 1964. 340 p.
8. **Drobyshev A.I., Pyzhov A.M., Rekshinskiy V.A. et al.** *Sozdanie iskusstvennykh oblakov paroobraznykh shchelochnykh i shchelochnozemel'nykh metallov v verkhney atmosfere Zemli* // *Vestnik SamGU*, 2012, no. 3/1(94), pp. 137 – 144.
9. **Dymovich N.D.** *Ionosfera i ee issledovanie.* Moscow – Leningrad, Energiya, 1964. 40 p.
10. **Petrov G.G.** *Azotnoe gorenje metallov. Fizika goreniya i vzryva*, 1975, no. 3, pp. 362.
11. *Khimicheskij entsiklopedicheskiy slovar'.* Ed. Knunyants I.L. Moscow, Sovetskaya entsiklopediya, 1983. 792 p.
12. NASA. Available at: <https://www.nasa.gov/feature/goddard/2018/sounding-rocket-mission-will-trace-auroral-winds> (Retrieval date: 04.01.2020).

© Дробыжев А.И., Пыжов А.М., Синицын Д.А., 2020

История статьи:

Поступила в редакцию: 12.01.2020

Принята к публикации: 19.02.2020

Модератор: Гесс Л.А.

Конфликт интересов: отсутствует

Для цитирования:

Дробыжев А.И., Пыжов А.М., Синицын Д.А. Азидный способ генерации паров металлов в космосе // Воздушно-космическая сфера. 2020. № 3. С. 102 – 108.

**ПЕРВЫЙ
ПОВСЕМ
СТАТЬЯМ**

ВПК

ВОЕННО-ПРОМЫШЛЕННЫЙ КУРЬЕР

УКРАИНА:
ВОЙНА
ПО РАСПИСАНИЮ

№ 3
23-
Выходит по



VPK-NEWS.RU

LEONID KANFOMALITY. KNIGHT OF VENUS

ЛЕОНИД КАНФОМАЛИТИ.
РЫЦАРЬ ВЕНЕРЫ

Maksim N. FALILEEV,
Specialist of the Museum of Cosmo-
nautics press service, Russia, Moscow,
moojaa@mail.ru



Photo: Space Research Institute of the Russian
Academy of Sciences press service and
L.V. Ksanfomaliti's personal archive

Максим Николаевич ФАЛИЛЕЕВ,
специалист пресс-службы
Музея космонавтики, Москва, Россия,
moojaa@mail.ru

Фото: пресс-служба Института космических
исследований Российской академии наук и
личный архив Л.В. Ксанфомалити

МЫ ПОЗНАКОМИЛИСЬ С ЛЕОНИДОМ ВАСИЛЬЕВИЧЕМ КСАНФОМАЛИТИ
В 2011 ГОДУ – ТОГДА РОССИЙСКАЯ НАУКА ОТМЕЧАЛА ЮБИЛЕЙ СОВЕТСКОЙ ПРО-
ГРАММЫ ПО ИЗУЧЕНИЮ ВЕНЕРЫ И ЗАПУСКА ПЕРВОГО ИЗ МНОЖЕСТВА АППАРА-
ТОВ, КОТОРЫЕ В СЕРЕДИНЕ-КОНЦЕ XX ВЕКА ПРИНЕСУТ ОТЕЧЕСТВЕННЫМ УЧЕНЫМ
ВСЕМИРНУЮ СЛАВУ. УСПЕХИ СССР В ИССЛЕДОВАНИЯХ УТРЕННЕЙ ЗВЕЗДЫ БЫЛИ
НАСТОЛЬКО ЗНАЧИТЕЛЬНЫМИ, ЧТО В МИРОВОЙ ПРЕССЕ ВЕНЕРУ СТАЛИ НАЗЫВАТЬ
РУССКОЙ ПЛАНЕТОЙ.

ОДНИМ ИЗ ТЕХ, КТО СТОЯЛ ЗА ЭТИМИ УСПЕХАМИ, БЫЛ И ЛЕОНИД КСАНФОМАЛИ-
ТИ. ДАЖЕ ПО ПЕРВОЙ КОРОТКОЙ БЕСЕДЕ СТАЛО ЯСНО, ЧТО МОЙ СОБЕСЕДНИК –
ЧЕЛОВЕК УХОДЯЩЕЙ ЭПОХИ «РЫЦАРЕЙ НАУКИ», АКАДЕМИЧЕСКИЙ УЧЕНЫЙ
СО СВОИМ НЕТРИВИАЛЬНЫМ ВИДЕНИЕМ МИРА.

В ИЮЛЕ 2019 ГОДА МЫ ВСТРЕТИЛИСЬ С ЛЕОНИДОМ ВАСИЛЬЕВИЧЕМ В МУЗЕЕ
КОСМОНАВТИКИ, И Я ПОПРОСИЛ ЕГО РАССКАЗАТЬ О СЕБЕ, О ГЛАВНЫХ НАУЧНЫХ
ДОСТИЖЕНИЯХ, НЕУДАЧАХ И ОЖИДАНИЯХ.

Вмоей жизни огромную роль сыграл мой дед. Он не имел высшего образования, работал бухгалтером, но чрезвычайно интересовался наукой. Он прочел весь словарь Брокгауза и Эфрона — на любой вопрос от него можно было получить ответ. Я думаю, что это доставляло ему удовольствие, и он мне, мальчишке, рассказывал кто такой Шампольон, как он в египетской клинописи прочел историю Розеттского камня. Рассказывал о географии, о том, как появляются молнии. Бабка называла его «ходячей энциклопедией». Начальные знания, которые получает человек в детстве, очень важны для его будущего.

Конечно, не меньшую роль играет школьное образование. Я человек уже очень пожилой. Через мою жизнь война перекачивалась три раза. Я видел все, что связано с ней, своими глазами и надеюсь, что вы этого никогда не увидите. В эвакуации, в Караганде, мои преподаватели оказались бывшими заключенными. Это были люди из университетов. Чтобы найти себе хоть какую-то работу, они шли учителями в школу. Они рассказывали нам, мальчишкам, такие вещи!

Учителем литературы служил бывший редактор «Известий». На уроке он давал нам курс советской литературы в течение десяти минут, а потом рассказывал, что происходило с российской



Л. Ксанфомалити, 1947



Второй курс университета, 1952

словесностью во время революции. Рассказывал о Блоке, с которым был лично знаком. Это была настоящая школа. Я знаю семь человек оттуда, которые впоследствии занимали руководящие должности в Москве. Мой друг Молотиллов стал директором Института стали, Зеленков — редактором журнала «Знание — сила». Люди, которым посчастливилось получить такое образование, несли его в себе всю жизнь.

Вышло так, что репрессии повлияли и на мою жизнь. Мой отец погиб из-за репрессий, и мне пришлось выбрать не ту специальность, какую я хотел, а ту, на которую было можно поступить.

Не меньше значит первый руководитель после вуза. Тут мне снова отчаянно повезло. По окончании Ленинградского политехнического института я был направлен на завод, где конструировал турбины. Одна из них, по-моему, до сих пор работает на ТЭЦ в Санкт-Петербурге. Но мне всегда казалось, что это не совсем моя область.

И я уехал в Грузию, где в это время была великолепная Абастуманская астрофизическая обсерватория. Моим руководителем там стал потрясающий человек, академик Евгений Кириллович Харадзе, для которого главным было предоста-

вить человеку свободу работы и помогать чем может. Обсерватория находилась в 20 километрах от границы с Турцией, там была маленькая деревушка, и ночью можно было видеть, что с советской стороны все здания в поселке освещены, а с другой — все в темноте.

Харадзе иногда заходил ко мне и с небольшим грузинским акцентом спрашивал: «Леонид Васильевич, чем вам помочь?» Я ответил однажды: «Евгений Кириллович, мне бы такой вот осциллограф». И через неделю этот дефицитный осциллограф оказался у меня на столе. А у меня не было электронного образования. Я был механиком и предполагал тогда, что я уже все знаю. Но это свойство, которым обладают многие... наивные люди.

В Абастумани Леонид Васильевич разрабатывал поляриметры для наблюдений Луны, проводил самостоятельные наблюдения с ними и постепенно втянулся в планетную астрономию. Уже в 1963 году Ксанфомалити защитил диссертацию на соискание ученой степени кандидата физико-математических наук по теме «Поляриметрия Луны на основе электронной техники».

«Мы находимся только в начале физики, и нас ожидает много открытий».

«Наука – это настолько широкий фронт исследований, что конкуренции там быть не может».

А в 1969 году молодого специалиста пригласили в Институт космических исследований, где он сначала заведовал сектором спектроскопии в отделе астрофизики, а после образования в 1974 году отдела физики планет и малых тел Солнечной системы — лабораторией спектроскопии в его составе. В Институте космических исследований Ксанфомалити выполнил 19 успешных экспериментов по исследованию Марса, его спутника Фобоса и кометы Галлея.

– Один из моих учителей, Иосиф Шкловский, к концу своей жизни выступил у нас в ИКИ с докладом под названием «В физике все открыто». Моя точка зрения и тогда, и тем более сейчас совершенно противоположная. Я считаю, что на самом деле мы находимся только в начале физики, и нас ожидает много открытий. Луций Сенека сказал: «Природа не раскрывает свои тайны раз и навсегда. У поколений, которые будут жить, когда даже память о нас сотрется, найдутся предметы исследований, которые нам сейчас даже не приходят в голову». Это высказывание и сейчас актуально.

Название доклада Шкловского возмутило меня, и, когда он на минуту остановился,

я с места спросил: «Иосиф Самуилович, а что такое время?» Шкловский устремил на меня свой перст и сказал: «Лёня, вы никогда ничего не понимали и понимать не будете!» Это был исчерпывающий ответ на вопрос о времени...

Не прошло и 10 лет после этого доклада, как появилась темная материя, темная энергия. Одновременно были открыты экзопланеты. Природа подбросила такие загадки, которые вряд ли будут разгаданы в ближайшее время. Сейчас физика роет эти новые темы лучшими орудиями и приборами, которые у нее есть. Но самые мощные орудия — это все-таки мозги исследователей.

Началом наших исследований планет стал Марс. В это время, в начале 1970-х, наука жила бурной жизнью — сначала был запущен «Марс-1», который погиб. Затем с большим шумом запустили триаду: «Марс-2,—3,—4». Два аппарата долетели до Марса. И я помню, когда разматывал эти ленты с записями наших приборов на «Марсе-3», вдруг обнаружил, что аппарат пересекает какую-то границу, за которой все белое. Я сказал: «Возможно, за ночь выпали осадки». Так впоследствии и оказалось. Но тогда на это никто не обратил внимания...



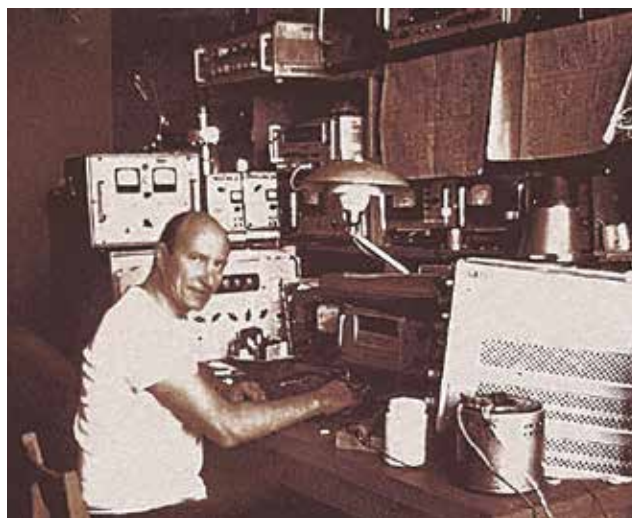
Третий курс университета, 1953



На каникулах в Караганде, 1954



А. Майер и Л. Ксанфомалити, Абастуманская астрофизическая обсерватория, 1959



Институт космических исследований РАН. Разработка электронно-оптических приборов для исследований Венеры, 1973

Главной научной страстью для Ксанфомалити стала Венера. В 1977 году он защитил докторскую диссертацию по теме «Тепловая асимметрия Венеры», а в 1978–1982 годах в экспериментах, проведенных аппаратами «Венера-11» и «Венера-12», впервые обнаружил электрическую активность атмосферы этой планеты, подтвержденную позже исследованиями на аппаратах США, а также впервые выдвинул концепцию вулканизма Венеры, аналогично получившую подтверждение. В 1985 году в издательстве «Наука» увидела свет авторская монография Ксанфомалити «Планета Венера».

– Когда мне удалось установить, что на Венере случаются грозы, еще не было электронной почты. И телетайп отстучал мне от профессора Скарфа из Лос-Анджелесского университета: «Поздравляю Вас с открытием гроз на Венере на три дня раньше, чем открыл их я!» Мы шли независимым путем и не знали о работе друг друга. И он поставил прибор примерно такой же, какой я поставил на «Венеру-11».

У нас со Скарфом были дружеские отношения. Мы вместе написали много статей, главы в книгах и т. п. Я не вижу причин для того, чтобы мы могли враждовать, работая над одной пробле-

мой. Наука — это настолько широкий фронт исследований, что, на мой взгляд, конкуренции там быть не может. Вопросов и проблем хватает на каждого с избытком.

Недоверие к новым явлениям характерно не только для науки. Я помню: высокие авторитеты в Академии наук говорили: «Что это за "грозы на Венере"?» Сейчас ни один космический аппарат без датчиков электрических разрядов в атмосфере планеты или спутника не летит. Это стало нормой, и уже никто не вспоминает, что это было впервые предложено Ксанфомалити и Скарфом.

В этом смысле очень хорошо высказался Шопенгауэр: «Каждая истина проходит три этапа. Первый — над вами все смеются, второй — с вами яростно борются, третий — "это же очевидно, кто этого не знает!"». То же было поначалу и с электрическими разрядами.

Самым главным провалом сейчас я мог бы назвать инфляцию роли ученых. На наших глазах происходит фактическая ликвидация Академии наук. Плоха ли она была, хороша... Может быть, там действительно существовали какие-то проблемы. И тем не менее это была устоявшаяся организация, созданная еще Петром I. Та ситуация, в которой оказалась академия сейчас, отнюдь не способствует новым достижениям.

«Не стоит ставить знак равенства между открытием экзопланет и поисками цивилизации — это совершенно разные вещи».



Леонид Васильевич КСАНФОМАЛИТИ (1932-2019) – советский и российский астрофизик, специалист по исследованию планет Солнечной системы, популяризатор науки. Доктор физико-математических наук, профессор, заслуженный деятель науки Российской Федерации (1999), член Научного совета РАН по астробиологии, член комиссии РАН по космической топонимике, главный научный сотрудник и руководитель лаборатории фотометрии и ИК-радиометрии отдела физики планет и малых тел Солнечной системы Института космических исследований РАН.

Автор более 300 научных публикаций, в том числе четырех книг (научные и научно-популярные монографии).

Последние годы посвящал исследованию планеты Меркурий с помощью новых средств наземной астрономии и разработке нового проекта космической миссии к этой планете.

В январе 2012 года Л. В. Ксанфомалити опубликовал в научном журнале «Астрономический вестник» статью, посвященную анализу снимков с советского посадочного модуля станции «Венера-13». Ученый высказал сенсационную гипотезу о возможном обнаружении жизни на поверхности Венеры.

В марте 2019-го научные сотрудники Института космических исследований сообщили, что на посадочном аппарате совместной российско-американской межпланетной станции «Венера-Д», запуск которой планируется в 2029 или 2031 годах, будет размещена стереокамера, которая ответит на вопрос о возможности существования жизни на поверхности Венеры.

Рис. 1. Время, указанное на панорамах, отсчитывается от начала сканирования верхнего изображения: сначала вся чистая поверхность покрылась белыми пятнышками, за последующие полчаса площадь выпавших осадков уменьшилась не менее чем вполтину, а грунт под «растаявшей» массой приобрел темный оттенок, подобно увлажненной растаявшим снегом земной почве

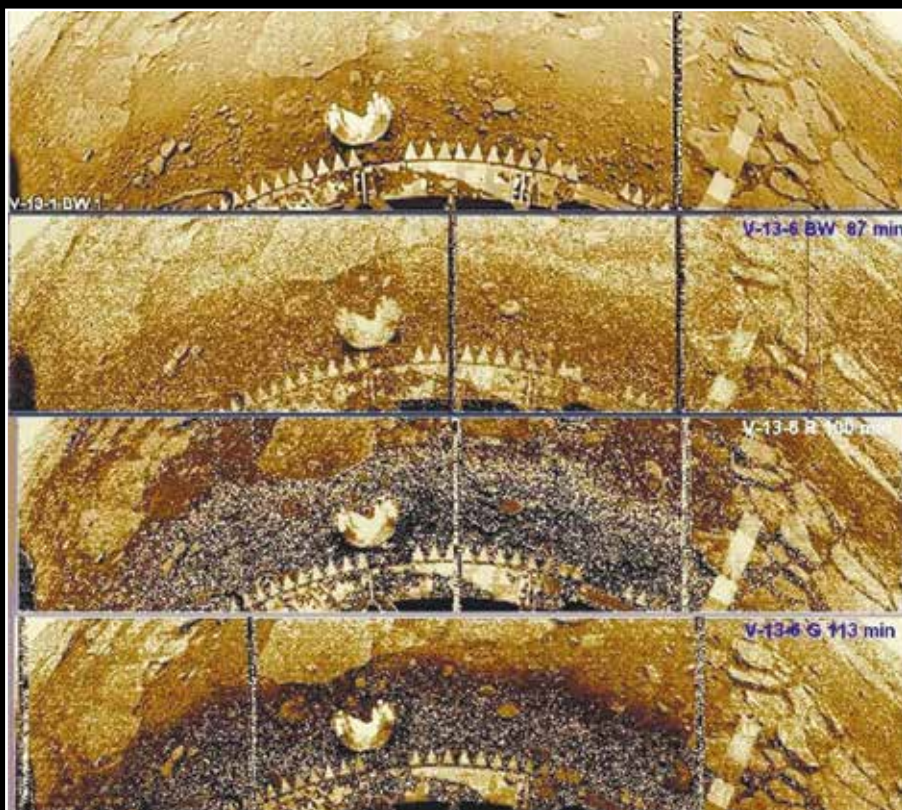
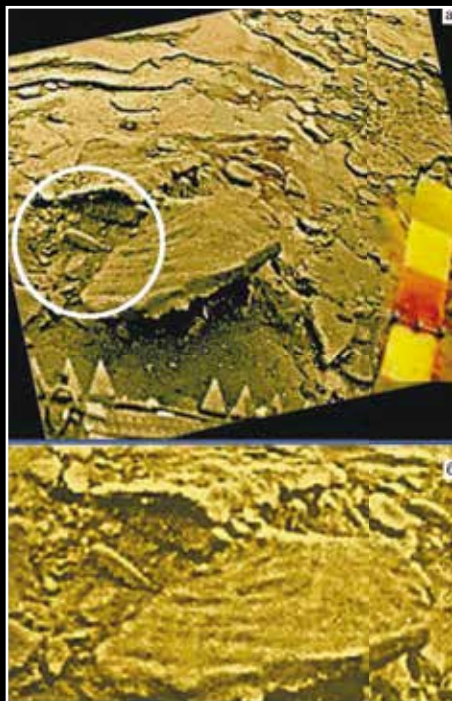


Рис. 2. 12-сантиметровому существу, напоминающему земную каракатицу, ученый дал имя Толстяк



«Если мы будем искать планету, на которой обязательно есть кислород, а температура и гравитация более или менее соответствуют земным условиям, будет справедливо сказать, что мы ищем самих себя».

В последнее время один из ведущих планетологов нашей страны часто появлялся в заголовках прессы — Леонида Васильевича просили прокомментировать то или иное открытие экзопланет в контексте обнаружения там признаков жизни. Его взгляд на проблему поиска внеземных цивилизаций далек от оптимистического.

– Не стоит ставить знак равенства между открытием экзопланет и поисками цивилизации — это совершенно разные вещи. Не так давно в журнале *Scientist* размышляли, что мы можем открыть на других планетах, если считать возникновение жизни закономерным явлением. Я хорошо помню цитату: «Вполне возможно, что мы — одна из первых цивилизаций во Вселенной, обреченная блуждать в космосе и находить массу протоплазмы, но никого, с кем можно было бы поговорить».

Почему мы считаем, что «мы их ищем»? И почему не догадываемся, что если они ушли далеко вперед, то они сами нас давно нашли?

Если мы будем искать планету, на которой обязательно есть кислород, и считать, что этот кислород — результат жизни, будем искать планету, на которой температура и гравитация более или менее соответствуют нашим условиям, справедливо будет сказать, что мы ищем самих себя.

Что касается внеземных форм жизни, в 2012 году Ксанфомалити буквально взорвал научное сообщество своей гипотезой, опубликованной «в порядке дискуссии» журналом «Астрономический вестник». На основе результатов, которые дало применение современных методов обработки изображений к фотоснимкам, полученным советскими космическими аппаратами «Венера-9, —13, —14», ученый заявил о возможном обнаружении жизни на поверхности Венеры.

– Дело в том, что советские аппараты «Венера», оказавшись на поверхности этой планеты, передали 42 телевизионных изображения. Мне удалось проследив развитие обработки этих изображений, обнаружить 12, может быть, 13 объектов.

Прежде всего, это «растения». Стебли с цветами — довольно большие, по полметра, причем поражает то, что цветы, скорее всего, построены точно так же, как на Земле. Мы назвали это явление терраморфизмом, то есть многие объекты повторяют земные формы. Как получается, что при огромных температурах и огромном давлении формы оказываются такими же? Далее, что-то, по-видимому, вроде «пресмыкающихся», очень похожих на ящериц. В одном случае я не сомневаюсь, что это маленькая



Наблюдения Меркурия в обсерватории Скинакас, Греция, 2005 – 2007



Наблюдения Меркурия в обсерватории Терскол, Кабардино-Балкария, 2006 – 2010



Наблюдения Меркурия в обсерватории Бигелоу, США, 2006-2010



Выступление на семинаре в Институте космических исследований РАН, 2010

змея. И, наконец, «птицы», очень внушительных размеров, примерно по полтора метра.

Зарубежное научное сообщество гораздо больше интересуется этими гипотезами, чем отечественное. Я несколько раз делал доклады на международных конференциях, мной опубликовано около 50 статей на эту тему, в основном в зарубежной прессе. Каждую неделю я получаю по два-четыре приглашения от ведущих мировых журналов.

Главная позиция наших критиков сводится к тому, что «этого не может быть, потому что не может быть никогда!» И я уже не вижу смысла по этому поводу спорить. Я говорил: «Давайте сядем рядом, посмотрите, что получено, выдвинете свои возражения. Скажете — вот там и там ошибка, и именно поэтому этого быть не может!» Но никто не готов к конструктивной полемике. Иногда на конференциях критики, когда им начинают рассказывать об этом (не обязательно я), просто встают и уходят из зала. Так было, например, два года назад на международной конференции в Гонолулу. Доклад был представлен и, можете представить, кто — астробиологи — встали и ушли! Если они не хотят слушать, то кто еще...

Естественно, для того, чтобы мы могли подтвердить эти данные, необходимы новые миссии к Венере. Наша новая миссия называется «Венера-Д», научный аппарат должен был быть запущен два года назад, после запуск был отложен еще на два года. Сейчас он отложен уже до 2025-го... И на этот аппарат никакие приборы для опровержения или подтверждения гипотезы о существовании жизни на Венере не ставятся.

Тем не менее исследования такого рода продолжают. Что будет дальше, зависит от того, какие у нас будут возможности для них.

К сожалению, дожить до подтверждения или полного развенчания своей гипотезы Леонид Васильевич не успел. Наше интервью стало для ученого последним — 7 сентября 2019 года Леонид Васильевич ушел из жизни в возрасте 87 лет. Запуск «Венеры-Д», о которой он говорил, снова перенесен — теперь уже на лето 2021 года. Среди многочисленных комментариев к видеолекциям Ксанфомалити я увидел однажды замечательное предложение. В состав будущей венерианской миссии обязательно должен входить спускаемый аппарат. Марс вот уже несколько лет успешно исследуют американские планетоходы «Кьюриосити» и «Оппортьюнити». Думается, название для венерианского аппарата, которое достойно увековечит память Леонида Васильевича, уже готово: «Ксанфомалити».

© Фалилеев М.Н., 2020



История статьи:

Поступила в редакцию: 19.07.2020

Принята к публикации: 07.08.2020

Модератор: Плетнер К.В.

Конфликт интересов: отсутствует

Для цитирования:

Фалилеев М.Н. Леонид Ксанфомалити. Рыцарь Венеры // Воздушно-космическая сфера. 2020. № 3. С. 110 – 117.

«АРМИЯ» ДЕЛАЕТ НАС СИЛЬНЕЕ

**АРЗАМАССКИЙ
ПРИБОРОСТРОИТЕЛЬНЫЙ ЗАВОД
ПРИНЯЛ УЧАСТИЕ
В VI МЕЖДУНАРОДНОМ
ВОЕННО-ТЕХНИЧЕСКОМ ФОРУМЕ
«АРМИЯ-2020».**

Текст: Екатерина Мулюн
Фото Александра Барыкина



Стенд АПЗ в этом году стал больше, расширилась и номенклатура представленных изделий: БПЛА «Грач», электромеханический привод на основе роликвинтовой передачи, образцы динамически настраиваемого гироскопа (ДНГ и ДНГУ), волоконно-оптического гироскопа (ВОГ), шарико-винтовой пары (ШВП), бесконтактного моментного электродвигателя (ДБМ-38), а также антистатическая тара для хранения и транспортировки радиоэлементов.

Также были представлены медицинский аппарат «Миотон-М» и новинка — бактерицидный рециркулятор. Кроме того, на конкретности производств: инструментального, литейного, по переработке пластмасс.

Экспозицию посетили представители органов власти, предприятий и организаций многих регионов России и стран зарубежья, в том числе официальная делегация Нижегородской области и промышленников региона во главе с первым заместителем губернатора Евгением Люлиным и министром промышленности, торговли и предпринимательства Максимом Черкасовым.

Генеральный директор АО «Социум-А» Руслан Ашурбейли специально прибыл осмотреть



экспонаты АПЗ. Некоторые из них являются результатом внутреннего сотрудничества в холдинге. Например, в кооперации производится бактерицидный рециркулятор: собирается он на АПЗ, а комплектуется корпусами от ООО «ФазАР».

С намерением наладить взаимовыгодное сотрудничество в различных сферах производства прибыла и делегация из Удмуртии. По итогам встречи составлен протокол для подготовки официальных предложений с обеих сторон.

Форум «Армия-2020» стал для АПЗ как никогда продуктивным на события.





КОММЕНТАРИИ

Андрей КАПУСТИН,
генеральный директор АО «АПЗ»:

— Форум «Армия» — это прежде всего площадка для делового общения руководителей предприятий, делегаций. Выставочные дни аккумулируют в себе много встреч, мероприятий. Если проводить их дистанционно или с выездами, это займет очень много времени. Именно формат форума позволяет всем собраться в одном месте и решить некоторые насущные вопросы.

Впервые на нашем стенде представлены отдельные заводские подразделения и их продукция. АПЗ имеет хорошие производственные возможности по литью, механообработке и изготовлению изделий из пластмасс. Судя по большому количеству посетителей нашего стенда, это интересно участникам.

Мы провели ряд переговоров, в том числе со старыми и новыми поставщиками, потенциальными заказчиками, руководителями регионов. В частности, в ходе встреч по вопросу развития БПЛА «Грач» мы увидели некоторые технические возможности сделать беспилотный вертолет быстрее. После выставки будем с партнерами развивать эту тему дальше. Состоялись также важные встречи по развитию ГОЗа и экспортных поставок.

Говорить об итогах пока рано. Но в целом перспективы хорошие. По крайней мере, нагрузка нашего предприятия на 2021 – 2022 годы сохранится на том же уровне, что в 2018 – 2019 годах.

Олег ЛАВРИЧЕВ,
председатель совета директоров АО «АПЗ»:

— Мы традиционно участвуем в этом форуме и второй год представляем нашу продукцию

на самостоятельных стендах. В этот раз наш стенд, безусловно, привлекает внимание: он и выглядит достойно, и насыщен предложениями по продукции различного направления. Это вызывает большой интерес, идет активное общение, обмен контактами. В этом смысле польза от форума безусловная, потому что многие вопросы, которые создавали определенные трудности, именно здесь находят решение.

Так, по нашему беспилотнику состоялись активные переговоры с белорусскими коллегами, имеющими опыт в создании беспилотного аппарата на вертолетной платформе. Наши новые технологические возможности в изготовлении отдельных элементов, блоков, узлов также вызывают интерес у предприятий ОПК.

Надеюсь, что «Армия-2020» даст нам хороший заряд и потенциал для продолжения работы.



Алексей ТЕЛЕГИН,
директор по производству АО «АПЗ»:

— В этом году мы не только расширили номенклатуру выставочных изделий, но и презентуем здесь свои услуги по литью, механообработке, производству изделий из пластмасс. В частности, представляем отливки сложной конфигурации, изготовленные разными методами: литьем в землю, по выплавляемым моделям и под давлением на литьевых машинах.

В целом наша цель участия в «Армии» — прозондировать рынок производителей ракетной и авиакосмической техники. Посмотреть на работы конкурентов, показать свою продукцию. Надо учиться, развиваться, и выставка может дать положительный эффект.



Андрей МИШАГИН,
начальник КБ-14 отдела главного конструктора
по спецпродукции АО «АПЗ»:

— В этом году мы привезли на выставку два вида динамически настраиваемого гироскопа. Первый — серийного выпуска. Второй — не имеющий на сегодня аналогов на российском рынке — ДНГ унифицированный. Его особенность заключается в том, что в зависимости от потребностей он может быть использован в разных измерениях угловой скорости — до 1200 град/сек. Уже собраны два опытных экземпляра под минимальный диапазон 1200 град/сек. Ждем, когда начнем испытания в составе основного изделия.

Андрей БУХОНИН,
заместитель главного технолога АО «АПЗ»:

— Судя по интересу, который проявили к презентуемой нами антистатической таре, большинство предприятий приборостроительного профиля сталкиваются с необходимостью наличия такой тары. Проблема транспортировки радиоэлементов, собранных изделий актуальна для всех. К нам подходили представители предприятий Ижевска, Москвы. Были и конкретные запросы, например одна из компаний по производству медтехники обратилась с просьбой изготовить специальную тару под одно из своих изделий. В ближайшее время будем прорабатывать вопрос.

Владимир СУХОРОУКОВ,
заместитель главного конструктора
ООО «Арзамасское приборостроительное
конструкторское бюро» (АПКБ) — дочернего
предприятия АПЗ:

— На выставке мы представляем макетный образец электромеханического привода элерона летательного аппарата для маневренного самолета. Привод весь в «боевых ранах» и царапинах, так как прибыл от заказчика прямо с испытаний. Он достаточно компактный, работает на электричестве, а не на гидравлике, что позволяет



убрать большие шланги и габаритную насосную станцию, с хорошими фазочастотными характеристиками и небольшим энергопотреблением.

На сегодня мы закрыли эскизно-технический проект с непосредственным заказчиком. К середине следующего года изготовим 10 макетных образцов для предварительных испытаний, по итогам которых проведем корректировку КД и доработку образцов. Затем предстоят летные испытания и, после получения положительных результатов, серийное производство.

Владимир ПИМЕНОВ,
заместитель главного конструктора ООО «АПКБ»:

— БПЛА «Грач», который мы снова привезли, — с новым фюзеляжем. Корпус защищает от повреждений, способствует сохранению теплопередачи (двигатель способен самоохладиться, исключая перегрев). Кроме того, фюзеляж быстросъемный, на случай ремонта его можно легко демонтировать.

В целом за год произошло много изменений. Мы подписали тактико-технические требования, что дало импульс к началу ОКР, которые позволят официально зарегистрировать наш комплекс в войсках. Следующий этап — получение образца, прошедшего госиспытания. Это длительный процесс, но только после него техника поступит в войска.

АО «Арзамасский приборостроительный завод имени П. И. Пландина» (АО «АПЗ») — завод с мировым именем, выпускающий приборы для авиационной, ракетной, космической отраслей, а также широкий спектр продукции гражданского назначения. За более чем полувековую историю предприятие накопило огромный опыт по проектированию и производству гироскопических приборов, систем управления, бортовых электронно-вычислительных машин, рулевых приводов, контрольно-поверочных комплексов, а также расходомерной и медицинской техники.

607220, РФ, Нижегородская область, г. Арзамас, ул. 50 лет ВЛКСМ, д.8а
 8 (83147) 7-91-33, факс 7-95-26, 7-95-77
apz@oaoapz.com
www.oaoapz.com





Акционерное общество «Арзамасский приборостроительный завод имени П.И. Пландина»



КОНТРОЛЬ НА ЗЕМЛЕ И В ВОЗДУХЕ

607220, Нижегородская обл., г. Арзамас, ул. 50 лет ВЛКСМ, д. 8а

Тел.: +7 (831 47) 7-91-21, 7-93-16

Факс: +7 (831 47) 7-91-25

E-mail: aoapz@aoapz.com

www.aoapz.com



МОСТ В

МЕЖДУНАРОДНЫЙ КОНКУРС

Открытый конкурс научных, исследовательских и творческих работ проводит российский научно-технический журнал о космосе «Воздушно-космическая сфера» в партнерстве с международным аэрокосмическим изданием «ROOM Space Journal of Asgardia». Конкурс приурочен к 60-летию первого полета человека в космос.

РАБОТЫ ПРИНИМАЮТСЯ УЖЕ СЕЙЧАС.
ИТОГИ БУДУТ ПОДВЕДЕНЫ В АПРЕЛЕ 2021 ГОДА.

РАБОТЫ С ПОМЕТКОЙ «КОНКУРС» ПРИНИМАЮТСЯ
НА ЭЛЕКТРОННЫЙ АДРЕС VKO@VKO.RU



НОМИНАЦИИ КОНКУРСА:

Научно-фантастическая миниатюра в воздушно-космической сфере – известно, что заслуга фантастов в создании космического корабля не менее велика, чем заслуга самих разработчиков;

Стендовые модели – прошлое, настоящее, будущее;

Научные эссе;

Живопись, в том числе научно-фантастическая, посвященная истории космических исследований и освоению космоса. Иллюстрации и фотографии на космическую тему.

ПОДРОБНО
О КОНКУРСЕ:
WWW.VESVKS.RU

