

Министерство культуры Российской Федерации  
Российская академия наук  
Комиссия по разработке научного наследия К.Э. Циолковского  
Государственный музей истории космонавтики  
имени К.Э. Циолковского

# **К.Э. ЦИОЛКОВСКИЙ И ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ КОСМОНАВТИКИ**

Материалы  
50-х Научных чтений памяти К.Э. Циолковского

Калуга, 2015



ББК 72.3  
Ц66

50-е Научные чтения памяти К.Э. Циолковского 2015 г.  
проводятся при содействии Правительства Калужской области

\*\*\*

Ответственные за выпуск:  
Н.А. Абакумова, Г.А.Сергеева, Л.Н. Канунова.

### **РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:**

Академик РАН М.Я. Маров (председатель), Н.А. Абакумова (заместитель председателя), д-р техн. наук В.А. Алтунин, канд. техн. наук В.В. Балашов, канд. техн. наук Н.Б. Бодин, д-р техн. наук, проф. В.В. Воробьев, д-р техн. наук, проф. Л.В. Докучаев, Т.Н. Желнина, канд. экон. наук В.В. Зуева, д-р физ.-мат. наук, проф. В.В. Ивашкин, Л.Н. Канунова (ответственный секретарь), д-р филос. наук, канд. техн. наук, проф. С.В. Кричевский, д-р филос. наук В.В. Лыткин, д-р филос. наук, проф. В.М. Мапельман, д-р техн. наук, проф. Ю.А. Матвеев, д-р мед. наук, проф. Э.И. Мацнев, канд. техн. наук А.А. Митина, Г.А. Сергеева, канд. техн. наук, доц. И.Г. Сохин, Е.А. Тимошенкова, В.И. Флоров, д-р техн. наук, проф. О.С. Цыганков, канд. техн. наук В.М. Чеснов (ответственный секретарь), канд. техн. наук Н.А. Чернова.

Ц66      **К.Э. Циолковский и этапы развития космонавтики.**  
*Материалы 50-х Научных чтений памяти К.Э. Циолковского.*  
Калуга: ИП Стрельцов И.А. (Изд-во «Эйдос»). 2015. – 429 с.  
**ISBN 978-5-905697-92-X**

**ББК 72.3**

© Авторы докладов, 2015



**УЧАСТНИКАМ 50-Х НАУЧНЫХ ЧТЕНИЙ  
ПО КОСМОНАВИКЕ, ПОСВЯЩЕННЫХ ПАМЯТИ  
К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО**

Академик В.Е.Фортов, Президент Российской Академии наук

Уважаемые коллеги!

Сердечно приветствую участников, гостей и организаторов юбилейных Научных Чтений памяти нашего выдающегося соотечественника, основоположника космонавтики Константина Эдуардовича Циолковского.

У истоков этого крупного научного мероприятия, начатого 50 лет назад, стояли С.П. Королев и Ю.А. Гагарин. Выход в космос был ознаменован многими выдающимися свершениями, изменившими представления об окружающем мире, способствовавшими развитию передовых технологий и прогрессу цивилизации. Мы по праву гордимся тем, что фундамент этого исторического этапа в развитии человечества был заложен в нашей стране и становление практической космонавтики непосредственно связано с трудами К.Э. Циолковского. Развитию его идей во многом способствуют ежегодно проводимые Чтения, посвященные его памяти, в которых принимают активное участие как отечественные, так и зарубежные ученые и специалисты.

За полвека эффективной работы Чтений они приобрели статус авторитетного научно-технического форума, на котором рассматриваются актуальные проблемы космонавтики и перспективы ее дальнейшего развития, происходит заинтересованный обмен мнениями, передовыми идеями и возможностями реализации инновационных подходов в будущих проектах. Нет сомнения в том, что программа Чтений будет способствовать прогрессу космонавтики, росту авторитета отечественной науки и расширению международного сотрудничества.

Желаю участникам Научных Чтений памяти К.Э. Циолковского успехов и плодотворной работы.



## ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

### **ИСТОРИЯ СТАНОВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ НАУЧНЫХ ЧТЕНИЙ, ПОСВЯЩЕННЫХ РАЗРАБОТКЕ НАУЧНОГО НАСЛЕДИЯ И РАЗВИТИЮ ИДЕЙ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО**

М.Я. Маров

Имя великого русского ученого, основоположника теории космонавтики К.Э. Циолковского сегодня известно во всем мире. Выдающийся конструктор и ученый С.П. Королев писал: «К.Э. Циолковский был человеком, жившим намного впереди своего времени, как и должно жить истинному и большому ученому».

Идея проведения научных Чтений памяти К.Э. Циолковского связана с именами С.П. Королева и Ю.А. Гагарина. По своей значимости и содержанию научное наследие К.Э. Циолковского огромно и многогранно, идеи и гипотезы, выдвинутые ученым более ста лет назад, актуальны и сегодня, а многие новые научные концепции и инженерные решения, претворяемые в жизнь, можно считать воплощением на практике прогнозов ученого.

В конце 1965 г. в целях увековечивания памяти великого ученого и популяризации его научного наследия Всесоюзный комитет космонавтики Федерации авиационного спорта Добровольного общества содействия армии, авиации и флоту (ДОСААФ) СССР обратился в Президиум Академии наук (АН) СССР с предложением ежегодного проведения Чтений, посвященных разработке научного наследия К.Э. Циолковского. С тем же предложением обратился в Академию наук и Институт истории естествознания и техники АН СССР (ИИЕТ). Дом-музей К.Э. Циолковского подключился к этой работе.

Первый состав оргкомитета Чтений возглавил академик АН СССР, дважды Герой Социалистического Труда, генерал-лейтенант артиллерии, заслуженный деятель науки и техники РСФСР Анатолий Аркадьевич Благоднаров (1894–1975). Заместителем председателя оргкомитета был избран Виктор Николаевич Соколовский, один из инициаторов и активный организатор Чтений, кандидат технических наук, заведующий сектором авиации и космонавтики ИИЕТ. Ответственным секретарем Чтений была назначена кандидат технических наук, старший научный сотрудник ИИЕТ Софья Аркадьевна Соколова. С глубоким уважением хочется вспомнить Виктора Николаевича и Софью Аркадьевну, которые являлись душой научного форума, его мощ-



ным локомотивом. Много сил для организации Чтений приложили сотрудники Государственного музея К.Э. Циолковского во главе с директором музея Алексеем Тимофеевичем Скрипкиным.

Благодаря знаниям и организаторскому таланту первых членов оргкомитета форум сразу завоевал авторитет в научном мире.

Первые Научные чтения, посвященные разработке научного наследия и развитию идей К.Э. Циолковского (далее – Чтения), состоялись в Калуге 17–18 сентября 1966 г. На первых Чтениях прошли два пленарных заседания, на которых были заслушаны 20 докладов, в том числе доклады выдающихся ученых современности: доктора технических наук М.К. Тихонравова «Претворение идей К.Э. Циолковского в работах ГИРДА»; доктора физико-математических наук, профессора А.А. Космодемьянского «Оптимальные режимы полета самолетов с реактивными двигателями»; доктора технических наук, профессора Ю.А. Победоносцева и кандидата технических наук Г.Н. Нестеренко «Развитие идей К.Э. Циолковского о ракетных поездках в трудах советских и иностранных ученых»; доктора физико-математических наук Г.Б. Жданова «Космические лучи и взрывные явления во Вселенной»; доктора медицинских наук, профессора И.М. Хазена «Проблема гомеостаза в космической медицине».

В 1967 г. вышел из печати первый сборник докладов Чтений.

На вторых Чтениях были сформированы пять секций: «Исследование научного творчества К.Э. Циолковского»; «Воздухоплавание»; «Проблемы ракетной и космической техники»; «Проблемы космической медицины и биологии»; «Механика космического полета». С 2007 г. в рамках Чтений работают уже 11 секций: «Исследование научного творчества К.Э. Циолковского и история ракетно-космической науки и техники»; «Проблемы ракетной и космической техники»; «К.Э. Циолковский и механика космического полета»; «К.Э. Циолковский и проблемы космической медицины и биологии»; «Авиация и воздухоплавание»; «Космонавтика и общество. Философия К.Э. Циолковского»; «К.Э. Циолковский и научное прогнозирование»; «К.Э. Циолковский и проблемы космического производства»; «К.Э. Циолковский и проблемы профессиональной деятельности космонавтов»; «К.Э. Циолковский и проблемы образования»; «Экономические вопросы космической деятельности».

Благодаря совместной и слаженной работе членов оргкомитета, активных участников форума на протяжении полувека удалось сохранить высокий статус Чтений. Авторитет Чтений зависел и от руководства оргкомитетом. На протяжении многих лет этот научный форум возглавляли выдающиеся ученые страны — академики АН СССР:



- Анатолий Аркадьевич Благодрагов (с 1966 по 1975 гг.);
- Бонифатий Михайлович Кедров (с 1975 по 1985 гг.);
- Всеволод Сергеевич Авдеевский (с 1985 по 2003 гг.).

С 2006 г. оргкомитет Чтений возглавляет Михаил Яковлевич Маров, академик Российской академии наук, ведущий ученый в области изучения Солнечной системы, сравнительной планетологии, природных и космических сред.

В работе Научных чтений памяти К.Э. Циолковского в разные годы принимали участие ведущие ученые страны, академики АН СССР и РАН В.С. Авдеевский, В.П. Глушко, О.Г. Газенко, А.Ю. Ишлинский, Б. М. Кедров, В.П. Мишин, В.В. Парин, Б.Н. Петров, Р.З. Сагдеев, В.П. Казначеев, Б.И. Каторгин, А.С. Коротеев, Ю.П. Семенов, А.Д. Урсул, В.Ф. Уткин, К.В. Фролов, Б.Е. Черток, М.Я. Маров и др. С докладами выступали 43 летчика-космонавта СССР/России.

В настоящее время в организации и проведении Чтений принимают активное участие ведущие предприятия ракетно-космической промышленности и ведущие ВУЗы страны: Институт медико-биологических проблем Российской академии наук, Научно-исследовательский испытательный центр подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина, Центральный научно-исследовательский институт машиностроения, Московский авиационный институт, Институт прикладной математики имени М.В. Келдыша Российской академии наук, Институт философии Российской академии наук, Московский государственный технический университет гражданской авиации, Российский государственный технологический университет имени К.Э. Циолковского, Калужский государственный университет имени К.Э. Циолковского, Федерация космонавтики России, Научно-производственное объединение им. С.А. Лавочкина, Организация «Агат», Юго-Западный государственный университет, Казанский национальный исследовательский технический университет имени А.Н. Туполева, Научно-производственное объединение «Тайфун». Представители этих организаций входят в состав оргкомитета Чтений.

Подводя научные итоги Чтений, мы видим, насколько расширилась география и тематика докладов, представленных на Чтениях. Кроме научно-технических проблем в области ракетной и космической техники, направлений и программ дальнейшего инновационного развития различных направлений космонавтики на заседаниях секций рассматриваются социально-философские проблемы, вопросы экологии космоса, культуры и космического образования в обществе, на Чтениях неоднократно обсуждались вопросы использования достижений космической науки и техники в интересах народного хозяйства,



большой интерес представляют проблемы индустриализации космоса, освоения Луны и межпланетных исследований.

В настоящее время Чтения — это площадка для конструктивного и насыщенного диалога, заинтересованного общения и обмена опытом работы между авторитетными специалистами в области космонавтики России и зарубежных стран и молодыми учеными.

В завершении доклада хочется вспомнить слова самого основоположника космонавтики К.Э. Циолковского: «Я буду рад, если моя работа побудит других к дальнейшему труду».

## **НОВОЕ ЗДАНИЕ – НОВАЯ СТРАТЕГИЯ**

Н.А. Абакумова

Государственный музей истории космонавтики им. К.Э. Циолковского в Калуге, первый в мире музей космической тематики, был открыт в 1967 г. при содействии С.П. Королева и Ю.А. Гагарина. Первоначально музей задумывался и планировался как мемориальный, за полгода до открытия были изменены название и концепция. Предметом экспозиции стала история космонавтики. Залы музея приняли крупногабаритные экспонаты — образцы ракетно-космической техники, искусственных спутников Земли.

На конкурс в 1961 г. было представлено 224 проекта. Первая премия была присвоена проекту под девизом «Калуга» (авторы Б.Г. Бархин, Н.Г. Орлова, В.А. Строгий, К.Д. Фомин, Е.И. Киреев).

В 1977 г. музей был награжден орденом Трудового Красного Знамени, в 1979 г. переведен в разряд научно-исследовательских учреждений РСФСР, в 1982 г. был определен как «головной музей, осуществляющий научно-методическое руководство музеями космического профиля и экспозициями РСФСР», в 2005 г. утвержден как «Научно-методический центр Российской Федерации по оказанию научно-методической помощи в области космонавтики и ракетной техники для музеев различного профиля».

На 1 января 2015 г. собрание музея представлено 73647 музейными предметами, среди которых 49307 предметов основного фонда и 24340 научно-вспомогательного. Собрание включает письменные, изобразительные, вещественные памятники о жизни и деятельности К.Э. Циолковского, А.Л. Чижевского, об истории отечественной и зарубежной космонавтики. Уникальной является коллекция ракетно-космической техники. Посещаемость музея в 2014 г. составила почти 225 тыс. человек.



## Факторы, обуславливающие необходимость модернизации музея.

1. Главная проблема — острая нехватка площадей. Музей не может полноценно представлять коллекции, осуществлять свою деятельность и развиваться (экспозиционные площади музея – всего 2000 кв. м, что не идет ни в какое сравнение с площадями аналогичных музеев за рубежом; неоднократные предложения по расширению музея не реализовывались на протяжении нескольких десятилетий).

2. Несоответствие стационарной экспозиции запросам современной аудитории.

3. Неэффективное осуществление основных функций музея (хранение, выставочная работа, образование, досуг).

4. Неразвитая инфраструктура.

### Задачи модернизации музея.

1. Новая экспозиция музея должна быть максимально приближена к современной научной картине мира, отражающей наиболее актуальные вопросы развития космической науки, техники и цивилизации в целом.

2. Необходимо максимально использовать раритеты коллекций музея при формировании новой экспозиции; активизировать комплектование музейного собрания; внедрить современные музейные технологии, которые сделают содержание экспозиции доступным, ярким, актуальным.

3. Переформатировать работу музея с посетительской аудиторией, сделать посетителя главным действующим лицом в музее. На основе результатов постоянного мониторинга и анализа посетительской аудитории разработать экскурсионные, образовательные и просветительские программы, рассчитанные на разные возрастные, профессиональные и психологические категории посетителей.

4. Создать необходимые условия для пополнения и хранения коллекций музея и научно-исследовательской работы с ними

5. Оптимизировать управление музеем в соответствии с требованиями времени и необходимостью повышения эффективности работы музея.

### Модернизация музея — масштабный государственно-инновационный проект.

В результате модернизации на уровне города Калуга получит уникальный обновленный современный музей и привлекательный, образовательный и культурно досуговый комплекс; Калужская область на региональном уровне получит современный, пространственный музейно-культурный и туристический комплекс в соседстве с ин-



новационным культурным центром; на федеральном уровне — на родине космонавтики первый в мире музей истории космонавтики станет крупнейшим национальным музеем с современным ресурсным наполнением.

Что уже сделано в рамках модернизации. Выполнены Поручение Президента РФ Путина В.В. от 23.07.2007 П-Р-676 и Правительства РФ от 30.04. 2007 СН-П44-20-40, выделен земельный участок под строительство объекта «Вторая очередь Государственного музея истории космонавтики» площадью 7,6 га, разработан Проект Второй очереди ОАО Воронежским проектным институтом «Воронежпроект». Строительство здания второй очереди начато в декабре 2013 г. (осуществляет строительство ООО «Горизонт», входящее в ГК «Роспан»). Целевое финансирование - около 1,4 млрд. рублей. Строительно-монтажные работы рассчитаны на 3 года и должны быть завершены в декабре 2016 г.

В стадии завершения находится разработка комплексной программы развития музея. К концу 2015 г. должны быть представлены концепция экспозиции обновленного музея и научная проектная документация.

Архитектурный замысел «Вторая очередь музея истории космонавтики». При проектировании был учтен архитектурный облик старого здания, являющегося федеральным объектом культурного наследия, особенности прилегающей ландшафтно-рекреационной зоны — парка Циолковского, сквера и склона с прекрасным видом на Яченское водохранилище, экспозицией под открытым небом ракетно-космической техники. Преимущество в композиционном плане остается за главным зданием. Новое современное здание высотой 20,5 м и площадью 12,5 тыс. кв. м вписано в склон береговой линии со сложным рельефом водохранилища. Для главного фасада, обращенного к водохранилищу, предусмотрена открытая маршевая лестница. Предусмотрена эксплуатируемая кровля площадью 2,5 тыс. кв. м. На кровле - купол солнечной обсерватории, площадка солнечных батарей, зенитные фонари для освещения помещений верхнего уровня, зона рекреации. В наружной отделке здания использованы бетонные поверхности, тонированное стекло, серый гранит, нержавеющая сталь. Интерьеры залов музея выдержаны в стиле, повторяющем экстерьер здания.

Характеристики нового здания. Полифункциональный комплекс включает в себя зону для открытого доступа посетителей (экспозиционно-выставочные залы на трех уровнях, интерактивные комплексы: зал космических тренажеров, центр управления полетом, центр космической связи, кабинет авиакосмического моделирования и конструи-



рования), конференц-зал на 250 мест и кинозал с эффектом присутствия 4-D на 100 человек, интеллект-центр (библиотека, читальный зал, информационный отдел), солнечная обсерватория и современная инфраструктура. В здании предусмотрено фондохранилище, оборудованное современным фондовым оборудованием, реставрационная мастерская.

Для успешного долгосрочного развития музей должен адаптироваться к современным экономическим условиям и общемировым тенденциям музейной деятельности.

	Традиционный подход	Современный подход
Миссия	Проинформировать о научно-технических достижениях	Заинтересовать вопросами науки и технологий, обучить и развлечь
Приоритеты основной деятельности	Сохранение и передача традиций	Фокус на конкурентные преимущества и уникальность музея
Принципы организации деятельности	Предоставление социальных услуг	Удовлетворение потребностей целевой аудитории
География деятельности	Регионально	Глобально

Задача — достичь баланса популярности и профессионализма, образования и развлечения, демонстрации достижений прошлого и визуализации будущего.

Концептуальные основы стратегии ГМИК. Сформировать уникальное лицо музея и уникальный музейный продукт, расширить уровень осмысления, содержимое и тематический охват коллекции, экспозиции, обеспечить техническое, экспозиционное и организационное воплощение.

Традиции	Новое
Сохраняем научно-технический профиль	Расширяем тематический и философский блок
Сохраняем приоритетные направления формирования коллекций	Рассматриваем космонавтику как часть общечеловеческой культуры



Решение задач сегодня: поддержка музея, финансовое развитие, сайт музея, работа с целевой аудиторией, музей и туризм, актуализация проектной деятельности, коммуникация.

## **55 ЛЕТ ЦЕНТРУ ПОДГОТОВКИ КОСМОНАВТОВ ИМЕНИ Ю.А. ГАГАРИНА**

Ю.В. Лончаков

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский испытательный центр подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина» (ЦПК) является единственной в Российской Федерации организацией, отвечающей за отбор, подготовку космонавтов к космическому полёту и их послеполетную реабилитацию.

ЦПК образован 11 января 1960 года для подготовки и выполнения пилотируемых полётов в космос. За годы своего существования ЦПК прошел несколько этапов реформирования. Отметим три основных: в 1969 г. Центр стал 1-м НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина с правами и статусом НИИ первой категории (приказ МО СССР № 003 от 07.01.69 г.). В 1995 г. (постановление Правительства РФ от 15.05.1995 г.) Центр получил двойное ведение — он стал подчиняться не только Министерству обороны Российской Федерации, но и Российскому космическому агентству с соответствующим финансированием, что позволило не только сохранить Центр, но и обеспечить выполнение всех пилотируемых программ РФ, в том числе и международных, на самом высоком уровне. В 2009 г. Центр стал гражданской организацией со статусом ФГБУ.

Шаг за шагом создавалась и совершенствовалась система отбора и подготовки космонавтов, её обеспечение — научное, методическое, медицинское, тренажное, организационное и другие. За 55 лет своего развития советская и российская система отбора и подготовки космонавтов превратилась в зрелую, имеющую высокий авторитет не только у нас в стране, но и среди иностранных и международных космических агентств систему. Ее отличительные особенности: научная обоснованность, уникальность квалификации персонала, развитые техническая база, программно-методическое обеспечение и система планирования, в совокупности, обеспечивающие высокое качество подготовки космонавтов. Всего подготовку в ЦПК прошло более 400 космонавтов и астронавтов. В космос слетали 119 космонавтов нашей страны, а также на советских/российских пилотируемых кос-



мических аппаратах — около 100 иностранцев из 28 стран.

Система отбора, подготовки и реабилитации космонавтов взаимодействует со всеми элементами космической инфраструктуры на всех этапах жизненного цикла пилотируемых космических программ: их формирования, проектирования и экспертизы космической техники, её испытаний, выполнении космических полетов, оценки их результатов, создания научно-технических заделов по перспективным космическим программам и т.п. При этом основными функциями системы, в которой Центру отводится роль головной организации в ракетно-космической отрасли, являются отбор, профессиональная подготовка и послеполетная реабилитация космонавтов.

На данный момент Центр продолжает вести интенсивную работу по подготовке российских космонавтов и иностранных астронавтов по программе Международной космической станции (МКС) и обеспечению космических полетов. Одной из особенностей деятельности Центра в современных условиях является необходимость проведения подготовки экипажей в тесной связке с международными партнерами — участниками программы МКС (США, Канада, Япония, странами Евросоюза). При этом надо отметить, что международное сотрудничество в космосе началось еще в 70-е годы программой Союз-Аполлон.

За прошедшие полвека отечественная система отбора и подготовки космонавтов обеспечила эффективное выполнение множества национальных и международных пилотируемых программ. К числу национальных пилотируемых программ относятся: «Восток», «Восход», «Союз», «Буран», «Салют», «Мир». Особенностью профессиональной подготовки космонавтов является необходимость приобретения первичного «космического» опыта в наземных условиях. Возможность обучения космонавтов в реальных условиях космического полета, как это происходит у летчиков, моряков, которые после первичной наземной подготовки приобретают профессиональный опыт деятельности на реальном самолете или корабле под руководством опытных наставников, практически отсутствует. В отличие от них космонавты должны приобретать «космический» опыт на наземных тренажерах, на которых моделируются условия деятельности экипажей космических кораблей и станций. Успех космического полета во многом определяется результатами подготовки космонавтов на тренажерах. Поэтому в Центре вопросам тренажерной подготовки космонавтов всегда уделялось первостепенное внимание.

В настоящее время в Центре внедрены и используются современные информационные технологии обеспечения процессов подготовки космонавтов, включающие: автоматизированные информацион-



но-справочные системы, виртуальные тренажеры и модели, мультимедийные комплексы, информационные порталы и пр.

Деятельность ЦПК на всех этапах своего развития обусловлена созданием и внедрением инновационных технологий, как для развития самой пилотируемой космонавтики, так и применительно к формированию отечественной системы отбора, подготовки и послеполетной реабилитации космонавтов.

Российская Федерация уже определила приоритеты развития космонавтики почти на 20 лет. Главные из них: наращивание и эксплуатация МКС, пилотируемый транспортный корабль нового поколения, новые ракеты-носители. Формируется перспективная программа создания научных космических аппаратов.

Имеющийся научно-технический и кадровый потенциал, накопленный опыт отбора и подготовки космонавтов позволят выполнить в полном объеме возложенные на Центр задачи по Федеральной космической программе в области пилотируемой космонавтики и взятые международные обязательства по программе МКС.

Для обеспечения реализации перспективных космических программ освоения дальнего космоса потребуется дальнейшее развитие и совершенствование существующей системы отбора и подготовки космонавтов, модернизация тренажерно-стендовой базы ЦПК с использованием современных технологий.

## **ИТОГИ РАБОТЫ ОСНОВНЫХ ЭКСПЕДИЦИЙ НА МЕЖДУНАРОДНУЮ КОСМИЧЕСКУЮ СТАНЦИЮ И ПЕРСПЕКТИВЫ ПИЛОТИРУЕМОЙ КОСМОНАВТИКИ**

О.Г. Артемьев, Е.О. Серова, А.М. Самокутяев,  
М.Б. Корниенко, С.Н. Самбуров

В ходе полета экспедиций 39,40 и 41 на Международную космическую станцию (МКС) была выполнена обширная программа научных экспериментов и исследований.

В ходе экспедиций МКС-39 и МКС-40 было реализовано 650 сеансов по 51 эксперименту.

48 экспериментов начато в предыдущих экспедициях, 3 эксперимента («Биополимер», «Отклик» и «Биосигнал») являлись новыми.

### **Основные задачи экспедиции на этапе МКС-39:**

(12 марта–14 мая 2014 года)

– выведение на корабле «Союз ТМА-12М» двух российских



членов экипажа и одного члена экипажа НАСА экспедиции МКС-39/40;

- стыковка корабля «Союз ТМА-12М» к малому исследовательскому модулю «Поиск» (МИМ2);

- загрузка и отстыковка корабля SpX-3 от Node2-Nadir;

- окончательная разгрузка, загрузка и расстыковка корабля «Прогресс М-22М»;

- стыковка корабля «Прогресс М-23М»;

- частичная разгрузка корабля «Прогресс М-23М»;

- стыковка и разгрузка корабля Orb-2 к Node2-Nadir;

- обслуживание операций по загрузке и расстыковке корабля «Союз ТМА-11М» от малого исследовательского модуля «Рассвет» (МИМ1) (возвращение трех членов экипажа экспедиции МКС-37/38/39);

- поддержание работоспособности станции;

- выполнение программы научно-прикладных исследований и экспериментов;

- проведение бортовых фото-, видеосъёмок хроники полёта Российского сегмента (РС) МКС.

Состав экспедиции МКС-39 — 3 человека (12.03–28.03.2014 г.), 6 человек (28.03–14.05.2014 г.).

### **Основные задачи экспедиции на этапе МКС-40:**

(14 мая–11 сентября 2014 года)

- выведение на корабле «Союз ТМА-13М» одного российского члена экипажа, одного члена экипажа НАСА и одного члена экипажа ЕКА экспедиции МКС-40/41;

- стыковка корабля «Союз ТМА-13М» к малому исследовательскому модулю «Рассвет» (МИМ1);

- стыковка и разгрузка корабля SpX-4 к Node2-Nadir;

- загрузка и отстыковка корабля Orb-2 от Node2-Nadir;

- загрузка и расстыковка корабля «Прогресс М-21М» от АО СМ;

- стыковка и разгрузка корабля ATV-5 к АО СМ (подлежит определению);

- стыковка и разгрузка корабля НТВ-5 к Node2-Nadir (подлежит определению);

- загрузка и отстыковка корабля SpX-4 от Node2-Nadir (подлежит определению);

- окончательная разгрузка, загрузка и расстыковка корабля «Прогресс М-23М» от модуля «Пирс»;



- стыковка корабля «Прогресс М-24М» к модулю «Пирс»;
- частичная разгрузка корабля «Прогресс М-24М»;
- загрузка и отстыковка корабля НТВ-5 от Node2-Nadir (подлежит определению);
- обслуживание операций по загрузке и расстыковке корабля «Союз ТМА-12М» от малого исследовательского модуля «Поиск» (МИМ2) (возвращение трех членов экипажа экспедиции МКС-39/40);
- поддержание работоспособности станции;
- выполнение одного ВКД из Российского сегмента;
- выполнение программы научно-прикладных исследований и экспериментов;
- проведение бортовых фото-, видеосъемок хроники полёта РС МКС и работ по программе символической деятельности.

Состав экспедиции МКС-40 — 3 человека (14.05–28.05.2014 г.), 6 человек (29.05–11.09.2014 г.).

Экспедиция МКС-39/40.

В ходе экспедиций МКС-39 и МКС-40 планируется реализовать 650 сеансов по 51 эксперименту.

48 экспериментов начато в предыдущих экспедициях, 3 эксперимента («Биополимер», «Отклик» и «Биосигнал») являются новыми.

#### **Распределение экспериментов по направлениям исследований**

<b>Направления исследований</b>	<b>Наименования экспериментов</b>
Физико-химические процессы и материалы в условиях космоса	<u>"Кристаллизатор"</u>
Исследование Земли и космоса	<u>"БТН-Нейтрон", "Микроспутник", "Напор-мини РСА", "Обстановка", "Радар-Прогресс", "Релаксация", "Сейнер", "Сейсмопрогноз", "Ураган", "Экон-М"</u>
Человек в космосе	<u>"Взаимодействие", "Виртуал", "Иммуно", "Матрешка-Р", "Мотокард", "СПЛАНХ", "Хроматомасс-спектр М", "Биосигнал"</u>
Космическая биология и биотехнология	<u>"АРИЛ", "Асептик", "Бактериофаг", "Биодеградация", "Биориск", "Биоэмульсия", "Кальций", "Каскад", "Константа", "Конъюгация", "Мембрана", "Регенерация-1", "Структура"</u>



Технологии освоения космического пространства	<u>"Альбедо", "БАР", "Биополимер", "Вектор-Т", "Визир", "ВИРУ", "Выносимость", "Дальность", "Идентификация", "Изгиб", "Контроль", "Отклик", "Среда МКС", "Тест"</u>
Образование и популяризация космических исследований	<u>"Великое начало", "Кулоновский кристалл", "О Гагарине из космоса", "Радио-Скаф"</u>
Контрактные работы и эксперименты	<u>"EXPOSE-R"</u>

### **Основные задачи экспедиции на этапе МКС-41**

(11 сентября–10 ноября 2014 года):

- выведение на корабле «Союз ТМА-14М» двух российских членов экипажа и одного члена экипажа НАСА экспедиции МКС-41/42;
- стыковка и разгрузка корабля «Дракон» SpX-5 к Node2-Nadir (подлежит определению);
- стыковка корабля «Союз ТМА-14М» к малому исследовательскому модулю «Поиск» (МИМ2);
- стыковка и разгрузка корабля Cygnus Orb-3 к Node2-Nadir (подлежит определению);
- загрузка и расстыковка корабля Cygnus Orb-3 от Node2-Nadir (подлежит определению);
- загрузка и расстыковка корабля «Прогресс М-24М» от модуля «Пирс» (СО-1);
- стыковка к модулю «Пирс» (СО1) и частичная разгрузка корабля «Прогресс М-25М»;
- обслуживание операций по загрузке и расстыковке корабля «Союз ТМА-13М» от малого исследовательского модуля «Рассвет» (МИМ1) (возвращение трех членов экипажа экспедиции МКС-40/41);
- поддержание работоспособности станции;
- выполнение программы научно-прикладных исследований и экспериментов;
- проведение бортовых фото-, видеосъемок хроники полёта РС МКС и работ по программе символической деятельности.

Состав экспедиции МКС-41 — 3 человека (11.09–25.09.2014 г.), 6 человек (26.09–10.11.2014 г.).



## **Основные задачи экспедиции на этапе МКС-42**

(10 ноября 2014 года–12 марта 2015 года)

– выведение на корабле «Союз ТМА-15М» одного российского члена экипажа, одного члена экипажа НАСА и одного члена экипажа ЕКА экспедиции МКС-42/43;

– стыковка корабля «Союз ТМА-15М» к малому исследовательскому модулю «Рассвет» (МИМ1);

– загрузка и отстыковка корабля ATV-5 от АО СМ;

– стыковка и разгрузка корабля «Дракон» SpX-6 к Node2-Nadir (подлежит определению);

– загрузка и отстыковка корабля «Дракон» SpX-6 от Node2-Nadir (подлежит определению);

– стыковка и разгрузка корабля Cygnus Orb-4 к Node2-Nadir (подлежит определению);

– стыковка к АО СМ и частичная разгрузка корабля «Прогресс М-26М»;

– загрузка и отстыковка корабля Cygnus Orb-4 от Node2-Nadir (подлежит определению);

– обслуживание операций по загрузке и расстыковке корабля «Союз ТМА-14М» от малого исследовательского модуля «Поиск2 (МИМ2) (возвращение трех членов экипажа экспедиции МКС-41/42);

– поддержание работоспособности станции;

– выполнение программы научно-прикладных исследований и экспериментов;

– проведение бортовых фото-, видеосъемок хроники полёта РС МКС.

Состав экспедиции МКС-42 — 3 человека (10.11–24.11.2014 г.), 6 человек (24.11.2014–12.03.2015 г.).

## **ЛУННАЯ ОДИССЕЯ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ КОСМОНАВТИКИ**

### **«ЛУННОМУ СКИТАЛЬЦУ — 45»**

Г.Н. Довгань

17 ноября — особый день в истории мировой космонавтики. 45 лет назад произошло беспрецедентное событие: на поверхность Луны опустился первый в мире телеуправляемый с Земли луноход.

Лунная программа в СССР началась после успешных запусков советских искусственных спутников Земли. 20 марта 1958 г. государственными и партийными органами был принят документ «О запусках космических объектов в направлении Луны», получивший наименова-



ние «Программа "Е"».

Начался второй период отечественной непилотируемой космонавтики (1958–1959). 2 января 1959 г. Телеграфное агентство Советского Союза (ТАСС) оповестило весь мир о старте к Луне с полигона Тюра-Там «первой советской космической ракеты». Пройдя вблизи Луны и передав на Землю разнообразные сведения о ней, она стала первой искусственной планетой Солнца с красивым именем «Мечта». В сентябре того же года «вторая советская космическая ракета», совершив первую жёсткую посадку, доставила на наш естественный спутник выпеллы с изображением Герба Советского Союза и надписью «Союз Советских Социалистических Республик. Сентябрь 1959». Третий лунный космический аппарат (ЛКА) в октябре 1959 г. вышел на орбиту вокруг Луны и сфотографировал её. Земляне впервые увидели обратную сторону естественного и вечного спутника нашей планеты.

В третьем периоде (1960–1966) активное исследование Луны и окололунного пространства продолжилось. В марте 1965 г. С.П. Королёв передал работы по непилотируемым космическим аппаратам (КА) для исследования ближнего и дальнего космоса Машиностроительному заводу имени С.А. Лавочкина (ныне — ФГУП «НПО им. С.А. Лавочкина», г. Химки), Главным конструктором ОКБ-301 которого стал Г.Н. Бабакин.

Новый коллектив разработчиков внёс существенные изменения в «Программу "Е"». 03.02.66 г. «Луна-9» совершила первую мягкую посадку на поверхность Селены, передав на Землю панорамы местного ландшафта. 03.04.66 г. «Луна-10» стала первым искусственным спутником Луны. 24.12.66 г. «Луна-13» осуществила вторую мягкую посадку и передала первые непосредственные исследования лунного грунта.

Начали сбываться предсказания С.П. Королёва: «Наступит и то время, когда космический корабль с людьми покинет Землю и направится в путешествие на далёкие планеты, в далёкие миры. Можно предположить, что в будущем именно Луна станет основной промежуточной станцией на пути с Земли в глубины космоса...» (газета «Правда» от 10 декабря 1957 г.)

Уже в это время в его ОКБ-1 разрабатывалась программа посадки советских космонавтов на Луну. Одним из звеньев этой программы были разработка и конструирование дистанционно управляемого с Земли транспортного средства (ТС) для космонавтов, которые готовились к полёту на Селену. До посадки лунного корабля (ЛК) без космонавта в резервный и с космонавтом в основной районы предпо-



лагалось доставить два таких ТС. Они являлись бы и радиомаяками при снижении ЛК, и средством перемещения космонавта (в случае необходимости) к резервному ЛК.

Четвёртый период (1967–1982) был отмечен развитием и применением телеуправления в уже многофункциональных лунных космических аппаратах (ЛКА). Именно на этот период приходятся уникальные по своей значимости достижения отечественной ракетно-космической отрасли в изучении ближнего космоса.

В ОКБ-301 был создан орбитально-посадочный блок (ОПБ) для доставки передвижной научной лаборатории (лунохода) на поверхность Луны — объект Е8. Были разработаны ещё три модификации: для доставки на Землю лунного грунта (Е8-5, Е8-5М) и лунного спутника (Е8-ЛС).

Запуск ОПБ осуществлялся мощной четырёхступенчатой ракетой-носителем (РН) «Протон-К», созданной коллективом под руководством Главного конструктора В.Н. Челомея.

Луноход состоял из двух основных частей: самоходного шасси и герметичного приборного отсека с научной аппаратурой. Шасси под руководством А.Л. Кемурджиана сконструировали специалисты отдела новых принципов движения в ленинградском ВНИИ-100 — головном танковом КБ страны (ныне — ВНИИ Трансмаш, г. Санкт-Петербург). Коллектив из Химок отвечал за создание и доставку на Луну ОПБ с луноходом, а ВНИИ-100 — за создание самоходного шасси с блоком автоматического управления и системой безопасности движения. На «Луноходе-1» было установлено 9 научных приборов. Все они были отечественного производства, за исключением уголкового светоотражателя, произведённого во Франции. Весил луноход 756 кг, имел в длину с открытой панелью солнечной батареи 4,4 м.

Информация о программе отправки на Луну лунохода была строго засекречена. Из 45 офицеров, проходивших специальный, в том числе и медицинский отбор никто не знал, для каких целей их готовят. Отобрали 14 и представили Г.Н. Бабакину. Началось обучение профессии «сидячих космонавтов» (как нас назвал Георгий Николаевич) на созданных в Симферопольском Центре дальней космической связи (ЦДКС) лунодроме и пункте управления луноходом.

Телеоператорное управление луноходом осуществлялось экипажем в составе двух расчётов.

В расчет входили:

- командир экипажа, координирующий работу экипажа и обладающий правом принятия окончательного решения;
- водитель, непосредственно отдававший команды луноходу



при помощи штурвала, вроде авиационного;

- штурман, прокладывающий трассу движения;
- оператор по наведению остронаправленной антенны, обеспечивающий бесперебойную радиосвязь с луноходом;
- бортинженер, оценивающий по принимаемой телеметрической информации состояние всех систем лунохода в режиме реального времени.

На телевизионный экран с «Лунохода-1» очередной кадр приходил через 21 секунду. По этим чёрно-белым изображениям водитель (а также и командир) уже оценивал обстановку, что там впереди перед луноходом — кратер ли или камень, на каком удалении, каковы их размеры. Двигался луноход со скоростью 33 см/сек.

За время задержки сигнала, он бесконтрольно преодолевал около 6 метров. Другое дело, что перед этим мы успевали оценить по снимкам обстановку и просчитать дальнейший маршрут движения — метров на 7–9, в зависимости от освещённости, углов крена и дифферента.

Сход с посадочной ступени «Лунохода-1» осуществили: командир майор Николай Михайлович Еременко, водитель — старший лейтенант Габдулхай Гимадутинович Латыпов, операторы остронаправленной антенны — майор Николай Яковлевич Козлитин и старший лейтенант Валерий Михайлович Сапранов («горячий резерв»), штурманы — майоры Константин Константинович Давидовский и Викентий Григорьевич Самаль, бортинженеры — майоры Леонид Яковлевич Мосензов и Альберт Евстафиевич Кожевников. Следующий сеанс связи с движением проводил расчёт майора Игоря Леонидовича Фёдорова (командир), в котором я был водителем.

«Луноход-1» проработал около одиннадцати земных месяцев — до 4 октября 1971 г., пройдя около 10 км и обследовав площадь в 80000 кв.м. За 157 сеансов связи телефотометры передали на Землю 211 лунных панорам, телекамеры — почти 25 тысяч фотографий. В 537 точках определялись физико-механические свойства поверхностного слоя лунного грунта (реголита), в 25 точках был проведён его химический экспресс-анализ.

Осуществив большую научную работу, первый в мире телеуправляемый луноход замёрз, оставшись на Луне как памятник триумфу советской космонавтики.

Благодаря запуску к Луне американского орбитального зонда Lunar Reconnaissance Orbiter (LRO, NASA) в 2009 г. у исследователей появилась возможность увидеть поверхность Луны с высоким разрешением (0,4–1,6 м/пиксель) в марте 2010 г., когда учёные с помощью



него обнаружили и провели крупномасштабное фотографирование местонахождений американских посадочных лунных моделей и рывков, посадочных ступеней советских ЛКА, а также «Лунохода-1», «Луноход-2» и следы их колёс.

Рабочая группа по планетной номенклатуре при Международном астрономическом союзе (МАС) 15 июня 2012 г. утвердила 12 названий кратеров, расположенных по маршруту «Лунохода-1», личными именами членов экипажа лунохода.

Наступит час, когда человек, долетев до естественного спутника Земли, сможет повторить путь этого «лунного скитальца» — такое нежное название дали учёные своему первенцу.

Основоположник космонавтики К.Э. Циолковский писал: «Нет ничего важнее, чем наше счастье и счастье всего живого в настоящем и будущем. Мы живём более жизнью космоса, чем жизнью Земли, т.к. космос бесконечно значительней Земли по своему объёму, массе и времени. Множество насущных вопросов сейчас не может быть решено, между тем как жизнь требует их решения, во что бы то ни стало. Отсюда потребность иметь твёрдые, непоколебимые взгляды и решения трудных задач, чтобы не топтаться на одном месте, а идти вперёд, хотя бы рискованным путём». Итак, только вперёд, без непреодолимых препятствий!

## **К.Э. ЦИОЛКОВСКИЙ И СОВРЕМЕННАЯ КОСМИЧЕСКАЯ БИОЛОГИЯ И МЕДИЦИНА**

И.Б. Ушаков

Космическая медицина и биология (КМБ) — система научных знаний и практической деятельности, целью которых является оценка психофизиологических пределов функционирования человека в космических системах, укрепление и сохранение здоровья, предупреждение и лечение болезней в необычных экстремальных условиях космического полета. Это важнейший, а в ряде случаев исходный элемент каждого нового этапа пилотируемой космонавтики, во многом определяющий состояние и перспективы дальнейшего освоения космоса. Прогресс в космонавтике стимулирует развитие КМБ. В то же время без создания надежной системы сохранения здоровья и работоспособности человека в космическом полете невозможно представить и развитие пилотируемой космонавтики.

В докладе представлен анализ развития и реализации в современной космической биомедицине проектов и предсказаний



К.Э. Циолковского: влияния на организм факторов космического полета (перегрузок, невесомости, шума, излучений, температуры и др.) и профилактики его неблагоприятного воздействия; проблем высотной физиологии и внекорабельной деятельности, разработки скафандров; создания бортовых систем жизнеобеспечения человека: искусственной атмосферы, запасов кислорода и поглощения вредных веществ (в том числе, замкнутых экосистем); основ питания космонавтов в невесомости; использования энергии Солнца; подготовке орбитальных и межпланетных полетов (в том числе, с участием международных экипажей). Отмечен высокий уровень развития и научно-практического внедрения указанных проектов и разработок в современной космической биомедицине на основе технологий сегодняшнего дня, позволивших подготовить и реализовать многолетние отечественные и международные программы продолжительных космических полетов. Их дальнейшее развитие проводится и будет осуществляться в рамках международной интеграции: полетах на Международную космическую станцию (МКС), реализации проектов "Бион" и "Марс-500", полетах на Луну (созданием лунных баз) и Марс.

Главные научно-технические проблемы дальнейшего освоения космоса непосредственно связаны с решением фундаментальных и прикладных проблем КМБ:

- использование МКС в качестве научной лаборатории для решения актуальных проблем уточнения и минимизации новых космических рисков для человека при освоении дальнего космоса (в настоящее время скомпенсировано только около 30% медицинских рисков для полетов за пределы орбиты МКС);

- создание медико-биологического задела для пилотируемых полетов к Луне, астероидам и Марсу и создания на них обитаемых комплексов (баз).

Открываются новые перспективы комплексных полетных (на основе наземных моделирований) исследований для решения актуальных проблем КМБ и пилотируемой космонавтики, в том числе с повторными длительными полетами, предложенными при выполнении проекта «Марс-500-МКС».

На перспективу необходимы:

- комплексные оценки медицинских рисков и разработка методов и средств их купирования, а также системы спасения и выхода из нештатных ситуаций на этапах старта, выполнения полетных операций и возвращения на Землю экипажей при полетах на новых космических кораблях;



– разработка систем, предназначенных для поддержания жизнедеятельности космонавтов в условиях длительного автономного существования на большом удалении от Земли, включающих новые высокотехнологичные средства защиты и профилактики комбинированного воздействия гипогравитации, гипомагнитной среды и космической радиации;

– исследования геномных и эпигеномных характеристик человека для оценки здоровья и прогноза переносимости факторов космического полета;

– создание принципиально новых средств профилактики и защиты (искусственная гравитация и искусственное магнитное поле и т.п.).

С целью более своевременного и надежного учета человеческого фактора и медико-биологических ограничений членов экипажей следует рекомендовать предприятиям ракетно-космической промышленности активнее и на более ранних этапах привлекать специалистов по КМБ к проработке медико-технических и эргономических решений при проектировании перспективной космической техники и ее модернизации.

## **ПЯТЬДЕСЯТ ЛЕТ КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ НПО ИМЕНИ С.А. ЛАВОЧКИНА**

**В.В. Хартов, В.В. Ефанов**

В этом году исполнилось 50 лет космической деятельности НПО имени С.А. Лавочкина. В 1955 году нашему предприятию из ОКБ-1 С.П. Королева было передано создание автоматических космических аппаратов (КА) для исследования Луны и планет Солнечной системы.

Под руководством главного конструктора НПО Г.Н. Бабакина с 1965 по 1971 год был создан ряд КА, завоевавших несколько мировых приоритетов в планетных исследованиях.

В 1966 запущен аппарат «Луна-9», впервые в мире совершивший мягкую посадку на Луну. Затем первый искусственный спутник «Луна-10». В 1970 году — межпланетная станция «Венера-7», которая осуществила мягкую посадку на планету, измерила и передала на Землю распределение температуры и давления венерианской атмосферы. Данные аппараты проектировались под энергетические возможности ракеты-носителя среднего класса типа «Союз» и разгонного блока «Л».



С выходом ракеты-носителя тяжелого класса типа «Протон» у создателей автоматических КА появилась возможность создавать изделия с намного большей полезной нагрузкой и эффективностью по решению научных задач, чем ранее. В 1970 году были запущены:

– «Луна-16» — доставка на Землю образцов лунного грунта в автоматическом режиме;

– «Луна-17»–«Луноход-1» — автоматическая мобильная управляемая с Земли исследовательская лаборатория на Луне.

В 1971 году запущена межпланетная станция «Марс-3» — искусственный спутник Марса и первая мягкая посадка на эту планету.

Для дальнейшего исследования Луны и Марса в тот период было отправлено и ряд других аппаратов, в том числе «Луноход-2» (КА «Луна-21») и КА «Луна-24 ». На этом в 1976 году завершилось выполнение лунной программы СССР.

Созданная членом-корреспондентом АН СССР Г.Н. Бабакиным научная школа проектирования автоматических аппаратов для научных исследований позволила и в дальнейшем НПО имени С.А. Лавочкина создавать уникальные, высокоэффективные изделия КА для дальнейшего изучения Вселенной.

В 1975 году были запущены КА нового поколения «Венера-9» и «Венера-10», созданные под руководством главного конструктора С.С. Крюкова. Они впервые передали панорамные изображения поверхности Венеры. Исследования планеты продолжились аналогичными КА «Венера-11, -12, -13, -14» вплоть до 1981 года.

В 1983 году аппаратами «Венера-15, -16» проведено радиолокационное картографирование планеты. Сегодня мы имеем изображения горных хребтов, долин, впадин, высокогорных плато, следов мощных метеоритных ударов, застывших потоков лавы. По ним можно судить о строении Венеры.

С 1977 в НПО имени С.А. Лавочкина КА создаются под руководством главного конструктора, члена-корреспондента АН УССР, АН СССР, РАН В.М. Ковтуненко. В этот период запущены уникальные межпланетные станции «Фобос-1, -2», «Вега-1, -2» (Венера–комета Галлея), орбитальные астрофизические обсерватории «Астрон» и «Гранат», работавшие в ультрафиолетовом, рентгеновском и гамма диапазонах электромагнитного излучения.

К 1995 году на орбиту было запущено 12 спутников серий «Прогноз» и «Интербол» для изучения магнитосферы Земли и космической плазмы. Получены результаты мирового уровня.

В 1996 году была запущена межпланетная станция с широким международным научным участием «Марс-96», которая, к сожалению,



не смогла выйти на отлетную траекторию из-за аварийной работы разгонного блока «Д».

С 2000 года успешно функционирует наш межорбитальный буксир «Фрегат», который уже вывел на высокоэнергетические и отлетные орбиты более 100 КА. Он имеет самое высокое в мире конструктивно-массовое совершенство.

В 2011 году запущена новая орбитальная астрофизическая обсерватория «Спектр-Р-Радиоастрон» для исследования Вселенной в радиодиапазоне электромагнитного излучения. Эти работы осуществляются уникальным, трансформируемым в полете высокопрецизионным, терморазмеростабильным, космическим радиотелескопом. Диаметр антенны — 10 м. Этот телескоп создан также в НПО имени С.А. Лавочкина.

В этом же году выведен на геостационарную орбиту спутник «Электро-Л» для проведения прикладных гидрометеорологических и геогеофизических исследований для Росгидромета.

Была также запущена межпланетная станция «Фобос-Грунт», которая, к сожалению, не вышла на орбиту перелета к Марсу.

В настоящее время нами создаются аппараты для углубленных исследований и освоения Луны в ранее недоступных областях, в частности, в районе южного полюса.

2018 г. — «Луна-25» («Луна-Глоб») — демонстрационная экспедиция с посадочным аппаратом по отработке новых проектно-конструкторских решений посадки и работы на поверхности Луны.

2019 г. — «Луна-26» («Луна-Ресурс А») — орбитальная экспедиция для дистанционного исследования Луны с борта орбитального аппарата, разведки природных ресурсов, исследования космических лучей и нейтрино ультравысоких энергий.

2020 г. — «Луна-27» («Луна-Ресурс ПА») для исследования южного приполярного района Луны с помощью стационарной посадочной станции, оснащенной буровой установкой с возможностью криогенного забора грунта. Затем «Луна-28» («Луна-Грунт») — доставка на Землю лунного реголита, проект предусматривает создание унифицированной посадочной платформы, взлетной ракеты, возвращаемого на Землю аппарата, средств отбора лунных образцов с большой глубины, загрузку и криогенное хранение лунного грунта, доставляемого на землю, а также осуществление точной посадки на маяк, расположенный на Луне. Районами посадки планируется область южного полюса, в котором предполагаются залежи водяного льда.



На более отдаленную перспективу НПО имени С.А. Лавочкина предлагает проект «Лунный полигон», основными задачами которого являются:

- создание технологии переработки имеющихся на Луне полезных ископаемых, пригодных в дальнейшем для обеспечения работы лунных промышленных комплексов;
- определение перечня запасов, технологий переработки и доставки на Землю редкоземельных элементов;
- выполнение широкого спектра фундаментальных и прикладных научных исследований.

Этот полигон будет условно разделен на научную, служебную, технологическую и взлетно-посадочную зоны. Для обслуживания возможны кратковременные экспедиции – посещения космонавтов.

В настоящее время нами создается российско-европейская межпланетная станция «ЭкзоМарс», запуск в 2018 г. Российская сторона обеспечивает запуск и создает посадочный аппарат. Его научная программа включает исследование внутреннего строения и климата Марса на поверхности, воды в подповерхностном слое грунта с высоким разрешением, обитаемости поверхности Марса, вулканизм.

В рамках этого проекта планируется создание объединенного с ЕКА наземного комплекса приема данных и управления межпланетных миссий и в области контроля качества. Подготовка освоения Марса: разведка районов посадки и подповерхностной воды; мониторинг радиационной обстановки.

С 2014 года в объеме научно-исследовательской работы (НИР) начинается проработка проекта по теме «Бумеранг». Он предусматривает доставку реликтового вещества Фобоса на Землю, определение физико-химических характеристик грунта Фобоса, изучение происхождения спутников Марса, исследование космической плазмы и др.

Также проводится предпроектная проработка автоматических КА для всестороннего изучения Марса с целью доставки на Землю марсианского вещества, и проект «Лаплас» — исследование Юпитера и его спутников.

Помимо реализации планетных экспедиций мы значительное внимание уделяем автоматическим космическим обсерваториям, наш приоритет в создании которых в России неоспорим.

Уже более четырех лет на орбите действует астрофизическая обсерватория «Спектр-Р–Радиоастрон», работающая в радиодиапазоне электромагнитного излучения. Создан крупнейший наземно–космический интерферометр, имеющий плечо около 300 000 км, обеспечивающий рекордное разрешение получаемой информации.



На ближайшую перспективу готовятся к запуску обсерватории «Спектр-РГ» с рентгеновскими телескопами, «Спектр-УФ» с ультрафиолетовым телескопом. На среднесрочную перспективу создаются космические обсерватории «Спектр-Миллиметрон» и «Гамма-400».

Указанные космические комплексы планируется создавать с привлечением международной кооперации по полезной нагрузке.

Нами также создается ряд малоразмерных орбитальных научных аппаратов.

В целях информационного обеспечения социально-экономического развития страны создаются новые орбитальные метеорологические комплексы: геостационарный «Электро-М» (развитие функционирующего КА «Электро-Л») и «Арктика-М», работающая на высокоэллиптической орбите, типа «Молния» и ряд других КА.

Реализация указанных проектов позволит России вернуть одно из лидирующих мест в мировых научных фундаментальных и прикладных исследованиях.

За прошедшие 50 лет НПО имени С.А. Лавочкина создано и запущено в космос около 200 автоматических космических аппаратов, из них около 80 для фундаментальных научных исследований.



**Симпозиум**  
**«ЧЕЛОВЕК В ОТКРЫТОМ КОСМОСЕ.**  
**ИСТОРИЯ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ»**

**50 ЛЕТ ТРУДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**  
**В ОТКРЫТОМ КОСМОСЕ**

О.С. Цыганков

Полувековой юбилей — весомый повод осветить и осмыслить такой феномен человеческой деятельности, как работа в открытом космосе. В кратком изложении представлены история становления и развития, сущность и структура, научное обеспечение и практические результаты, современный этап и тенденции развития внекорабельной деятельности (ВКД).

**Обоснование и сущность ВКД.** Стремление человечества быть вписанным в структуру Вселенной, несомненно, не могло обойтись без осуществления выхода *Homo sapiens* в открытое космическое пространство. В научно-технической и гуманитарно-философской литературе этой проблеме всегда сопутствовал вопрос о целесообразности и необходимости деятельности индивида непосредственно вне космического корабля (КК) или станции. Организм человека, как и всех земных существ, формировался и развивался в гравитационных, температурных и атмосферных условиях планеты Земля. И вот человек попадает в ситуацию, остроконфликтную по отношению к условиям его зарождения и существования, в безвоздушное, безопорное, без земного притяжения пространство. Нужно ли человеку стремиться в открытый космос? Подводит ли к этому логика освоения космоса, логика развития человеческой цивилизации?

Ещё в 1896 г. К.Э. Циолковский, позднее Г. Оберт предугадали и описали выход из «ракеты» и работу человека в открытом космическом пространстве. Дальновидный и прогностический ответ на вопрос о необходимости деятельности в открытом космосе был дан академиком С.П. Королёвым в марте 1965 г. в беседе с корреспондентами, посвящённой полёту КК «Восход-2»: «Это не фантастика, это необходимость. Чем больше люди будут летать в космосе, тем больше эта необходимость будет проявляться». И предвидение К.Э. Циолковского, и научный прогноз С.П. Королёва осуществляются в наше время.

Пионерский эксперимент по выходу в открытый космос был выполнен 18 марта 1965 г., когда космонавт А. Леонов впервые в мире



вышел из шлюза КК и пробыл вне его 00 час.12 мин. Это был очередной значительный шаг в освоении космического пространства. Было показано, что человек может жить и активно действовать в открытом космосе. Применительно к внекорабельной технике для ВКД был сделан вывод об острой необходимости оснащения КК средствами перемещения и фиксации в условиях микрогравитации. Это было учтено при подготовке перехода через открытый космос КК «Союз-5» в КК «Союз-4» в январе 1969 г. уже двух космонавтов, что способствовало появлению опыта для постановки и решения новых объемных задач. Дальнейшая производительная деятельность космонавтов нашей страны в открытом космическом пространстве осуществлена на орбитальных станциях (ОС) «Салют-6», «Салют-7», орбитальном комплексе «Мир», Международной космической станции (МКС).

К началу полёта ОС «Салют-6» была сформирована рабочая концепция подготовки ВКД, продуктивность которой была подтверждена миссиями 1977–1982 гг. Работы, выполненные на ОС «Салют-7» (1982–1986 гг.) стали следующими шагами в развитии и утверждении теории и практики ВКД. Можно уверенно констатировать, что к началу эксплуатации орбитального комплекса (ОК) «Мир» (1986 г.) положение относительно методов реализации и уровня эффективности ВКД, применительно к существующему защитному снаряжению, было **стабилизировано для гарантии положительных результатов**. Работы, выполненные в процессе ВКД на ОК «Мир», стали значительным периодом в развитии отечественной и мировой теории и практики ВКД. Этот бесценный опыт продолжает расширяться, углубляться и накапливаться при сборке и эксплуатации МКС.

С началом сотрудничества по программам «Мир–Шаттл» и «Мир–НАСА» выпукло проявилось существование, особенности и преимущества отечественной школы ВКД, сформировавшейся на базе теоретических разработок и практического опыта. Этот опыт заимствуется зарубежными коллегами из NASA, ESA, JAXA.

Выход членов экипажа из обитаемых герметичных отсеков является одним из сложных, напряженных, связанных с повышенным риском участков полета как для космонавтов, так и для специалистов наземных служб, которые создавали и отрабатывали технику, готовили экипаж, обеспечивали управление ОС на этом участке. Обусловлено это экстремальными условиями среды, в которой разворачивается ВКД, и совокупностью специфических особенностей, присущих ВКД, а именно:



– использованием защитного снаряжения — скафандра, обеспечивающего жизнедеятельность, но изменяющего функциональные возможности человека;

– безопорным состоянием и изменением биомеханики человека, необходимостью фиксации космонавта и всей предметной среды;

– изменением поведения веществ и конструкционных материалов, особыми закономерностями протекания технологических процессов.

Движущими силами развития и совершенствования ВКД являлись как успешные технические и медицинские исследования и разработки, так и те проблемы и ситуации, которые ставила жизнь в процессе эксплуатации ОС.

Техническим обоснованием осуществления ВКД является необходимость достижения следующих целей:

– проведение завершающих сборочно-монтажных работ при сооружении крупногабаритных и многомодульных объектов, межмодульные соединения и коммуникации, которые выполняются космонавтами в процессе ВКД;

– расширение научно-технических возможностей ОК, дооснащение, реконструкция, модернизация, реконфигурация в течение многолетнего полета посредством работ, выполняемых в процессе ВКД;

– обеспечение длительного и надежного функционирования ОС путем технического обслуживания и ремонта оборудования на внешней поверхности, выполняемых космонавтами в процессе ВКД;

– парирование нештатных ситуаций, ликвидация их последствий, утилизация объектов, аварийно-спасательные и восстановительные работы, выполняемые в процессе ВКД.

Параллельно с научно-техническими ставятся и достигаются народно-хозяйственные (экономическая эффективность), социальные (безопасность жизни и здоровья экипажа) и общественно-политические (престиж страны) цели.

**Организация ВКД.** Новизна и сложность комплекса научно-технических проблем по обеспечению возможности человеку жить и продуктивно работать в условиях открытого космоса очевидна. Последовательное и корректное решение этой задачи потребовало постановки её как общегосударственной, привлечения научного и инженерного потенциала и организационных мероприятий в масштабе страны. ВКД была реализована совокупностью организаций и предприятий, определённых Постановлениями Правительства, и работающих под эгидой Совета Главных конструкторов. ***В результате проведенных меропри-***



*ятий, в стране была сформирована организационная структура обеспечения ВКД.*

**Научно-исследовательская и конструкторско-экспериментальная основа ВКД.** Отсутствие опережающих, целенаправленных, проблемно-ориентированных исследований, отсутствие объективной и всесторонней информации о специфике ВКД являлось бы серьёзным препятствием для осуществления отечественных космических программ. Поэтому научно-техническое обеспечение работ в условиях открытого космического пространства стало одной из насущных и актуальных исследовательских и инженерных задач на этапе создания и эксплуатации ОС. Сложность и уникальность ВКД обусловили необходимость её репрезентации в виде целостной эргатической системы, одним из элементов которой является космонавт, проведения структурно-функционального анализа; применения комплексного подхода при эргономическом проектировании деятельности космонавтов и принципов эргодизайна при разработке технических средств ВКД; использования методов полунатурного физического и математического моделирования. *Реализация программ исследований, разработок, экспериментов и испытаний позволила создать в нашей стране научно-техническую базу обеспечения ВКД, успешно выполнить все задачи, которые были поставлены в проектах и программах или возникали в процессе полета.*

**Практика ВКД.** По целевым задачам выходы в открытый космос на отечественных ОС распределяются следующим образом:

Дооснащение и техническое обслуживание -	49%
Работа с научной аппаратурой -	29%
Парирование нештатных ситуаций и ремонт -	22%

Ряд выполненных сборочно-монтажных работ по их сложности и оригинальности решений могут быть отнесены к уникальным в мировой космонавтике:

- работы по увеличению энергопотенциала ОС — расширение эффективной площади солнечных батарей на ОС «Салют-7» и ОК «Мир»;
- доставка на борт и установка устройства «грузовая стрела»;
- сборка и установка крупногабаритных ферменных конструкций;
- установка на ферме «Софора» (1992 г.) выносной двигательной установки;
- монтаж, раскрытие и отделение от ОК «Мир» антенны «Рефлектор» (1999 г.);
- запуск микроспутника в процессе полёта.



Наиболее значительные ремонтно-восстановительные работы, которые предотвратили прекращение полёта ОС и/или позволили продолжить полёт в полном объёме их возможностей:

- инспекция стыковочного агрегата переходного отсека (ОС «Салют-6»);

- отсоединение зацепившейся антенны КРТ-10 и разблокирование стыковочного агрегата (ОС «Салют-6»);

- ремонт объединённой двигательной установки, сборка герметичных соединений (ОС «Салют-7»);

- обеспечение стыковки модуля «Квант» путём инспекции и очистки стыковочного агрегата (ОК «Мир»);

- ремонт телескопа ТТМ на модуле «Квант» (ОК «Мир»);

- ремонт люка шлюзового отсека модуля «Квант-2» (ОК «Мир»);

- закрепление поврежденной солнечной батареи СБ-2 на модуле «Спектр» (ОК «Мир»);

- предотвращение баллистического спуска путём разблокирования замка в соединении спускаемый аппарат- бытовой отсек КК «Союз» в составе Российского сегмента (РС) МКС (2008 г.).

Проведение научных экспериментов в сеансах ВКД, использование возможностей экипажа предоставляет широкое поле для естественнонаучных исследований. Такие неординарные результаты, как, например, управление расплавленным металлом и электронным лучом, искусственное северное сияние, открытие сверхновой звезды в созвездии Лисички, плазменный кристалл, обнаружение микроорганизмов в жизнеспособном состоянии в открытом космосе, открытие и установление новой границы биосферы Земли и многое другие получены действиями космонавтов в процессе ВКД. ***ВКД стала неотъемлемой составляющей в практике эксплуатации орбитальных станций и позволила выйти на принципиально новые позиции по срокам активного существования и диапазону их научно-технического потенциала.***

**Тенденции развития и футурологические перспективы ВКД.** Разработчики и испытатели оборудования и технологии ВКД, все те, кто отрабатывал и осуществлял на практике программы ВКД, осознавали определённую ответственность перед будущим. Ведь их трудом закладывались основы и выбирались векторы развития ВКД, которые могли определить уровень и состояние ВКД на годы вперёд. Эффективные образцы оборудования и рациональные методические приёмы ВКД, разработанные в 1970–1980 годы, используются не один десяток лет.



Специалист, профессиональные интересы которого обращены к завтрашнему и послезавтрашнему дню, пытается прогнозировать эволюцию близкой ему отрасли науки, техники или сферы деятельности человека. И неудивительно, что у него появляется стремление философски осмыслить продукт своей профессиональной деятельности, тем более, что дело касается будущего космонавтики, человечества, цивилизации. Установившийся уровень эффективности ВКД, вполне удовлетворительный для минувших этапов развития космонавтики, включая строительство РС МКС, не является предельно достижимым и достаточным. Факторами, способствующими резкому повышению эффективности ВКД, могли бы стать следующие:

- скачок в скафандростроении, который приблизил бы функциональные возможности человека в скафандре к возможностям человека без скафандра;

- прорыв в области космической робототехники, повышающий манипуляторные характеристики роботов-манипуляторов до уровня возможностей руки человека и использование искусственного интеллекта;

- автоматизация технологических операций на внешней поверхности объектов.

По мнению автора, проявление указанных факторов в период осуществления среднесрочных программ вряд ли можно признать возможным, по крайней мере, не ранее, чем к концу текущего столетия. Следовательно, путь повышения эффективности ВКД в обозримые сроки — это эволюционное совершенствование тех существующих средств ВКД, которые могут быть качественно улучшены, а в случаях возникновения нетипичных полётных задач — созданы новые на доступном уровне техники и производства.

Каковы перспективы развития ключевого элемента системы ВКД – скафандра? В его составе может появиться бортовой компьютер для управления агрегатами жизнеобеспечения, а также с функциями экспертной системы и интеллектуального партнёра; криогенные агрегаты, биоэлектронные органы зрения, экзоскелетон, автономные средства перемещения, достаточные энергоресурсы. Ввод информации осуществляется устными командами, указания космонавту передаются речевым синтезатором, вся информация отражается на остеклении гермошлема. Положено начало концептуальным и экспериментальным исследованиям в области создания новых видов защитного снаряжения, когда на базе новых материалов и технологий создаётся оболочка облегающего типа без газовой прослойки между телом и оболочкой, как это реализовано в существующих скафандрах. Такое решение поз-



волит сохранить локомоторные возможности человека без значительных ограничений. При этом скафандр как инженерное сооружение может иметь модульно-сборную конструкцию, которую можно трансформировать в композицию для условий орбитального или межпланетного полёта, для условий Луны, Марса, астероида или других небесных тел.

А что же человек? Каковы потенциальные возможности человека в скафандре, роль и место, содержание и формы участия в космической деятельности? По-видимому, по мере космизации человечества, будет происходить изменение *Homo sapiens*, базой которого должна стать потенция самозволюции, позволяющая человеку трансформировать себя. На взгляд автора, путь совершенствования человека будет связан с применением методов биоэлектроники, нанохирургии, психотерапии, биотехнологии и, может быть, в будущем, как возможность, геной инженерии. При условии положительного вектора самозволюции человека в области психики и интеллекта, такое слияние человека и техники превращает систему «человек – скафандр» в некий когнитивно-технический комплекс, который позволительно рассматривать в качестве субъекта космической деятельности в открытом космическом пространстве и именовать его космоантропом. Скафандр будущего — это внешняя граница внутреннего «Я» космонавта.

Начало третьего тысячелетия отмечено актуализацией интереса мирового сообщества к экспедиции на Марс. Исследования и разработки в интересах пилотируемой экспедиции на Марс станут очередным этапом в развитии ВКД. Опыт геоорбитальной ВКД является достаточным основанием для реализации ВКД в межпланетном полёте или в полёте по ареоцентрической орбите. ВКД на поверхности Марса, новая сфера деятельности человека в космическом пространстве, потребует новых исследований.

Например, получена аналитическая и модельно-экспериментальная оценка воздействия ветровых нагрузок на марсонавта на поверхности планеты, что так важно будет для десантной группы экипажа при полёте на Марс.

Вопрос о том, нужно ли оснащать Марсианский межпланетный комплекс средствами воспроизведения искусственной тяжести — один из многих вопросов для его создателей. Предложен когнитивно-эмпирический подход к определению работоспособности космонавта после межпланетного полёта, что и должно стать критерием для ответа на поставленный вопрос. Проведён эксперимент по такой оценке с многообещающими результатами.



Временным лагом, отделяющим историческое прошлое от современности, принято считать 50 лет. Для специалистов по ВКД — это не прошлое, а расширенное на всю трудовую жизнь настоящее. Так, относительно действий космонавта на поверхности Луны можно отметить, что сохранены не только опыт и отчёты об отработке и испытаниях по этой тематике, но ещё трудятся специалисты, которые были активными участниками этих работ.

*Таким образом, за исторически короткий период работа в открытом космосе как целесообразная созидательная деятельность, как социальная функция из научно-технического прогноза становится инженерной и этической реальностью континуума трудовой деятельности человечества на современном этапе освоения космического пространства.*

## **ВЫХОД В ОТКРЫТЫЙ КОСМОС И ЭВОЛЮЦИЯ ТЕХНОЛОГИЙ, ЧЕЛОВЕКА И ЧЕЛОВЕЧЕСТВА**

С.В. Кричевский

1. В трудах К.Э. Циолковского особое внимание уделено выходу человека в открытый космос, его деятельности в свободном пространстве, а также перспективам создания «животного космоса» — разумного существа с автотрофным питанием, способного жить в космическом пространстве, как прообраз возможной трансформации человека в отдалённом будущем [Циолковский К.Э. Вне Земли (1920); Животное космоса (1929)]. Он предложил ряд технологий для освоения человеком открытого космоса, описал основные особенности этой деятельности, которые нашли подтверждение и применение в науке и практике.

2. Краткая история и результаты. Первым вышел в открытый космос 18 марта 1965 г. космонавт Алексей Леонов (СССР) из космического корабля (КК) «Восход-2» на околоземной орбите (длительность ~ 12 мин.). Вторым 3 июня 1965 г. был астронавт Эдвард Уайт (США), вышел из КК «Джемини-4» (длительность ~ 20 мин.), использовал для перемещения ручное реактивное устройство. За 50 лет совершено 733 выхода в открытый космос (из них 14 — на Луне), общая продолжительность ~ 4000 час. (~ 167 сут.), где были и работали всего 215 чел. (США — 133 чел., из них 12 чел. — на Луне), 65 космонавтов СССР/ России сделали 256 выходов общей продолжительностью ~ 1180 час. (~ 49 сут.) [Мировая пилотируемая космонавтика. История. Техника. Люди (2005); Сайт Новости космонавтики. <http://novosti->



kosmonavtiki.ru/]. Созданы новые технологии и техника, получены новые знания, накоплен опыт, особенно на Луне (1969–1972 гг.), при эксплуатации орбитального комплекса (ОК) «Мир» (1986–2001 гг.) и действующей Международной космической станции (МКС) (с 1998 г.).

3. Освоение открытого космоса людьми идет по 2-м направлениям:

- внекорабельная деятельность (ВКД) с выходом за пределы космических аппаратов;

- деятельность (в перспективе) в открытом космосе при создании автономных поселений – колоний в космосе, баз на Луне, Марсе и других небесных телах.

4. Опыт работы и жизнедеятельности человека в открытом космосе оказывают значительное воздействие на эволюцию «земных» и космических технологий и техники, на развитие, результаты и перспективы космической деятельности в России и мире. Ряд технологий (материалы, конструкции, системы управления, обеспечения жизнедеятельности и т.д.), результаты деятельности человека в открытом космосе применяются в других сферах деятельности, в т.ч. при создании сложных робототехнических систем, в медицине и т.д.

5. Перспективы эволюции технологий, человека и человечества в контексте влияния выхода в открытый космос связаны с реализацией 3-х взаимосвязанных стратегий:

- «гонка» достижений и рекордов ВКД;

- создание и эксплуатация внеземной космической инфраструктуры, взаимодействие «земной» и «космической» частей общей инфраструктуры человечества;

- расселение и постоянная жизнь людей вне Земли с последующей эволюцией и трансформацией человека и общества на Земле и в Космосе.

6. Влияние выхода в открытый космос на эволюцию человека и человечества идет через идеи, технологии, практику, прогнозирование, воздействуя на науку, культуру и общественное сознание, на все сферы деятельности общества и реальные процессы нашей земной и космической эволюции.

7. О перспективах и последствиях — от выхода в космос в скафандрах до создания новых «пород людей» и «животного космоса» в далеком будущем, еще почти 100 лет назад писал К.Э. Циолковский. «Может быть, даже человечество так преобразуется..., что не будет в пустоте нуждаться ни в скафандрах, ни в жилищах» [Циолковский К.Э. Вне Земли. М.: Золотая аллея, 2008. С. 104]. «Надеялись с течением времени выработать породы людей, которые не погибали немед-



ленно при отсутствии воздуха... Они были бы почти в полной безопасности в заатмосферных колониях» [Там же. С. 161]. Вопросы автотрофности «животного космоса», поставленные Циолковским в одноименной работе (1929) становятся все более актуальными для будущего человека. Автотрофность рассматривали в своих трудах В.И. Вернадский, А.Д. Урсул и др., в т.ч. для сохранения биосферы Земли, освоения космоса и перехода к ноосфере [Урсул А.Д. Космические перспективы автотрофности человечества (1995)]. 50 лет назад С. Лем предложил реконструкцию человека и киборгизацию [Лем С. Сумма технологии (1968)]. 30 лет назад предложена идея нано-скафандра с тонкой оболочкой из наноструктур, облегающих и защищающих тело человека, что в сочетании с нанобиороботами в организме человека будет обеспечивать безопасность и восстановление тела человека, его жизнедеятельность [Дрекслер К.Э. Машины создания (1986)]. В XXI веке начинается применение принципиально новых NBICS-технологий. В России реализуется проект «Аватар» [Ицков Д. (2012)] для создания постчеловека — кибернетического бессмертного человека в 4 этапа, начиная с копии — небелкового протеза тела человека (1-й этап) и до перехода в «тело-голограмму» (4-й этап) [Сайт Россия-2045. <http://2045.ru>]. Дальнейшее развитие возможно как создание пост-постчеловека — «живого универсального разумного существа» [Кричевский С.В. Космическое будущее человека и человечества (2013)]. В областях футурологии и трансгуманизма есть множество других технологий и проектов трансформации человека и общества в связи с выходом в космос ([Футурология (2013)] и др.).

8. Таким образом, существует 3 сценария (варианта) будущего:

- совершенствование скафандров и других технологий обеспечения жизнедеятельности человека в открытом космосе;
- трансформация человека в биоробота, киборга и т.п.;
- превращение человека в «животное космоса», в т.ч. с дальнейшим преобразованием тела в другие формы (не антропоморфные) и т.п.

9. Все эти технологии, проекты и трансформации радикально повлияют на будущее человека и человечества, поэтому уже сейчас требуют опережающего анализа и решения сложнейшего комплекса проблем (этических, правовых, медицинских, социальных, технических, экономических, экологических и др.), а также введения ряда ограничений и даже моратория на реализацию ряда проектов и технологий.

10. Существуют серьезные опасности, риски и ограничения для человека в космосе, а также критические взгляды на достижения в



космосе, развитие и перспективы человека и общества в связи с этим. В начале космической эры, в 60-е гг. XX века Х. Арендт в философском эссе «Покорение космоса и статус человека» сделала важный анализ разрушительного влияния покорения космоса на человека и наше будущее из-за того, что в космосе мы как будто избавились от земной природы и расположились вне ее, приближаясь к достижению архимедовой точки, в которой статус человека перестанет существовать [Арендт Х. Между прошлым и будущим. М., 2014. С. 390–412]. Современный российский философ В.А. Кутырев резко критикует освоение человеком космоса, трансгуманизм, трансформацию человека, «трансгуманного человека» и постчеловека [Кутырев В.А. Бытие или ничто (2010); Небытие тоже определяет сознание (2015)]. Существует реальная угроза «расчеловечивания», а также вырождения и гибели человека и человечества в космосе, в т.ч. из-за невозможности репродукции и других негативных факторов окружающей среды вне Земли [Кричевский С.В. Расселение человечества вне Земли (2012)].

11. С выходом в открытый космос связаны выдающиеся достижения и результаты, большие возможности и перспективы, а также сложнейшие противоречия и риски для человека и общества на Земле и в Космосе при развитии технологий, техники в сфере ВКД и др. сферах высоких технологий. Все это предстоит исследовать, учитывать и использовать для безопасности и устойчивого развития России и человечества при активном международном сотрудничестве, особенно в связи с обострением глобального кризиса и переходом цивилизации к новому технологическому укладу (см. также: [Кричевский С.В., 2015] в данном Сборнике в разделе «Секция 6. Космонавтика и общество. Философия К.Э. Циолковского»).

## **НОВЫЕ ЗАДАЧИ ОСВОЕНИЯ ПЛАНЕТ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ**

**В.А. Воронцов**

Вновь и вновь мы вспоминаем, как в свое время К.Э. Циолковский широко развивал мысль, что «человечество не останется вечно на Земле, но, в погоне за светом и пространством, сначала робко проникнет за пределы атмосферы, а затем завоюет себе все околосолнечное пространство».

Безусловно, начиная с исследования планет земной группы, в которую входят Меркурий, Венера, Земля и Марс, и, если не считать



Землю, спутник Земли Луна, наибольшие успехи в настоящее время достигнуты в освоении ближайших к нам Венеры и Марса.

Планеты-гиганты, имеющие огромные размеры и массу, в Солнечной системе представлены также четырьмя космическими объектами: Юпитер, Сатурн, Уран и Нептун.

На поверхность спутника Сатурна Титана осуществил посадку исследовательский зонд «Гюйгенс», определивший, что поверхность напоминает влажный песок или ледяную кашу, а температура на поверхности около минус 180 градусов Цельсия. В разработке находится проект исследования системы Юпитера с возможным посещением его спутников Европы и Ганимеда.

Плутон, первый транснептуновый объект, открытый в 1930 году, был лишен статуса планеты по решению Международного астрономического союза в 2006 году. Теперь, когда исследовательский зонд «Новые горизонты», после 9,5 лет полета, подошел к Плутону на близкие 12,5 тысяч км, и уже сделал несколько открытий, мнения ученых по поводу его статуса вновь заколебались.

Интересны новые данные космического аппарата «Венера-Экспресс», касающиеся вулканической активности, суперротации атмосферы планеты и др. Весьма любопытны новые данные, полученные при обработке информации предыдущих экспедиций, но с использованием новых технических возможностей. Необходимо расширить программу исследования планеты Венера с применением различных технических средств с увеличением длительности функционирования на поверхности (при температуре около 500°С, а также в атмосфере). Аэростатные зонды космических аппаратов «Вега» плавали в атмосфере двое суток, а стоит задача увеличить длительность до недели, месяца и более (проект «Венера-Д»).

Учитывая всё возрастающий интерес к новым задачам освоения планет Солнечной системы, в том числе, новых развивающихся и активных участников космической деятельности, а также ограниченные финансовые возможности отдельных стран, возрастает роль международного сотрудничества в осуществлении новых перспективных проектов.

## **ЧЕЛОВЕК В КОСМОСЕ. ВОПРОСЫ БЕЗОПАСНОСТИ**

Ю.А. Матвеев

Выход человека из космического корабля в открытый космос, который произошел 50 лет назад (А.А. Леонов, 1965 г.), - одно из вы-



дающихся событий на пути освоения космического пространства. Это был первый «робкий шаг», за которым последовали другие. Процесс освоения космического пространства (КП) все более расширяется (человек на Луне, Международная космическая станция (МКС)).

Успешное освоение КП обусловлено, на наш взгляд, прежде всего решением вопросов обеспечения безопасности. Реализация новых космических проектов, несомненно, потребует расширения работ в этом направлении. Остановимся на некоторых аспектах системы обеспечения безопасности (СОБ) человека при выполнении космических миссий.

Различают вопросы внешней (часто называют экологической) безопасности и внутренней безопасности. Основная позиция при решении любых вопросов безопасности — это реализация принципа гарантированного результата, исключения действий, которые бы привели к отклонению от расчетных условий (штатной ситуации). Обеспечивается это введением комплекса нормативных мер на всех стадиях реализации проекта, разработкой системы контролирующих мероприятий.

При реализации новых проектов предвидеть все возможные изменения «среды» практически невозможно, поэтому для обеспечения безопасности космического аппарата (КА) формируют специальную СОБ, задача которой - вести упреждающий анализ состояния и динамики рассматриваемого объекта, предупреждать возможные выходы системы за зону безопасности, проводить разработку мер по парированию угроз, находить пути выхода из опасной ситуации. От того, как построена такая СОБ и как она успешно функционирует, часто зависит успех миссии (потеря КА «Фобос-грунт» на ранней стадии реализации проекта — пример плохой работы СОБ КА).

Рассматривается проблема определения системной безопасности (ОТС) как состояния, при котором выполняются принципы существования и развития системы. Обсуждается возможность получения количественной оценки уровня безопасности. Представлены основы методики оценки безопасности при проектировании, при выборе схемных решений, при формировании объектов космической техники. На примере проекта МКС приводятся данные оценки уровня безопасности, динамики этого уровня при эксплуатации.

Обсуждаются особенности решения задач проектирования техники и космических миссий с учетом требований обеспечения безопасности реализации проекта, схемы их решения. Отмечен прогностический, упреждающий характер исследований безопасности при реализации космических проектов.



## **ПЕРВАЯ (АЭРОКОСМИЧЕСКАЯ – ЧЕЛНОК ЗЕМНОЙ) СТУПЕНЬ ЛУННОЙ ТРАНСПОРТНОЙ СИСТЕМЫ**

В. И. Флоров,

Г. Мишуков, Ю. Задубровская, Я. Скрипка, Л. Чернега, А. Буфтяк

Мы исходим из того политэкономического факта истории, что ее (историю) «творят воля и труд человека». Весь исторический процесс возбуждается в процессе живого труда людей и овеществляется, накапливается в культуре человека, образуя абстрактную форму средств производства, увеличивающих производительность живого труда. Часть накопленного труда в циклическом процессе совершает обращение и воспроизводится. Вторая накапливается бессменно. Ее называют всеобщим трудом. Космонавтика лежит на этой магистрали человеческой культуры и ведет нас к бессмертию во Вселенной.

В развитии космонавтики нас интересуют реперные точки космической магистрали. Здесь сразу возникает вопрос об ограниченности Земли для масштабных задач. Можно запустить спутник в десятки тонн, можно запустить базу–станцию и экспедицию на Луну. Это потребует перевезти на Луну сотни тонн грузов. Можно сделать то же самое на Марсе. Это еще в разы больше. Но зачем? Есть два обстоятельства: во-первых, каждую из этих задач отдельно пытается решать отдельные сверхдержавы или группы стран, как будто бы разыгрывается спортивный приз между игроками – странами; во-вторых, эти задачи тупиковые. Затраты на них большие, а их результаты ничего не дают для подготовки следующего этапа развития космонавтики. Экстенсивное развитие космонавтики должно опираться на развитие ее космического хозяйства. Космонавтика должна выйти на уровень материально-энергетической самостоятельности. Безусловно, Земля – мать должна выкормить ее своим «молоком». Но этому есть предел. Поэтому нельзя путать задачи космической магистрали развития и локальные задачи текущей политики, которые проявляют себя в престиже решения эффектных (но неэффективных) задач.

Для этого ей необходимо производство на космической материально-энергетической базе не на Земле, а на Луне. На Луну нужно вывести с Земли компактный промышленный эмбрион, который сможет развиваться на материально-энергетической ее основе.

В докладе мы подробнее рассмотрим первую аэрокосмическую ступень лунной транспортной системы для промышленного освоения Луны.



Она может представлять собой аэрокосмический аппарат - челнок земной с самолетным стартом и посадкой с ракетным и воздушно-реактивным разгоном до высоты  $H \sim 30$  км и до скорости  $V = 7$  км/сек (max), после чего аппарат выйдет на режим разгона за счет жидкостного ракетного двигателя до  $V = 5$  км/сек., достигнув апогея своей орбиты  $H > 100$  км. Затем, на пятиминутном отрезке пассивного полета, полезный груз передается космической части первой ступени (челнок космический), которая совершает дальнейший активный полет на высоту опорной орбиты до орбитальной скорости и стыкуется с базой-станцией.

## **КОСМОНАВТ ВЫХОДИТ В ОТКРЫТЫЙ КОСМОС. В СКАФАНДРЕ! А ОБЩЕСТВО?**

В.И. Флоров

Человек не может жить в открытом космическом пространстве без скафандра. На Земле условия жизни соответствуют его биологической природе, в космосе - враждебны ему. Человек создает и охраняет искусственную техническую систему (скафандр), воспроизводящую вокруг него тонкий слой земной атмосферы. Этим он решает противоречие своего перехода с Земли в космическое пространство.

А люди, общество? Нет ли здесь противоречия при переходе ими космической границы развития? И настолько ли безболезненен этот переход? Попытаемся разобраться.

Развитие общества происходит во всеобщем процессе производства. Еще К. Маркс показал, что этот процесс есть единство двух форм: естественной и общественной. Процесс этого решения может выражаться в социальных «механизмах» одной из двух исторических формаций:

- первая возникает стихийно и является игровым, конфликтным, многокритериальным (у каждого индивида свой критерий) способом решения задачи;

- вторая создается организованным общественным разумом и является оптимальным способом решения этой задачи по одному (на всех индивидов вместе) общественному критерию.

Переход от первой формации ко второй есть болезненный и многофазный процесс. Часть общества (Лучшие), заинтересованная в сохранении старого способа, готова остановить прогресс производства и уменьшить численность человечества и, тем более, ограничить его распространение рамками Земли. Их лозунг: «Прочь ложь о космиче-



ском бессмертия человечества! Да здравствует Земля (где достаточный прогресс создан Лучшими) на многие лета, Неравенство в пользу Лучших, – кормильцев наших, охраняемая нами всеми Демократия по лекалам Лучших, и Вера во все, что говорят Лучшие (пока они Лучшие, то есть имеют власть). О стабильности структуры мирового лучшизма тоже можно не переживать, и в этом вопросе идет глобализация. В пределе общество выйдет на уровень «Железной пяты» по Дж. Лондону, и на конец истории по Фукияме.

Он порождает борьбу в обществе под прикрытием общих лозунгов высших требований: естественной, абсолютной, Божественной справедливости. Он запирает канал «магистрали» истории расходами на общественную борьбу и приводит общество в социальный тупик.

Часть общества, заинтересованная в переходе ко второму способу, формируется в этой исторической борьбе, разрабатывает и внедряет способ оптимального решения ресурсной задачи, тем самым открывает магистральный канал истории. Их лозунг: «Перед планетой и историей *Homo sapiens* все индивиды равны. Здесь равенство есть общее достояние всех и каждого в истории за те жертвы, которые всеми принесены в борьбе за равенство–неравенство».

Оптимальный способ организации жизни открывает путь к космическому бессмертию Человека. Он есть его «социальный скафандр на его надпланетной и космической магистрали», он защищает его от враждебной для прогресса его внутренней стихии, его неорганизованной социальной среды.



**Секция 1. «ИССЛЕДОВАНИЕ НАУЧНОГО ТВОРЧЕСТВА  
К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО И ИСТОРИЯ РАКЕТНО-  
КОСМИЧЕСКОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ»**

**«ЛОКОМОТИВЫ ИСТОРИИ»:  
К 80-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ ИЗВЕСТНЫХ ИСТОРИКОВ  
РАКЕТНОЙ ТЕХНИКИ И КОСМОНАВТИКИ  
Ю.В. БИРЮКОВА И В.Ф. РАХМАНИНА**

Т.Н. Желнина

Говорят, историю творят холодным разумом, а пишут горячим сердцем. Это в полной мере относится к нашим славным юбилярам – настоящим историкам Юрию Васильевичу Бирюкову и Вячеславу Федоровичу Рахманину.

Ю.В. Бирюков родился 20 августа 1935 г. в Москве. Окончил МВТУ им. Н.Э. Баумана, инженер-механик по летательным аппаратам (1959), заочную аспирантуру при ИИЕТ СССР. Работал в ОКБ-1 под руководством С.П. Королева: инженером, старшим инженером (1958–1969). Участвовал в разработке космического корабля «Восток», в проектировании межконтинентальных боевых ракет и космических ракет-носителей, в выполнении научно-исследовательских работ по развитию ракетной техники в СССР. В 1969–1999 гг. работал в ЦНИИмаше: ведущим инженером, начальником группы и сектора историко-технических исследований. Был ответственным исполнителем межведомственных научно-исследовательских разработок по истории советской ракетно-космической техники периода 1917–1975 гг. Параллельно с этой деятельностью заведовал отделом науки журнала «Техника — молодежи» при ЦК ВЛКСМ (1979–1984). С 1999 г. жизнь и работа Ю.В. Бирюкова была связана с Мемориальным музеем космонавтики и Мемориальным домом-музеем академика С.П. Королева, а также Политехническим музеем (2002–2007). В создании экспозиций музеев и выставок по истории космонавтики Ю.В. Бирюков принимал участие с 1964 года – он внес значительный вклад в разработку тематико-экспозиционных планов Государственного музея истории космонавтики им. К.Э. Циолковского и павильона «Космос» на ВДНХ. Он — член бюро Ассоциации музеев космонавтики (АМКОС). Ю.В. Бирюков постоянный участник (и член Оргкомитетов) всех Научных Чтений по космонавтике, которые проводятся (и проводились) в нашей стране. В Калугу Ю.В. Бирюков приезжает уже в течение полувека —



он был одним из семнадцати докладчиков на Первых Чтениях, посвященных разработке научного наследия и развитию идей К.Э. Циолковского, которые состоялись в сентябре 1966 г. С 1986 г он является одним из руководителей секции «Исследование научного творчества К.Э. Циолковского и история ракетно-космической науки и техники».

Ю.В. Бирюков — автор более 100 научных и научно-популярных статей в сборниках «Из истории авиации и космонавтики» и других изданиях ИИЕТ РАН, энциклопедиях, журналах «Авиация и космонавтика», «Техника-молодежи», «Вестник РАН», «Земля и Вселенная», «Новости космонавтики», в сборниках трудов Научных Чтений по космонавтике. Он — редактор-составитель сборников «Творческое наследие академика Сергея Павловича Королева» (1980), «Материалы по истории космического корабля «Восток» (1991), «Начало космической эры. Политехнические чтения», вып. 3 (2003) и автор комментариев к опубликованному им совместно с Н.С. Королевой Энциклопедию жизни и научного творчества С.П. Королева (2014). Ю.В. Бирюков — действительный член Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского, заслуженный работник культуры РФ. Он — член общества «Знание» и Союза журналистов СССР, Всероссийского общества охраны памятников истории и культуры. Награжден медалями, дипломами, имеет награды Федерации космонавтики, АМКОС, ЦУПа, ВДНХ, ЦК ВЛКСМ. Ветеран труда.

В.Ф. Рахманин родился в селе Сарай Рязанской области 17 сентября 1935 г. Окончил Московский авиационный институт (1959) и был направлен на предприятие, носящее в настоящее время название ОАО «НПО Энергомаш им. академика В.П. Глушко». С первых дней работы на предприятии занимался разработкой уникального ракетного двигателя для верхних ступеней космических ракет. Следующим этапом в трудовой биографии В.Ф. Рахманина стало участие в разработке двигателей для космических ракет «Космос» и «Циклон», а также для боевых ракет, создававшихся в КБ «Южное» под руководством М.К. Янгеля и В.Ф. Уткина. В 1978 г. В.Ф. Рахманин был назначен заместителем генерального конструктора, а в 1980-х годах в качестве главного конструктора проекта возглавил разработку двигателей для боевой ракеты, получившей наименование «Воевода». В этот период В.Ф. Рахманин тесно сотрудничал с руководителем КБ «Южное» В.Ф. Уткиным, являлся постоянным участником Совета Главных конструкторов, проходивших под председательством В.Ф. Уткина. За успешную сдачу на вооружение Ракетных войск стратегического назначения этого ракетного комплекса Вячеславу Федоровичу была присуждена Гос-



ударственная премия СССР (1988). За заслуги в области ракетостроения В.Ф. Рахманин награжден двумя орденами Трудового Красного Знамени и медалями. В.Ф. Рахманин — действительный член Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского, член президиума Федерации космонавтики России, кандидат технических наук, лауреат премии им. В.П. Глушко и золотой медали академика В.Ф. Уткина. В настоящее время В.Ф. Рахманин продолжает работать в ОАО «НПО Энергомаш», уделяет значительное время изучению и популяризации истории отечественной ракетной техники, публикует статьи в журналах «Полет», «Двигатель», «Новости космонавтики», «Природа» и др. а также участвует в работе отечественных и международных конференций и конгрессов по ракетно-космической тематике. С 1990-х годов В.Ф. Рахманин принимает участие в Научных чтениях по разработке научного наследия и развитию идей К.Э. Циолковского. С 2001 г. он — член Оргкомитета Чтений и один из руководителей секции «Исследование научного творчества К.Э. Циолковского и история ракетно-космической науки и техники». Первые исторические очерки В.Ф. Рахманина относятся к концу 1990-х годов, но он стремительно вошел в число наиболее авторитетных специалистов по истории отечественного двигателе- и ракетостроения. Его работы «Ракеты пламенный мотор. Очерк истории ГДЛ–РНИИ–ОКБ–НПО Энергомаш», «Главный конструктор ракетных двигателей В.П. Радовский», «Фторный ЖРД: соотношение возможности и необходимости», «Валентин Петрович Глушко — пионер и творец отечественной ракетной техники», «Глушко и ракета Н-1» и особенно «О "немецком следе" в истории отечественного ракетостроения», «С.П. Королев и В.П. Глушко: сотрудничество и амбиции», «Две легенды», «В поисках ответа: «Есть ли жизнь на Марсе?», «Проблематичное начало и драматический конец разработки ракеты-носителя Н-1» сразу же позволили заполнить многие «пустоты», которые до этого оставались в историографии ракетной и ракетно-космической техники.

Что объединяет Ю.В. Бирюкова и В.Ф. Рахманина как историков? Ответственность перед историей, частью которой они сами являются и которую восстанавливают для нас. Они многое знают и помнят из собственного производственного опыта, из личного общения с легендами отечественной космонавтики С.П. Королевым и В.П. Глушко. Но они никогда не полагаются только на память, их работы основаны на тщательном изучении исторических документов, на неустанном поиске новых исторических фактов. Сходен и тип истории, создаваемой ими. Это — не история повседневности, а, скорее, рассказ о деяниях. Иногда в этом рассказе они занимают противоположные пози-



ции. Но сегодня мы знаем, что оценка исторического смысла события не может быть абсолютно объективной и исчерпывающей. Образ прошлого это всегда, хотим мы того или нет, отражение наших осознанных и неосознанных предпочтений и интересов. Главное — Ю.В. Бирюков и В.Ф. Рахманин бесконечно преданы историческим изысканиям и способны в череде событий прошлого увидеть особый исторический смысл.

## **К.Э. ЦИОЛКОВСКИЙ О ЛИЧНОСТИ В ИСТОРИИ**

В.В. Лыткин

В докладе рассматривается проблема влияния личности на ход исторического развития цивилизации в творческом наследии наиболее ярких представителей русского космизма. Автор приходит к выводу о том, что их взгляды формировались под влиянием русской революционно-демократической мысли, немецкой классической философии, русской религиозно-философской традиции. Их социально-антропологические идеалы имели ярко выраженный утопический характер, ибо признавались достижимыми и реализуемыми в далеком будущем. Или же уже реализованными другими высшими цивилизациями космоса.

Соразмерность человека и остального мира послужили основой для разработки русскими космистами целостного взгляда на мир. Параллельно этому шло формирование нового типа мышления, связанного с экологизацией и космизацией человеческой деятельности. Ответственный прогресс, по мнению представителей космизма К.Э. Циолковского, В.И. Вернадского, Н.Ф. Федорова, В.С. Соловьева и др., есть закономерное и неизбежное явление во Вселенной, живущей по единым законам. Так как прогресс науки и техники бесконечен, ибо бесконечна и Вселенная, познание которой и реализует наука и техника, следовательно, бесконечным будет и процесс развития общества. Что же в этом случае будет происходить с человеком, как индивидуальной составляющей общества? Будет ли и он развиваться вместе с обществом, и если будет, то в каком направлении произойдет это?

Лишь избранные, отдельные личности, те, кого мы называем гениями, учеными, философами и мыслителями, способны понять, возглавить, повести за собою это вселенское движение по пути к счастью. Данные представления об определяющей роли гениев в прогрессе человечества характерны для всего творчества Циолковского. В 1916 г. он писал: «...Если бы были отысканы гении, то самые ужасные несча-



стья и горести, которые даже кажутся нам сейчас неизбежными, были бы устранены! Гении совершали и совершают чудеса. Кому же это неизвестно!». Именно гении, по мнению ученого, должны стать теми двигателями, теми локомотивами прогресса, которые мощно поведут за собою все общество по пути общественного прогресса.

Идеи Циолковского о роли гениев в истории человечества, благодаря своей яркости и однозначно высокой оценке, уже давно привлекают исследователей его творчества. Сам ученый обращал наибольшее внимание на работы Платона, выделяя их как наиболее яркие в социально-философском плане. Циолковский подчеркивал то большое значение, которое Платон оказал лично на его мировоззрение, и прежде всего в формировании представлений о выдающейся роли личностей в развитии общества, прогрессе науки и техники. Циолковский высоко оценивал и вклад Томаса Мора в развитие идеи справедливого и прогрессивного общества путем участия в его управлении выдающихся личностей, освобождением труда и каждого человека как личности.

При этом особенно пристальное внимание исследователей творчества Циолковского привлекает тот факт, что, вероятнее всего, эти идеи в той или иной степени были заимствованы учеными, прежде всего, в русской философской традиции. Речь идет о влиянии на формирование мировоззрения К.Э. Циолковского идей Н.Г. Чернышевского, Н.А. Добролюбова, Д.И. Писарева. При этом особенно выделялась концепция П.Л. Лаврова о роли героя-интеллигента в общественном прогрессе и особенной роли естествознания в социальном преобразовании общества. Более поздние исследователи творчества Циолковского отмечают, что у русских революционных демократов ученый заимствовал, прежде всего, социально-утопические идеи. Очень интересным и заслуживающим внимания являются параллели, которые прослеживал Л.В. Лесков между К.Э. Циолковским и В.И. Вернадским по вопросу о роли гениев и выдающихся личностей в истории цивилизации. В частности, по этому поводу Вернадский отмечал: «Я уверен, что все решает личность, а не коллектив, elite страны, а не демос». Похожие мотивы прослеживаются и в концепции бога-человечества В.С. Соловьева. Именно космическое, вселенское человечество способно менять мир и менять себя, достигая высших пределов совершенства как нравственного, духовного, так и физического, интеллектуального. У Н.Ф. Федорова идея прогресса и вселенского совершенства и могущества человека увязана с его концепцией «супраморализма», в соответствии с которой человечество способно стать совершенным, лишь выполнив «сыновий долг» перед «праотцами». Их надо воскресить



силами науки и веры к вечной блаженной жизни и расселить в космосе.

Так начинается тот процесс, который С.Н. Булгаков называл «раскрещиванием Руси»: «С крещения Руси началась история России, христианское семя пало здесь на совершенно девственную почву, на неводеланную целину, с раскрещиванием начинается совсем новая эпоха истории». Большое влияние на формирование в русской философской традиции идеи о выдающейся и определяющей роли личности в истории человечества оказали взгляды немецких философов, прежде всего Ф. Ницше. Это влияние мы можем проследить и в работах русских космистов. Шопенгауэр определяет выдающихся людей не иначе как «учителей рода человеческого», людей, ведущих мир к свету и благополучию. Это весьма близко к характеристике гениев, данной Циолковским: «Кто более мыслителей благодетельствует человечеству?! Гуманисты поучают нас жить мирно между собою». Ницше абсолютизирует, гипертрофирует гения, возводя его в ранг «сверхчеловека» в самом зловещем значении этого слова. Это «гений-полубог», способный разрушать и наказывать, уничтожать, если это необходимо для достижения цели. Гении Циолковского поведут общество к уничтожению всего низкого, всего несовершенного, всего того, что мешает истинной, высшей, совершенной жизни с точки зрения высшего же разума. Высшая, космическая этика руководит гениями. Этика, недоступная человеку обычному. Космос принадлежит высшим, совершенным существам, сверхлюдям, сверхцивилизациям.

Таким образом, в формулировании антропологических идеалов для русского космизма характерным было признание центрального, лидирующего места в общественном прогрессе за выдающейся личностью (В.И. Вернадский), бого-человеком (В.С. Соловьев), гением-ученым (К.Э. Циолковский). Именно гении, по мнению Циолковского, должны выдвигаться обществом, возглавлять его и, реализуя свои открытия и изобретения, осуществляя свои философские и этические концепции, способствовать общественному прогрессу на пути к счастью. Интересы человека, счастье для каждого человека, безграничное развитие каждой личности, его нравственное совершенство, достижение личностью бессмертия (Н.Ф. Федоров) - вот антропологический идеал русского космизма. Этот идеал носит ярко выраженный утопический характер, ибо признается достижимым и реализуемым в далеком будущем.



## **«ИДЕАЛЬНЫЙ СТРОЙ ЖИЗНИ» К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО — УТОПИЯ И ТОТАЛИТАРНОЕ ГОСУДАРСТВО**

А.В. Хорунжий

Социальная утопия К.Э. Циолковского не раз становилась объектом анализа исследователей. Особый интерес вызывает время формирования проекта, совпавшее со складыванием в СССР типа мобилизационного общества, носившего явные тоталитарные черты, и судьба его автора, который, в отличие от многих других современников, предлагавших свои варианты социальных преобразований, не разделил в 1930-е годы их трагическую судьбу. Все они восприняли события 1917 г. как начало преобразований, которые приведут не просто к созданию более справедливого общества, но и дадут возможность реализовать их собственные идеи.

Существование подобных точек зрения с официальной идеологией продолжалось до начала 1930-х годов, когда, в основном, завершилась ликвидация последних очагов, пусть даже лояльного, но инакомыслия.

Закономерно, что в 1917–1921 гг. Циолковский активно разрабатывал свой проект социального переустройства и предпринимал попытки его распространения. В 1921–1924 гг. интерес мыслителя к этой проблематике уменьшился, что было вызвано как разочарованием от первых неудач, так и одной из первых волн подавления инакомыслия. Наиболее известным и показательным событием этой кампании была высылка за рубеж части ведущих русских философов, экономистов, профессоров и кооператоров и аресты среди другой ее части.

С 1924 г. в идеологической сфере происходила своеобразная «оттепель», характеризовавшаяся толерантностью к альтернативным проектам, не критиковавшим, а как бы развивавшим установленный после октября 1917 г. строй. И с 1925 г. по 1931 г. Циолковский вновь активно пытается распространять свои философские и социальные взгляды. Однако, отклики на публикации, а также весьма холодная реакция читателей на предложенные Циолковским идеи привели последнего к выводу о необходимости вновь переработать свое учение, сделать изложение еще более убедительным и понятным. Тем временем складывание мобилизационного типа общества в стране привели на рубеже 1930-х годов к укреплению тоталитарной системы и к жесткому идеологическому контролю в науке.

С 1931 г. публиковались только труды Циолковского, посвященные его техническим проектам.



Запрет практически лишил Циолковского возможности поделиться с читателем результатами работы, которую он считал главным делом своей жизни. Ученый нашел пусть паллиативный, но выход. Он составил список статей «Для друзей» и стал рассылать их по почте наиболее близким ему по взглядам корреспондентам. При этом мыслитель просил размножить очередную статью (по мере возможностей) и раздать интересующимся, а исходный текст вернуть ему. Рассылавшиеся статьи были частью сборника очерков, посвященных его «Космической философии», над которыми мыслитель работал в последние годы жизни. Сборник должен был стать наиболее законченным и доступным для широкого читателя изложением взглядов мыслителя. Однако здоровье ученого в последние годы жизни не позволило ему завершить начатое.

Деятельность Циолковского-изобретателя получила высокую оценку и общественное признание, но комплекс его идей по достижению человечеством счастья, то есть то, ради чего, собственно, он работал и над техническими проектами, был мало кем принят. «Я самый бессильный и одинокий человек, жажду делать хорошее, но не могу. Меня печалит и угнетает мое бессилие...», — признавался он [Архив РАН. Ф. 555. Оп. 4. Д. 21. Л. 18]. «Понятно, почему молчат о моей философии, нет на нее теперь моды, даже более» (Цит. по: Кутузова Л.А. К.Э. Циолковский — «Моим друзьям»: к вопросу о распространении ученым очерков о Вселенной // Труды XXIV-XXV Чтений, посвященных разработке научного наследия и развитию идей К.Э. Циолковского. М., 1991. С. 35).

К концу жизни Циолковский был озабочен сохранностью своего архива после смерти. Он хорошо понимал как несвоевременность, неуместность своих взглядов в середине 1930-х годов, так и ту медлительность, с какой человечество усваивает новые идеи: «...По общечеловеческой слабости: не признавать ничего оригинального, что так несогласно с воспринятыми и окаменевшими уже мыслями... Хочу избавиться от всякого суда и контроля, кроме общественного, после издания моих работ. Если рукописи не будут изданы, то легко могут затеряться после моей смерти» [Циолковский К.Э. Собр. соч. Т.4. М., 1964. С. 430].

По совету друзей Циолковский перед смертью направил письмо на имя И.В. Сталина, в котором завещал «все свои труды по авиации, ракетоплаванью и межпланетным сообщениям... партии большевиков и советской власти», рассчитывая, что при этом сохранятся рукописи и по другой тематике. Этой цели он добился: после его кончины его документы и рукописи были собраны и вывезены в государственный



архив, что создало необходимые предпосылки для основательного изучения его творческого наследия по проблемам философии, социологии, естествознания и техники.

Таким образом, до самого конца жизни Циолковский оставался верен своей цели — найти пути, которые привели бы человечество к счастью и донести эти идеи до человечества, пусть даже в далеком будущем, несмотря на любые внешние обстоятельства.

## **ЧЕЛОВЕК В «КОСМИЧЕСКОЙ ФИЛОСОФИИ» К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО**

Т.Н. Желнина

В подавляющем большинстве публикаций отсутствует объективный разбор «космической философии» К.Э. Циолковского. В них игнорируется важный для современного общества вопрос об отношении «космической философии» к христианству. Предлагаемый доклад — продолжение доклада, прочитанного на XLIX Научных чтениях памяти К.Э. Циолковского и носившего название «Лжехристианские идеи в "космической философии" К.Э. Циолковского». Основная мысль, высказанная тогда, заключалась в характеристике «космической философии» как разновидности оккультного, антихристианского учения. Оккультный характер «космической философии» определяется такими признаками как: отказ принять Библию за источник сверхъестественного откровения; идолопоклонство (поклонение стихиям космоса); мистицизм; натурализм; многобожие.

«Космическая философия» как ничто другое противоположна христианству. Расхождений между ними множество, главное же, как нам представляется, заключается в том, что основу «космической философии» составляет любимая идея оккультистов — человек возродится САМ — без Бога и Христа.

Циолковский оказался удивительно нечувствителен к христианскому учению о спасении и вечной жизни. Религиозная проблема предстала для него исключительно подчиненной преодолению страха смерти. При этом, утилизируя христианские слова, он говорил на своем нехристианском языке. Взяв из христианства идеи воскресения и вечности жизни, он стал настаивать на том, что пути, ведущие к ним, лежат не в сфере духовной, но в сфере материальной.

По Циолковскому жизнь вечна, потому что бессмертна материя, человеку вообще не нужно бояться смерти и стремиться к победе над ней, потому что смерти как таковой нет. Отсюда вывод — чтобы вос-



креснуть (быть бессмертным), человеку не нужно что-то делать специально. Материальная основа человека — чувствующий «атом» — после прекращения жизненных функций и разрушения тела обязательно переместится в какой-нибудь другой объект природы и рано или поздно окажется в теле высшего существа, каких во Вселенной множество, и наконец-то испытает подлинное счастье. Циолковский не исключал и возможности того, что «атом» того или иного человека, до того как попасть в его настоящее тело, уже не раз жил жизнью высших существ, совершая вечное путешествие в бесконечных просторах Вселенной. Вопрос о том, что между прошлыми и будущими жизнями «атома» нет никакой связи, Циолковского вообще не интересовал. Его биологическое понимание человека совершенно исключало понятия души и личности. Человек, как самосушая ценность, в «космической философии» полностью терялся, он рассматривался как автомат, машина, материал, «из которого будет построено общественное здание человечества».

Каждая личная жизнь в мире Циолковского лишена абсолютно-го достоинства. Поэтому у него нельзя найти основ для предпочтения одного образа жизни другому: что лучше — не радоваться, чтобы не страдать, или испытать одну минуту жизни, полной наслаждений, чем провести десятилетия скуки и прозябания. Поэтому основной путь совершенствования человека для Циолковского «искусственный подбор», посредством которого «плодовитость несовершенных родов должна <...> ослабляться или уничтожаться». Циолковский готов отказаться даже от всего генофонда, накопленного землянами, если найдется «одна гениальная, даровитая, долголетняя и общественная пара», которая через 300 лет будет способна «своим совершенным потомством вытеснить все несовершенное человечество, если прекратить или замедлить его способность размножаться». Мало кто знает, что сочинение «Свойства человека» он писал в качестве учебного пособия для тех селекционеров будущего, кому доведется «искусственный подбор» претворять в жизнь и выводить породы совершенных людей.

В основе христианства: признание безусловной ценности всякой человеческой личности как образа и подобия Божьего, недопустимость обращения с человеческой личностью как со средством и орудием, человеческая душа стоит дороже всех царств мира, человек, всегда неповторяемый и индивидуальный, для христианства более первичная и глубокая реальность, чем общество. Как писал Н.А. Бердяев: «Человек может и часто должен жертвовать своей жизнью, но не личностью,



личность в себе он должен реализовать. <...> Именно личность призвана к вечной жизни, есть завоевание вечности».

Идеал христианства: воскресение человека в преображенном теле. Такое тело создает дух человека, который любит Бога больше, чем себя и всех ближних, как себя самого. Такой человек свободен от всякого себялюбия. Циолковский отверг обе заповеди Христа, составляющие основу христианства — любовь к Богу больше, чем к себе, и любовь к ближним, как к себе. Он провозгласил любовь к себе больше, чем к другим людям. Отверг он и идею бескорыстного нравственного долга, сочтя единственным мотивом поведения человека стремление к своей пользе. Мир Циолковского состоит из обособленных деятелей, замкнутых в себе.

Циолковский не открыл в христианском догмате троичности бесконечно ценного смысла: Каждое Лицо Святой Троицы не замкнуто в себе, но единократно с двумя другими Лицами. И наши земные, ограниченные личности, созданные по образу Божию, и все существа в мире до некоторой степени единосущны друг с другом и соучаствуют в жизни друг друга. Бытие мира и человека неосуществимо и нелегально вне соотнесения всех существ друг с другом. Как писал Н.О. Лосский: «<...> Мир построен Богом так, что все существа как бы включены друг в друга: все имманентно всему, не мешая, однако, относительной самостоятельности друг друга и не нарушая четкой разграниченности всех существ».

Циолковский видел источник зла в пагубных страстях, терзающих плоть. Ему казалось — все зло оттого, что «атом» живет в этом гнусном теле. Христианин видит вину в своей воле, в своем духе, в своем грехе. Тот «образ», который Творец от Себя дал человеку, включает в себя свободу. По слову преподобного Макария Великого: «Как Бог свободен, так свободен и ты, и если захочет человек, делается сыном Божиим или сыном погибели». Основой христианского учения является убеждение, что изначально нравственное зло — гордость и себялюбие. Все остальные формы зла — несовершенство тела, людская вражда, смерть — только последствия изначально зла, причина которого — отрыв от Бога. Поэтому искупление зла возможно только через воссоединение с Богом.

Биологическое миропонимание Циолковского отрицало идеальный аспект мира, и это объясняет, почему он вообще не касался вопроса о грехе.

Господство над природой Циолковскому было необходимо, чтобы избавить человека, изначально бессмертного, от страданий материальных — бед, лишений, бедности, нужды. Он был уверен, что



нашел способ избавить человека и от страданий духовных, сделав его бесстрастным, вплоть до лишения его чувства любви («В идеальном обществе будут искусственным подбором родителей ослаблять страсти и, между прочим, любовь»).

«Космическая философия», имеющая своей ключевой концепцией идею бессмертного «атома», является религиозным учением. Но поскольку она ставит задачу «искусственным подбором» влиять на среду пребывания «атома», она выступает и религиозной практикой. Сочинения Циолковского, в которых он излагал положения «космической философии», полны личных исповеданий («я хочу привести вас в восторг»; «мои выводы более утешительны, чем обещания самых жизнерадостных религий») и призывов к читателю («если <...> я говорю правду, то она должна быть принята, как вы ее не называйте»; «поймите то, что я хочу сказать»). Это уже религиозная проповедь. Тексты «космической философии» не описательные и не теоретические трактаты, они создавались не для того, чтобы систематизировать какую-то информацию, но для того, чтобы перестроить христианское сознание и склонить человека к общению с космическими силами. «Космическая философия», в конечном счете, это — не искание Бога, а уход от него.

### **СОЦИАЛЬНАЯ УТОПИЯ: К.Э. ЦИОЛКОВСКИЙ И К.С. МЕРЕЖКОВСКИЙ** И.Н. Ткаченко

Социальная утопия К.Э. Циолковского обнаруживает совершенно неожиданное сходство с некоторыми идеями, развиваемыми К.С. Мережковским в «Рае земном».

«Рай земной» Мережковского представляет утопию, о которой долгое время предпочитали не вспоминать, что мешало заметить сходные черты обоих социальных проектов. В этих утопиях предлагалась иерархическая организация общества с делением на касты или разряды, доходившая до степени антропологических различий. В них отдавалось явное предпочтение тропическому или теплому климату как наиболее благоприятному для человеческого существования и сельскому образу жизни, причем фабричный труд представлялся нежелательным. Эти утопии обещали бесконечное счастье, хотя и весьма сомнительного свойства. Рассуждения об общем количестве счастья в сменяющемся ряду поколений обоих авторов также до некоторой степени сходны. И оба они подчеркивали, что их утопические проекты не рассчитаны на современников.



Однако наибольшее сходство обнаруживается в отношении евгенических принципов, которых придерживались Циолковский и Мережковский. Они предполагали усовершенствование человеческого рода посредством искусственного подбора, которому придавалось совершенно исключительное значение; использование отборных производителей и искусственного осеменения; широкое применение стерилизации; ограничение или полное запрещение деторождения для неподходящих производителей; разделение гедонистической и репродуктивной функций половых отношений. Циолковский ввел некоторое подобие индийских каст с запретом брачных отношений между ними.

В «Рае земном» Мережковского подобная регламентация обеспечивалась естественными антропологическими различиями. Согласно евгеническому принципу Циолковского новое человечество должно произойти от ограниченного количества лучших производителей, возможно, только от одной пары.

Конечно, евгенический подход сам по себе близок утопическому сознанию, и подобную задачу ставили перед собой еще Платон и Кампанелла. Во времена Циолковского различные евгенические идеи пользовались определенной популярностью, но обращает на себя внимание полное совпадение обеих евгенических программ и их радикальный характер.

Имеются и другие сходные моменты. Фантазия обоих авторов доходит до полного или частичного отказа от ношения одежды с некоторым исключением для больных, увечных и пожилых. Это вряд ли является случайным совпадением и позволяет предположить возможное заимствование «калужским мечтателем» идей «сказки-утопии» Мережковского. В любом случае можно говорить о своеобразной «перекличке» идей обоих авторов.

Несомненно, между этими утопиями имеются существенные различия. Мережковский определял свое общественное устройство как патернализм, противопоставляемый им индивидуализму и социализму. «Идеальный строй» Циолковского — это казарменный социализм. Циолковский верил в бесконечный прогресс, который должен привести к безмятежному счастью. Мережковский считал его бессмысленным, полагая, что общественное развитие задерживается в состоянии равновесия между эволюцией и неизбежной последующей диссолюцией. Мережковский называл свое миросозерцание терризмом в противоположность целизму, миросозерцание Циолковского есть антитерризм в буквальном смысле. «Рай земной» носит гедонистический характер, Циолковский проповедует крайний аскетизм.



Тем не менее, пессимист Мережковский и оптимист Циолковский сходятся в своем полном неприятии действительности, распротраняемом и на человеческую природу. Конечно, утопии Мора и Кампанеллы воспринимаются сейчас как антиутопии. Однако «Рай земной» представляет собой утопию отчаяния, где вообще стираются всякие различия между утопией и антиутопией. Система Циолковского отличается еще большей принципиальной нереализуемостью. Эти два социальных проекта являются крайним выражением утопической мысли.

### **ТЕХНОКРАТИЧЕСКАЯ УТОПИЯ: К.Э. ЦИОЛКОВСКИЙ И Н.Ф. ФЕДОРОВ**

В.В. Лыткин, В.Ю. Панов

В докладе рассматриваются взгляды К.Э. Циолковского и Н.Ф. Федорова на проблему эволюции человечества. Авторы приходят к выводу, что в своей мировоззренческой основе их идеи носили технократический характер, будучи облаченными в форму научной и религиозной утопии.

Н.Ф. Федоров с его учением «общего дела» является родоначальником активно-эволюционной, космической мысли в России. Признав внутреннюю направленность природной эволюции к все большему усложнению и к появлению сознания, Федоров пришел к следующей мысли: всеобщим познанием и трудом человечество призвано овладеть стихийными, слепыми силами вне и внутри себя, выйти в космос для его активного освоения и преображения, обрести новый, бессмертный космический статус бытия, причем, в полном составе прежде живших поколений.

Сознательное управление эволюцией, высший идеал одухотворения мира раскрылся у Федорова в последовательной цепочке задач: это регуляция «метеорических», космических явлений; создание нового типа организации общества — «психократии» на основе сыновнего, родственного сознания; работа над преодолением смерти, преобразованием физической природы человека; бесконечное творчество бессмертной жизни во Вселенной. Для исполнения этой грандиозной цели русский мыслитель призывал к всеобщему познанию, опыту и труду в пределах реального мира, реальных средств и возможностей при уверенной предпосылке, что эти пределы будут постепенно расширяться, доходя до того, что пока кажется еще нереальным и чудесным. Новый грандиозный синтез наук, к которому призывал Федоров, должен быть



осуществлен в космическом масштабе и быть прежде всего преобразовательно-деятельным: в нем практика, т.е. знание, доказанное «опытами в естественном размере», всеобщей регуляцией, сам достигнутый несомненный результат труда становится высшим критерием истины.

Сюда же надо отнести и «космическую философию» К.Э. Циолковского, развитую им в серии философских работ. Но сильнее всего сближает Циолковского с Федоровым идея неизбежности выхода человека в космос. Именно Федоров еще с середины прошлого века первым стал разрабатывать эту идею, причем разрабатывать основательно, с самых различных сторон, от природных и социально-экономических до нравственных. Аргументы «за» у него разнообразны: невозможность достичь полной регуляции лишь в пределах Земли, зависящей от всего космоса, который также изнашивается, сгорает, «падает»; вместе с тем в бесконечных просторах Вселенной должны разместиться и мириады воскрешенных поколений, так что «отыскание новых земель» становится приготовлением «небесных обителей» отцам. Точны слова К.Э. Циолковского: «Сначала неизбежно идут: мысль, фантазия, сказка. За ними шествует научный расчет, и уже в конце концов исполнение венчает мысль». Сам он решительно приступил ко второму этапу этой последовательности, вывел ставшую теперь знаменитой формулу конечной скорости движения ракеты, посвятил свое научное творчество техническому обоснованию ракеты как пока единственно целесообразного снаряда для космических путешествий. Свою веру в реальность полетов за пределы земной атмосферы Циолковский основывал на расчетах условий для жизни в неведомости, что ныне является обычной практикой космонавтики.

В заключение выделяются наиболее общие родовые черты космического, активно-эволюционного направления философского и научного поиска, осуществленного в России за последнее столетие. Прежде всего, это понимание восходящего характера эволюции, роста в ней разума и признание необходимости нового, сознательно-активного ее этапа, получающего различные названия — от «регуляции природы» до ноосферы. Возникает новый взгляд на человека как не только на исторического социального деятеля, биологический или экзистенциальный субъект, но и на существо эволюционирующее, творчески самопревосходящее, космическое.



## ОБРАЗ ЧЕЛОВЕКА БУДУЩЕГО В ПРЕДСТАВЛЕНИИ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО И А.Л. ВОЛЫНСКОГО

В.В. Блохин

Творчество К.Э. Циолковского можно понять только в контексте культурных сопряжений эпохи, своего века. Период с середины 1880-х годов по 1890-е годы отличался не только характерной для интеллигенции интенсивной идейной жизнью, но и тектоническим изломом в ее сознании — «идеалистическим поворотом», когда, по меткому выражению Н.А. Бердяева, ее сознанию «открылись целые миры», поистине феерическое разнообразие смыслов, интенций, настроений.

«Идеалистический поворот» не был только реакцией на О. Конта и грубый материализм шестидесятников. Скорее этот «поворот» высвечивал иные грани человеческого бытия, которые находили и искали теперь в «новом религиозном сознании», в наследии И. Канта и Ф. Ницше, рационализме Гебироля и Б. Спинозы. Словом, гуманитарная интеллигенция остро ощущала потребность в новом понимании (или «прочтении») человека, в его новом образе. Ведь рамки народной утопии людям «серебряного века» казались довольно узкими. Мир начала XX века разомкнулся.

В этой связи интересен человек, который весьма необычным (а может, и парадоксальным) образом выразил свои ощущения времени. Им был Аким Львович Волынский, литературный критик, оригинальный философ-неокантианец, искусствовед и публицист.

Он родился в небогатой еврейской семье 21 апреля 1861 года в г. Житомире. Воспитанный в религиозной традиции, он, тем не менее, рано проникся идеями культурного универсализма.

«Идеей фикс» юного публициста стало соединение великой европейской традиции рационализма (Маймонид, Спиноза, Кант) с универсализмом христианства. Все разнообразие культурного творчества Волынский видел в необходимости обращения к одухотворяющему началу жизни и искусства, без которого они невозможны. Таковым для него был Бог, понимаемый скорее как Бог философский, как первопринцип.

После Октябрьской революции 1917 г. он отказался от своих христианских пристрастий и обратился к реинтерпретации ницшеанства и возвратился к иудаизму. Смысл его исканий предельно ярко был манифестирован в программной книге «Гипербореяский гимн», не увидевшей свет до сих пор, и в концептуальной статье «Воскрешение мертвых» (1923).



Его философским идеалом являлась целостная личность, обладающая «гиперборейским сознанием», фундаментальной стороной которого был духовный монизм. Для человека, на протяжении всей истории, по убеждению Воынского, была характерна двойственность, противоречивость, антиномичность сознания, «холодный пафос бездуховных противоречий», «фата-моргана человечества, удушающая и ослепляющая эпопея феноменального мира» [РГАЛИ. Ф. 95. Оп. 1. Д. 107. Л. 111]. Дуализм проявлялся в постоянной борьбе добра и зла, в «трагизме неразрешенной диалектики», в смятении человека. «Феноменальный социальный мир», в котором жил человек, лицемерно прикрывал просветленную космическую гиперборейскую идею о возрожденном человеке и его гармонии с космосом.

«Будет некогда время, когда человек станет как солнце («Будем как солнце» — лозунг символистской эстетики Воынского). Он будет светел насквозь, воля и чувство его будет одно. Никакого разлада, никакого раздвоения, сама мысль о преступности, и злодеяниях отпадет навсегда. Ночи не будет, смерти не будет. Времени не будет... Об этом вздыхает и наука, вся монистическая философия новых дней, может быть новая религия мира, слагающаяся где-то в ненаследимых недрах мятущегося духа. Хвала солнцу» [РГАЛИ. Ф. 95. Оп. 1. Д. 107. Л. 14].

Конечно, Воынский, будучи ярким писателем, метафорически выражал образ нового человека, «нового Аполлона», носителя всемирной разумности. И эта вера в «гиперборейское сознание» с его монизмом разума и света вполне объяснима. Он жил и творил в 1920-е годы, когда в практику жизни внедрялся грандиозный социальный проект по преобразованию мира, строился коммунизм. Воынский в отличие от его коллег по «Северному вестнику» и «Религиозно-философскому обществу» Д.С. Мережковского и З.Н. Гиппиус принял как революцию, так и советскую власть.

В литературе отмечалось, что Воынский переписывался с Н.Ф. Федоровым, его интересовал вопрос о воскрешении мертвых [Пименова И.И. Становление и развитие мировоззрения А.Л. Воынского (1880-е–начало 1900-х годов). Автореф. дисс. канд. ист. наук. М., 2013. С. 20]. Однако в отличие от Н.Ф. Федорова, «который черпал из бездонных глубин с аполлоническим дерзновением», он понимал воскрешение как процесс овладения силами науки. «Трансцендентного воскрешения в смысле Федорова нет. Имеется только воскрешение имманентное, трудовое, вооруженное всеми средствами научного арсенала» [РГАЛИ. Ф. 95. Оп. 1. Д. 49. Л. 21].

Рациональная и философская утопия А.Л. Воынского роднит его с К.Э. Циолковским. Поразительно схож научный язык и стили-



стика мыслителей. Как и Вольтер, Циолковский рассматривал Бога как высшую форму разумности, как Космос. «Разум говорит этим существам; не должно быть несовершенства и страданий во Вселенной... Бог (космос) не заключает в себе мучений и несовершенства, а добр к самому себе, а стало быть и к нам — его частям. Поистине его (космос) можно назвать отцом, и он подходит к нашему определению Бога» [Циолковский К.Э. Гений среди людей. М., 2002. С. 246].

Идея тождества человеческого сознания и сознания космического Вольтером («Будем как солнце»), размышления его о метемпсихозе переключаются с элементами монизма Циолковского. «Вся сущность космоса (как и все его виды) в зачатке жива и, принимая органически сложные формы, способна чувствовать радость и страдание, способна мыслить, судить, представлять и действовать», — писал великий гений отечественной космонавтики [Там же. С. 182].

Чем объяснить сходство идей Циолковского и Вольтера? Видимо, контекстом самой эпохи — эпохи становления новой социальной реальности, формировавшейся могучим разумом научной теории.

## **ЯКОВ АЙЗИКОВИЧ РАПОПОРТ И ЕГО ВКЛАД В ОСУЩЕСТВЛЕНИЕ ИДЕЙ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО В ОБЛАСТИ ДИРИЖАБЛЕСТРОЕНИЯ (К 120-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)**

Т.В. Горюн

В 2015 г. исполняется 120 лет со дня рождения Якова Айзиковича Рапопорта (1895–1978), представителя К.Э. Циолковского в Москве по осуществлению его проекта дирижабля.

В 1921 г. была создана Ассоциация натуралистов (АССНАТ), оказывавшая поддержку изобретателям-самоучкам. Ученого пригласили вступить в члены этой организации, и он согласился. 15 сентября 1921 г. состоялся I съезд АССНАТа. Делегатом от Ростова-на-Дону на съезд приехал Я.А. Рапопорт. На съезде он был избран секретарем. По просьбе руководства АССНАТа штаб Южного округа откомандировал Рапопорта для работы в Москву.

В декабре 1924 г. Рапопорт впервые приехал в Калугу. Цель поездки — обследовать условия жизни и работы Циолковского и доложить руководству АССНАТа, в чем нуждается ученый и какую помощь ему надо оказать. Рапопорт вспоминал, что Циолковский «десять с половиной часов, излагал» ему «свое учение о дирижабле и сделал» его «своим бессменным помощником в течение одиннадцатилетней



ничем не омраченной дружбы». Константина Эдуардовича приглашали переехать в Москву и возглавить работу по реализации проекта, но он был стар, болен и не мог жить в Москве. Ученый нашел прекрасный выход из этого затруднительного положения, он взял себе в помощники молодого, хорошо подготовленного, желающего работать и выполнять его указания Рапопорта.

Сохранившаяся переписка К.Э. Циолковского и Я.А. Рапопорта охватывает значительный промежуток времени и включает в себя двадцать три письма Циолковского (5 июня 1927 г.–14 сентября 1934 г.) и более трехсот писем, адресованных ученому (21 декабря 1924 г.–3 сентября 1935 г.).

Несмотря на то, что переписка не сохранилась полностью, можно отметить, что в ней содержится ценнейший материал, позволяющий в указанный период проследить предпринимаемые усилия по реализации проекта дирижабля Циолковского как со стороны самого ученого, так и его представителя.

С целью популяризации проекта Циолковского Я.А. Рапопорт использовал разные возможности. В мае 1925 г. он принимал участие в организации и проведении диспута о возможности построения металлического дирижабля системы Циолковского. В июле 1925 г. Рапопорт выступал на заседании в Управлении делами Совнаркома СССР. В течение более десяти лет он проводил многочисленные встречи с представителями власти и научной общественности, стремясь организовать работы в области строительства металлического дирижабля.

Весной 1926 г. под руководством Рапопорта была построена латунная модель оболочки дирижабля объемом  $10 \text{ м}^3$ , длиной 10 м, высотой 2 м. Однако Научный комитет Главвоздухофлота дал заключение, в котором отмечал, что по построенной модели судить об осуществлении идеи дирижабля Циолковского нельзя, что конструктивно разработанного и обоснованного расчетами проекта дирижабля нет. В результате этого заключения строительство моделей оболочки дирижабля Циолковского в 1927 г. приостановилось. Но многочисленные обращения Рапопорта в различные организации дали результат. В июне 1928 г. работы по постройке опытной модели оболочки дирижабля начались в Военно-воздушной академии им. Н.Е. Жуковского, которые были с декабря 1930 г. продолжены в БОСЭД (База опытного строительства и эксплуатации дирижаблей), но эта организация была вскоре ликвидирована, работы были прекращены.

В конце 1931 г. был создан «Дирижаблестрой», и Рапопорт начал работу там. 7 октября 1933 г. «Дирижаблестрой» заключил с Циолковским договор о совместной работе в области цельнометалли-



ческого дирижабля. Было создано КБ-3, где велись работы по металлическим дирижаблям. Рапопорт в этой группе — доверенное лицо К.Э. Циолковского. В своих письмах он подробно информировал ученого о ходе работ, о возникавших трудностях и их преодолении. 21 августа 1935 г. Рапопорт сообщил: «Сейчас у нас значительно улучшилось состояние работы по изготовлению приспособлений и машин. Главное усилие сосредоточены на создании средств построения дирижабля, наладке и постройке модели». В письме 3 сентября 1935 г. Рапопорт отметил: «Затруднения по сварке устранены, подсчет наших сил и желаний говорит за то, что мы к 1 ноября выпустим модель». Через 3 месяца после смерти Циолковского модель была собрана и начались испытания. Нужно было перенести ее из цеха в эллинг. Вывести модель из цеха не удалось, при транспортировке она получила большие повреждения. Рапопорта обвинили во вредительстве и уволили.

Переписка Циолковского и Рапопорта наглядно отражает все трудности на пути реализации проекта ученого, споры вокруг него специалистов, представителей государственных, общественных и научных организаций. Однако ученый всецело доверял Рапопорту. В материалах переписки сохранился машинописный лист «Замечания Циолковского», датированный 21 ноября 1934 г., адресованный, судя по помете ученого «Начальнику аэрофлота от Циолковского», где он писал: «Тов. Рапопорт рискует карьерой, потому что желает одного: успеха своего дела. Таким он был и раньше: десяток лет воюет он с противниками металлического дирижабля, изменяющегося объема. В течение этого времени технического общения с Рапопортом я постоянно наблюдал его понимание сущности дела... Т. Рапопорт выражается несколько сильно, но это из любви к делу». Из переписки видно, что Константин Эдуардович высоко оценивал усилия, которые прилагал Рапопорт к постройке его металлического дирижабля. «Мои печатные труды, конечно, защищают мои дирижабли из волнистого металла. Но ведь нужен и живой адвокат. Сам я устал для этого. Все свои силы и все свое время он отдает на подготовку к защите металлического корабля. Отлично и скромно исполняет эту роль тов. Рапопорт. Это единственный во всем мире человек, достаточно знакомый с устройством моего дирижабля».

Безусловно, Я.А. Рапопорт своими усилиями внес существенный вклад в продвижение этого проекта, но, к сожалению, он не получил успешного завершения. Я.А. Рапопорт никогда не забывал годы своего сотрудничества с К.Э. Циолковским, оставил интересные воспоминания о работе с ученым, был участником Первых Чтений памяти



К.Э. Циолковского, являлся членом Ученого совета Государственного музея истории космонавтики им. К.Э. Циолковского.

## ИЗ ИСТОРИИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ К.Э. ЦИОЛКОВСКИМ ПОВЕСТИ «ВНЕ ЗЕМЛИ»

Л.П. Майорова

В 2015 г. исполняется девяносто пять лет со дня выхода отдельным изданием научно-фантастической повести К.Э. Циолковского «Вне Земли». История распространения данной книги автором, на наш взгляд, позволяет глубже и полнее понять значение этой работы, принимая во внимание мнение читателей, получивших ее непосредственно от автора. Изучение архивных материалов позволило проследить хронику и географию распространения, назвать имена счастливых обладателей книги Циолковского, изданной в 1920 г. Калужским Обществом изучения природы и местного края при непосредственном участии его председателя В.В. Ассонова. Автор с нетерпением ожидал ее выхода в свет. В письме В.М. Вишневу 2 июля 1920 г. он писал: «Надеюсь, Вас воодушевит моя «Вне Земли». Она уже набрана вся, но страшно медлят. Пришлю». В.В. Ассонов информировал Константина Эдуардовича, что «Вне Земли» в августе в двадцатых числах выйдет из печати и к концу месяца «получим уже готовую книжку». Первые сведения о начале ее распространения относятся к 29 августа 1920 г., когда автор сопроводил дарственной надписью экземпляры книги, предназначенные для В.В. Ассонова и Н.А. Морозова. На основании установленных фактов рассылки крайней пока можно считать дату не ранее 24 сентября – не позднее 5 октября 1920 г.

Автор очень дорожил данным изданием, имевшим небольшой тираж (300 экземпляров), очень внимательно и аккуратно относился к его распространению, для него также было небезразлично отношение читателей к данному произведению. На основании документальных сведений был составлен предварительный список получателей:

Ассонов А.В.	Не п. 29.01.1923	Ассонов А.В. Циолковскому К.Э. 29.01.1923 // АРАН. Ф. 555. Оп. 4. Д. 64. Л. 6.
Ассонов В.В. с дарственной автора	29.08.1920	Там же. Оп. 6а. Д. 209.
Вишнев В.М.	Не р. 20 и не п. 26.09.1920	Вишнев В.М. Циолковскому К.Э. 20 и 26.09.1920 // Там же.



	Повторно 12.10.1920	Оп. 4. Д. 149. Л. 21, 23. Циолковский К.Э. Вишневу В.М. 28.09.1920 // Там же. Д. 4. Л. 6. Помета К.Э. Циолковского на конверте от письма Вишнева, 08.10.1920 // Там же. Д. 149. Л. 20.
Воробьев Б.Н. с дарственной надпи- сью автора 12.04.1928	13.04.1928 «заказным»	Б-ка ИИЕТ. А. Ю9. Ц-66. с-ф. АРАН. Ф. 555. Оп. 2. Д. 46. Л. 10 об.
Глушко В.П.	Не п. 10.03.1924	Глушко В.П. Циолковскому К.Э. 10.03.1924 // АРАН. Ф. 555. Оп. 4. Д. 178. Л. 9.
Гойхбарг А.Г.	Не п. 28.09.1920	Циолковский К.Э. Вишневу В.М. 28.09.1920 // Там же. Д. 4. Л. 6.
Морозов Н.А. с дарственной надпи- сью автора	29.08.1920	ГПБ им. М.Е. Салтыкова- Щедрина. 33-5/288а.
Дашевский Б.Л.	Не р. 24.09. – не п. 05.10.1934	Дашевский Б.Л. Циолковско- му К.Э. // АРАН. Ф. 555. Оп. 4. Д. 196. Л. 2.
Дубенский П.Б.	Не п. 28.09.1920	Циолковский К.Э. Вишневу В.М. 28.09.1920 // Там же. Д. 4. Л. 6.
Журавлев В.Н.	Не р. 20.06.1933	Циолковский К.Э. Журавлеву В.Н. // Там же. Д. 10а. Л. 2.
Лейтейзен М.Г.	22.04.1924	Помета К.Э. Циолковского на письме М.Г. Лейтейзена. 05.05.1924 // Там же. Д. 356. Л. 4.
Луценко Е.В.	Не р. 30.06.1927	Луценко Е.В. Циолковскому К.Э. // Там же. Д. 367. Л. 4.
Меньшиков В.Л.	Не п. 18.11.1926	Меньшиков В.Л. Циолков- скому К.Э. 18.11.1926 // Там же. Д. 405. Л. 3.
Никулин Б.И.	Не п. 14.03.1928	Никулин Б.И. Циолковскому К.Э. // Там же. Д. 449. Л. 3.
Перельман Я.И.	Не п.	Перельман Я.И. Циолковско-



	16.05.1921	му К.Э. 16.05.1921 // Там же. Д. 482. Л. 26.
Полевой Г.А. с дарственной надписью автора	Не р. 25.02.1927 – не п. 18.03.1927	Помета К.Э. Циолковского на письме Г.А. Полевого. 25.02.1927 // АРАН. Ф. 555. Оп. 3. Д. 198. Л. 11. Полевой Г.А. Циолковскому К.Э. 18.03.1927 // АРАН. Ф. 555. Оп. 4. Д. 490. Л. 1
Поступальский И.С.	Не п. 15.05.1932	Поступальский И.С. Циолковскому К.Э. 15.05.1932 // ГМИК. Ф. 1. Оп. 1. Д. 73. Л. 1-3.
Прянишников В.И. с дарственной надписью автора	14.07.1924	Прянишников В.О. Циолковскому К.Э. 1924 // АРАН. Ф. 555. Оп. 4. Д. 505. Л. 4. Мухин О. Книги из Калуги // Авиация и космонавтика. 1980. Д. 2. С. 39. Черненко Г. Автографы Циолковского // Нева. 1966. Д. 10. С. 217.
Руденко В.М.	02.03.1924 2 экз.	Руденко В.М. Циолковскому К.Э. 16.02.1924 // АРАН. Ф. 555. Оп. 4. Д. 543. Л. 1.
Рынин Н.А.	13.07.1921; благодарит 22.09.1924	Помета К.Э. Циолковского на письме А.А. Родных. 02.07.1921 // Там же. Д. 528. Л. 2. Рынин Н.А. Циолковскому К.Э. 22.09.1924 // Там же. Д. 548. Л. 1.
Солодов В.	Не р. 11.09.1922	Солодов В. Циолковскому К.Э. 10.09.1922 // Там же. Д. 592. Л. 2.
Теренин А.Н.	Не п. 28.10.1920	Теренин А.Н. Циолковскому К.Э. 28.10.[1920] // ГМИК. Ф. 1. Оп. 3. Д. 84. Л. 1.
Тихонравов М.К.	Б/д.	ГМИК. КП-2895/15; К-III-2364
Фомин Н.В.	Не п.	Циолковский К.Э. Вишневу



	28.09.1920	В.М. 28.09.1920 // АРАН. Ф. 555. Оп. 4. Д. 4. Л. 6.
Хвольсон О.Д.	Не п. 24.12.1921	Хвольсон О.Д. Циолковскому К.Э. 24.12.1921 // Там же. Д. 660. Л. 1.
Цандер Ф.А.	Не р. 25.02.1923	Помета К.Э. Циолковского на письме Ф.А. Цандера. 25.02.1923 // Там же. Д. 670. Л. 1.
Чижевский А.Л.	Не п. 16.10.1927	Циолковский К.Э. Чижевскому А.Л. 16.10.1927 // ГМИК Ф. 1. Оп. 1. Д. 41. Л. 1.
Шершевский А.Б.	Не п. 22.10.1926	Шершевский А.Б. Циолковскому К.Э. 22.10.1926 // АРАН. Ф. 555. Оп. 4. Д. 698. Л. 67.
Штернфельд А.А.	Не п. 11.09.1934	Штернфельд А.А. Циолковскому К.Э. 11.09.1934 // Там же. Д. 708. Л. 23.
Бюро Президиума Союза Авиахим СССР и Авиахим РСФСР	Не р. 29.01.1927	Помета К.Э. Циолковского на письме Бюро Президиума Союза Авиахим СССР и Авиахим РСФСР. 29.01.1927 // АРАН. Ф. 555. Оп. 3. Д. 198. Л. 4
Всеукраинская ака- демия наук	Не п. 18.12.1925	Всеукраинская академия наук. Циолковскому К.Э. 18.12.1925 // Там же. Д. 197. Л. 12.
Государственная Публичная Библио- тека, с дарственной надписью автора	22.09.1933	ГПБ им. М.Е. Салтыкова-Щедрина. 33-5/288.
Калужское общество изучения природы и местного края	Не п. 16.08.1930	ГАКО. Ф. Р-320. Оп. 1. Д. 11. Л. 168.
Нижегородский Кружок любителей физики и астрономии	Не п. 06.03.1926	Нижегородский Кружок любителей физики и астрономии. Циолковскому К.Э. 06.03.1926 // АРАН. Ф. 555. Оп. 3. Д. 197. Л. 21.



Экземпляры книги отправлялись ученым по собственной инициативе и в ответ на просьбы многочисленных корреспондентов. В числе тех, кто непосредственно обращался к нему с просьбой прислать книгу, были также Н.Д. Анощенко, Б.А. Белевич, В.П. Борщ, Б.В. Ляпунов, Н.И. Николаев. Однако пока не удалось найти документального подтверждения отправки им данной книги. Поиски будут продолжены.

Безусловно, из переданных экземпляров книги особый интерес представляют экземпляры с дарственной надписью автора, а также экземпляр с пометой на титульном листе: «Все пометки карандашом далее сделаны собственноручно Циолковским. М.К. Тихонравов».

К сожалению, установить все случаи рассылки экземпляров книги не представляется возможным, но и полученные сведения позволяют увидеть отношение ученого к собственному сочинению и реакцию современников на эту уникальную научно-фантастическую повесть, которая является прекрасным примером единства научного содержания и художественно-популярной формы изложения. Судя по отзывам получателей книги, автору удалось вызвать неподдельный интерес своих современников.

## **ВЗГЛЯДЫ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО И А.В. СУХОВО-КОБЫЛИНА НА ЭВОЛЮЦИЮ ЧЕЛОВЕЧЕСТВА: СХОДСТВО И РАЗЛИЧИЕ**

В.В. Лыткин, О.В. Леонова

В докладе рассматриваются взгляды К.Э. Циолковского (1857–1935) и А.В. Сухова-Кобылина (1817–1903) на проблему эволюции человечества. Мыслители приходят к выводу о неизбежности перехода эволюции человечества к космической эволюции. Делается вывод о прогрессивном характере «космической философии» Циолковского и теории трехмоментного развития Сухова-Кобылина, ее прогностической направленности, о том, что русские космисты стояли на позициях прогрессизма.

В своей «космической философии» Циолковский писал о том, что в изменяющихся внешних условиях среды обитания эволюция будет продолжаться, а на тех планетах, на которых потенциально возможна жизнь, она будет адаптироваться к изменяющимся там условиям. Таким образом, Циолковский впервые, с точки зрения антропологии, рассматривал вопрос о вероятных формах жизни в иных (не земных) условиях существования. Он пришел к выводу о том, что, в любом случае, можно предвидеть возможные пути развития жизни и живых организмов, исходя из общих данных естественных наук. Каким



же себе представлял К.Э. Циолковский этих гипотетических вероятностных животных, потенциально способных населять другие планеты. Каков их общий вид — рост, механика движений и иные вероятностные параметры. Ученый отмечал: «Мы говорим про существа, подобные людям, только более совершенные. Между ними могут быть всевозможные породы, приспособленные к жизни на всяких планетах...». Циолковский полагал, что человеческая эволюция не завершилась. Более того, в самом недалеком (относительно) будущем, наша эволюция продолжит свое бурное развитие. Причем это будет эволюция и антропологическая, и социальная, и нравственная. Связано это будет с началом эры освоения космоса.

Огромное влияние на мироощущение Сухова-Кобылина оказал представитель немецкой классической философии В.Гегель. Изучению трудов Гегеля Сухово-Кобылин посвятил большую часть своей жизни. Он пытался создать новую, во многом фантастическую философскую систему, которая должна была охватить и объяснить не только историю человечества, но и космос с его закономерностями. Неудовлетворенность нравственными выводами и политическими идеями гегелевской философии выливалась в частые заявления писателя о своем разочаровании в Гегеле, о готовности принять социалистические системы и о необходимости полного обновления философии.

Основополагающей для Сухова-Кобылина была идея противоречия, раздвоения на противоположности, «эналакса» (перехода) этих противоположностей, через который и происходит «поступание» мира. Толчком к осознанию главной задачи человечества для философа стала эволюционная теория Ч.Дарвина, его книга «Происхождение человека и половой подбор». В этой теории он увидел тенденцию восходящего характера эволюции, которую проследил в своей теории «трехмоментного» развития человечества, выделив три стадии: 1) земного (теллурического), 2) солярного (солнечного), 3) звездного (сидерического). Первая стадия — земная (теллурическая) заключается в жизни человека на Земле, его активной деятельности. Вторая стадия предполагает расширение жизни не только на Земле, но и в околосолнечном пространстве, а третья — овладение всем звездным миром, всей Вселенной.

Только огромный эволюционный рывок может обеспечить освоение небесных горизонтов. Активная эволюция у Сухова-Кобылина включает его «бесконечную инволюцию... в себя самого, поступание в глубь» самосознания, вплоть до «соключения с самим собой» большого одухотворения.



В рассуждениях Циолковского и Сухова-Кобылина встречаются жесткие интонации. Восхождение и одухотворение человечества в целом они мыслили путем беспощадного отбора, истребления слабых и неприспособленных форм. Мыслители хладнокровно обрекали на огонь «селекции» все промежуточные формы, ведущие род людской к блистательному звездному финалу.

## **СОЦИАЛЬНЫЕ ИДЕАЛЫ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО В ИСТОРИКО-ФИЛОСОФСКОМ КОНТЕКСТЕ**

В.В. Лыткин, М.А. Артамонов

В докладе анализируются антропологические и социальные идеалы русского космизма и «космической философии» К.Э. Циолковского. Несмотря на их утопичность, они представляют собой одну из форм теоретического изображения особенностей собственно «русского пути» в истории. В значительной степени эти идеалы формировались под влиянием идей, воспринятых русскими космистами из богатейшего философского наследия немецкой классической философии.

Наиболее полно проблема идеала была поставлена и решена в немецкой классической философии. И. Кант, связав проблему идеала с проблемой внутренней цели, рассмотрел ее в анализе эстетической способности суждения.

В русском космизме данный подход ярко прослеживается в творчестве К.Э. Циолковского. Своеобразным центром философии Циолковского является его этическое учение, а именно учение о закономерности и неизбежности достижения счастья. При этом Циолковский полагал, что счастье - это прежде всего отсутствие страданий, что страдания должны быть преодолены в их любых проявлениях в космическом масштабе. Именно это принесет счастье каждой мельчайшей частице космоса. Циолковский выработал концепцию технократического утопизма, согласно которой совершенное человечество активно изменяет окружающую природу, включая расселение во Вселенной и активное изменение законов природы в интересах человечества. Здесь теория межпланетных путешествий выступает в качестве практического приложения к «космической философии», ее позитивного воплощения в жизнь. Целью деятельности каждого человека должно стать стремление к собственному счастью (разумный эгоизм) и к счастью всех, всего космоса. Реализованным идеалом в этом случае, станет вечное счастье всей Вселенной.



Все мировоззрение В.С. Соловьева исходило из основной интуиции — положительного всеединства, понимаемого философом как «полная свобода составных частей в совершенном единстве целого». Мысль Соловьева о постепенном воплощении всеединства и идеала соответствует пониманию этого феномена в немецком идеализме. По Гегелю идеал конкретен и постепенно реализуем в истории, а любая достигнутая ступень развития предстает с этой точки зрения как его частичная реализация. Соловьев называл свой взгляд на идеал практическим идеализмом. Раскрывая его суть, он отмечал в статье «Судьба Пушкина», что не нужно закрывать глаза на дурную сторону действительности, но необходимо «замечать в том, что есть, настоящие задатки того, что должно быть». Человек не может разом подняться до небесного совершенства, а Бог не хочет разом сообщить всю полноту истинных даров, потому что принять разом эту полноту невозможно для существа, назначенного к свободному и рассудительному действию. Занимая такое особое положение, человек, с точки зрения Соловьева, получает при этом и свое всемирное преимущество, и свои всемирные обязанности. Преимущество человека в мире состоит, прежде всего, в том, что ему дана власть и господство над земною природой. Философ считал, что только через посредничество человека Божество, несоизмеримое по внутренней сущности своей с земными созданиями, может проявлять себя, потому человек есть необходимое подлежащее истинного владычества Божия или теократии не только для себя, но и для прочего творения.

По мнению Соловьева, общественный и нравственный прогресс тесно связаны. Те личности, которые нравственно превосходят свое окружение, задают более высокие нормы существования, тем самым изменяя мир вокруг себя. Такое нравственное изменение приводит к изменению общественных норм. По мнению Соловьева, именно появление людей «прометеевского типа» продвигало человечество на протяжении всей его истории к заветному идеалу, потому что они не преклоняются пред силой факта и не служат ей. Именно от человеческих усилий, по мнению Соловьева, зависит осуществление свободной теократии, ибо только руками и ногами человеческими можно в Царствие Небесное войти. Ключевую роль в общественных преобразованиях, по мнению Соловьева, играет человек. Как существо богоземное, он является проводником Божественной воли и способен, совершенствуясь сам, совершенствовать окружающий мир.

Антропологические и социальные идеалы русского космизма, «космической философии» К.Э. Циолковского и «Софийной» теории В.С. Соловьева, несмотря на их утопичность, представляют собой одну



из форм теоретического изображения особенностей собственно «русского пути» в истории и во многом способствуют прояснению перспектив отечественной культуры в сложных и противоречивых условиях сегодняшнего дня.

## **РОЛЬ НАУКИ В КОНЦЕПЦИЯХ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО И К.Д. КАВЕЛИНА**

Р.А. Арсланов

В докладе исследуется восприятие одним из теоретиков русского либерализма, ученым и публицистом К.Д. Кавелиным (1818–1885) роли науки в развитии российского общества.

Мировоззрение Кавелина складывалось под влиянием как глубинных ментальных основ дворянского сознания и культурных ценностей западной интеллигенции, так и духовных веяний его эпохи.

Одной из культурных ценностей, влиявшей на формирование убеждений западной интеллигенции, являлся рационализм, понимаемый как «преобладание рефлексии над спонтанными порывами эмоций» [Шукин В.Г. Культурный мир русского западника // Вопросы философии. 1992. № 5. С. 75]. Подробнее о месте рационализма в западническом образе мышления см.: [Олейников Д.И. Классическое российское западничество. М., 1996. С. 57–63].

В России, по мнению Кавелина, основным фактором отсталости страны являлся не столько низкий уровень науки, и даже не архаичные общественно-политические институты, сколько отсутствие сформировавшейся личности, стремившейся к свободе и способной к творческому преобразованию мира.

После освобождения крестьян в 1861 г. проблема развития личности в России лишь обострилась. Вот почему в условиях пореформенной модернизации Кавелин и попытался ее разрешить, взяв на себя задачу разработки теории личности, с одной стороны соответствующей требованиям времени и уровню развития современной науки, а с другой — учитывающей особенности русского общества и народного, религиозного в своей основе, сознания народа. Следует учесть и то, что его целенаправленное обращение к сугубо теоретическим вопросам вызывалось усилившимся в условиях пореформенной модернизации вниманием общества к роли знаний. Именно в развитии научной мысли Кавелин видел одно из средств обновления страны [Кавелин К.Д. Наш умственный строй. Статьи по философии русской истории и культуры. М., 1989. С. 310].



При этом он прекрасно осознавал опасность диктата отвлеченной теории, навязываемой обществу, не только не созревшему к ее восприятию, но и весьма далекому от самостоятельной умственной работы, с низким уровнем рациональности. Вот почему Кавелин пытался доказать относительность и условность всякой гуманитарной теории. По его мнению, реальная жизнь и теоретическое знание не имели абсолютной, жесткой связи между собой, шли своими путями, и попытка воплотить в жизнь даже научно обоснованную идею в неподготовленном для ее осуществления обществе, могла привести к социальной трагедии. «Великое несчастье для народа, — утверждал он, — когда мысль, опередившая действительность, успеет в нем нарушить естественный, постепенный, практический ход жизни! Господство такой мысли все-таки вдруг не возводится, потому что жизнь к ней не подготовлена; но нарушение постепенного развития создает ненормальный порядок дел, который долго потом будет отзываться в народе и производить разные патологические, ненормальные явления» [Кавелин К.Д. Собр. соч. в 4-х т. СПб., 1897–1900. Т. 3. Стлб. 23].

Исходя из своего понимания роли теоретического знания в жизни общества, его соотношения с практикой, Кавелин, с одной стороны, ратовал за просвещение народа, дающее ему возможность рационально и адекватно воспринимать любое учение, а с другой — выступал против идеологизации общественной науки. Он понимал, что в подобном случае даже научно обоснованные идеи несут в себе опасность превращения в орудие защиты тех или иных социальных интересов, а в итоге — в непререкаемую догму, подчиняющую себе жизнь общества. В любой теории, полагал он, можно найти долю истины, но ни одна не способна отразить все стороны жизни. Научный релятивизм Кавелина, полагавшего, что «в мире нет безусловных начал или принципов, все в нем условно и относительно» [Там же. Стлб. 881], спасал его от выбора односторонней идеологии, а главное — от попыток разработать всестороннее и цельное учение, способное ответить на все вопросы русской жизни и четко предначертать ее будущее.

Отталкиваясь от метафизики двух форм философского осмысления мира — идеализма и материализма, преодолевая их односторонность, Кавелин пытался опереться на положительное знание, что и сближало его позицию с позитивизмом. Однако и в учении О. Конта он видел недостатки. Ошибка позитивизма, по его словам, «состояла только в том, что он признавал за действительные реальности одни материальные явления и не придавал самостоятельного значения психическим фактам наравне с материальными» [Там же. Стлб. 338]. Отрицание же реальности психических фактов, внутренней духовной



жизни человека приводило, как полагал Кавелин, к умалению роли индивидуальности. В своей работе «Задачи психологии» Кавелин, используя методологию позитивизма в исследовании явлений психической жизни, пытался показать не только внутренний мир человека, но и его взаимосвязи с обществом и природой.

В итоге он приходил к выводу, что человек по мере познания окружающей среды освобождался от внешней зависимости и раскрепощал свои творческие способности. Формирование свободной личности в процессе познания и практического преобразования внешнего мира становилось в учении Кавелина основным условием общественного прогресса.

## **СОВРЕМЕННЫЕ КОМПЬЮТЕРНЫЕ ТЕХНОЛОГИИ И ИНФОРМАЦИОННАЯ ЦИВИЛИЗАЦИЯ В СВЕТЕ ВЗГЛЯДОВ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО И В.И. ВЕРНАДСКОГО**

Т.Г. Грушевицкая

Эвристические взгляды К.Э. Циолковского и В.И. Вернадского на перспективы эволюции человечества поразительно современны и авангардны. Прежде всего, это касается проблем развития техногенного общества и «ноосферы». Появившийся около двадцати лет назад Интернет сегодня прочно вошел в нашу жизнь и необратимо ее изменил. Очевидно, что новая культура возникла как следствие целого ряда процессов — модернизации, глобализации, стала ответом на кризис культуры XX века.

Интересно, что само возникновение компьютера и Сети Интернет связано с исследованиями в сфере логики и математической логики, а также теории языка, без которых просто не смогла бы появиться кибернетика. Именно эта наука нашла область практического применения этих, на первый взгляд, абстрактных теоретических знаний. И появившаяся «умная машина» очень быстро кардинально изменила как процесс производства, так и повседневную жизнь человека, быстро пройдя путь от гигантских первых ЭВМ, нередко занимавших несколько этажей, до современного персонального компьютера, по мощности и быстродействию намного превосходящего вычислительные центры прошлого.

Принципиально изменилось человеческое мышление. Уменьшилась роль антропоморфных образов, человек перестал считать себя частью природы, начал противопоставлять себя ей. Как мышление, так и язык приобрели все более абстрактный характер, усложняя мир



нашего сознания. Этому способствовала развивающаяся наука, рассматривавшая природу, общество и других людей как объекты для своего изучения. Не случайно в мировоззрении Нового времени господствовала картина мира-механизма, законы которого можно было изучить и использовать на благо человека и общества. Поэтому в культуре закрепились вера в прогресс, особенно научный, именно от нее стали ждать решения всех технических, экологических, социальных и других проблем. И это несмотря на то, что с точки зрения классической науки человек не занимал никакого выделенного места в мире, так как редукционизм, свойственный науке того времени, сводивший все предметы и явления мира к физическим процессам, не мог показать качественной специфики человека и его разума. Таким образом, антропоцентризм, ставший ключевой установкой новоевропейского мировоззрения и культуры, не подтверждался наукой того времени.

Этот парадокс — не единственный в культуре Нового времени. Не менее парадоксально то, что сформированное в научной картине мира Нового времени представление о бесконечности мира в пространстве и времени не помешало относиться к нему, как к зримо представимому, контролируемому, что сопрягалось с идеей безграничного развития — познания и освоения окружающего мира. Так в европейской культуре сформировался экспансионизм, который и позволил ей занять господствующее положение в мире, стать основой мировой культуры.

В настоящее время процесс глобализации охватил самые разные сферы нашей жизни. Финансы, идеи и люди стали мобильны, как никогда. Закономерно, что глобальные финансовые и товарные рынки, средства информации и миграционные потоки привели к бурному росту культурных обменов, которые выражаются стремительно возрастающим количеством прямых контактов между государственными институтами, социальными группами и индивидами различных стран и культур. В ходе этих контактов исчезает множество традиционных форм жизни и способов мышления.

Современные технические достижения существенно расширили возможность контактов благодаря созданию новых транспортных средств и новых форм коммуникации. Резко возросла подвижность людей, которые могут за считанные часы оказаться в любой точке планеты. Космические спутники и современные средства связи позволяют людям получать информацию из всех регионов мира. Большую роль в этом играет Интернет, в настоящее время являющийся самой быстроразвивающейся системой коммуникации. Так, за последние несколько лет масштабы распространения Интернета увеличились в



несколько раз, а пользователи этой системы находятся более чем в 180 странах мира.

В то же время глобализация — не автоматический процесс, который завершится бесконфликтным и идеальным миром. Она таит в себе как новые возможности, так и новые риски, последствия которых для нас могут быть более значимыми, чем во все предыдущие эпохи. Историческая практика свидетельствует, что в самом процессе глобализации изначально заложен определенный конфликтный потенциал, поскольку зачастую приходится пересматривать или отказываться от некоторых традиционных принципов и ценностей собственной культуры. Различные общества реагируют на это по-разному. Диапазон сопротивления процессу слияния культур достаточно широк — от пассивного неприятия ценностей других культур до активного противодействия их распространению и утверждению.

В результате мы являемся свидетелями многочисленных этно-религиозных конфликтов, националистических настроений в политике, региональных фундаменталистских движений. Это в большой степени относится к традиционным культурам Кавказа, к исламской культуре, архаичным культурам Африки, некоторых стран Латинской Америки и Азии. К сожалению, не обошли стороной эти процессы и Европу, о чем говорят украинские события, парадоксально происходящие под лозунгами вхождения в европейскую семью народов.

Информационная, или экранная, культура рождается в условиях господства электроники, когда современные средства массовой коммуникации создают принципиально новые формы общения. Переход от книги к экрану как главному средству общения в некотором смысле вернул людей XX века на начальную ступень развития, возвращая культуру к устной традиции, которая имела место в первобытности. Ведущую роль в этом процессе, по Маклюэну, сыграло телевидение. Именно оно позволило человечеству вернуться в дописьменную общину, в глобальную деревню, где информация доступна сразу всем и получить ее можно практически мгновенно.



## **ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРЕУЧЕТА НАУЧНЫХ СОЧИНЕНИЙ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО ПО РАКЕТНОЙ ТЕХНИКЕ, РЕАКТИВНОЙ АВИАЦИИ И КОСМОНАВТИКЕ**

Т.Н. Желнина

Совершенно очевидно, что рациональное и эффективное использование научных сочинений Циолковского в качестве исторических и историко-биографических источников невозможно без четких и ясных представлений об объеме и составе их корпуса — во всей полноте сохранившихся текстов, дошедших до нас в виде, как прижизненных публикаций, так и рукописей, которые отложились в разных архивохранилищах. Между тем, сводного научного перечня и описания массива трудов Циолковского по ракетной технике, реактивной авиации и космонавтике как единого целого до сих пор нет (впрочем, сказанное относится и к работам ученого по другим проблемам, за исключением его сочинений на философские и социальные темы). Известные справочно-информационные пособия являются отдельными, далеко неполными и несвободными от ошибок перечнями либо публикаций (по состоянию на начало 1980-х годов), либо рукописей, да и то только рукописей, отложившихся в Архиве РАН (АРАН). О существовании рукописей, хранящихся в других архивах или музеях, можно узнать лишь из архивных описей или немногочисленных публикаций.

Неудивительно, что в литературе все еще нет однозначных ответов на вопросы: сколько всего сочинений по ракетной технике, реактивной авиации и космонавтике написано Циолковским; сколько существует вариантов одних и тех же произведений; каково соотношение произведений и подготовительных материалов; каков объем массива его творческих рукописей; каково соотношение рукописей и печатных публикаций; сколько раз и когда издавалась та или иная работа. Отсутствие информации по этим вопросам неизбежно сказывается на репрезентативности источниковой базы и уже не может не тормозить исследование научной деятельности и издание трудов Циолковского. Кажется парадоксальным, но на родине основоположника теоретической космонавтики до сих не издано полное собрание его сочинений в этой области. А изучение круга сочинений Циолковского, привлекаемых в качестве исторических источников в исследованиях последних лет, свидетельствует, что их авторы используют лишь около двух десятков трудов ученого, причем все они — законченные произведения, тогда как подготовительные материалы остаются огромным пластом, невостребованным исследователями.



С целью составления перечня и научного описания всей совокупности опубликованных и рукописных творческих материалов Циолковского по ракетной технике, реактивной авиации и космонавтике были фронтально изучены фонды крупнейших архивов, библиотек и музеев Москвы, Санкт-Петербурга, Калуги; предприняты поиски трудов (и переписки) Циолковского в архивах Берлинской Академии наук (бывшая ГДР), Австрийской Академии наук, а также в Баварском Экономическом архиве и в архивных собраниях Национального аэрокосмического музея США, библиотеки Конгресса США, библиотеки университета штата Алабама (США), Ракетного центра в Хантсвилле (США). По масштабности архивных и библиографических разысканий эта работа не имеет аналогов в ряду предпринятых ранее попыток учесть и описать творческие материалы Циолковского. Изучены все известные информационно-справочные пособия, в той или иной степени отражающие состав корпуса научных сочинений Циолковского. Предметом разысканий и исследования были рукописные материалы и прижизненные публикации Циолковского с пометками и дарственными надписями автора, а также посмертные издания трудов по состоянию на 2015 год.

Основное внимание было сосредоточено на собраниях материалов Циолковского, хранящихся в АРАН и Государственном музее истории космонавтики имени К.Э. Циолковского (ГМИК). В фонде 555 в АРАН отложился личный архив ученого, вывезенный в Москву несколько дней спустя после его кончины в соответствии с Постановлением ВЦИК об увековечении памяти и издании трудов К.Э. Циолковского. В фондах ГМИК хранятся отдельные рукописи, публикации в прессе и брошюры Циолковского, поступившие в ходе многолетней собирательской деятельности.

Исследование каждого архивного документа предполагало: 1) атрибуцию; 2) установление его назначения (произведение или подготовительный материал), разновидности и генетических связей с другими трудами; 3) изучение истории текста (внешние особенности, датировка, варианты и редакции).

Сличение результатов исследования архивных документов с содержанием фондовых описей показало, что в процессе их составления были допущены существенные пробелы. Прежде всего это относится к научному описанию рукописей, хранящихся в АРАН. Подавляющее большинство рукописей Циолковского можно охарактеризовать как «многотекстовые». В описи они учитывались как одна единица — произведение или комплекс подготовительных материалов, в то время как в их составе находились фрагменты автографов других произведе-



ний или заметки к другим произведениям, выделенным в самостоятельные единицы хранения. В ходе исследования нам удалось выявить и опознать неучтенные ранее страницы автографов двадцати четырех произведений, разбросанные по десяткам архивных дел.

Примеры ошибок и неточностей, допущенных при обработке материалов в АРАН:

- разрушение генетических связей между рукописными источниками текста одного и того же сочинения: например, между автографами и машинописными копиями; между черновиками и беловиками; между дублетными экземплярами одной и той же копии;

- разрушение генетических связей между отдельными частями одного и того же текста; разными вариантами (редакциями) одного и того же текста (конспект ненаписанной статьи «Ракета. Распространение человека в космосе» разделен на три самостоятельные рукописи, выделенные в три архивных дела);

- механическое объединение разных текстов в один (рукописи «Аэроплан-крыло – ракета» и «Аэроплан для полета в очень разреженной среде» учитываются вместе, хотя первая — набросок статьи, а вторая — заметки и расчеты к ней; не принято даже во внимание, что Циолковский сам разделил эти рукописи, вложив в разные обложки);

- механическое объединение разных редакций произведения (не учтено, что «Альбом космических путешествий» создан в двух редакциях);

- неверное истолкование разновидности (происхождения, предназначения) того или иного сочинения: подготовительные материалы принимались за статьи и наоборот, варианты текстов произведений за их фрагменты (перечень основных формул, характеризующих полет ракеты, составленный на основании первой статьи «Исследование мировых пространств реактивными приборами» (1903) явно после завершения работы над ней, был принят за «Вычисления к выводу формулы для конечной скорости ракеты», то есть за расчеты, предшествовавшие написанию статьи; подготовительные материалы под авторским названием «Упражнения и опыты, которые могли бы привести к осуществлению межпланетных путешествий и устройству космической ракеты» учли как статью, дав ей редакторские заголовки, причем, разные в разных описаниях: «Ракета. Реактивный прибор пушечного типа или ракетного типа» и «Ракетные двигатели. Испытания, некоторые вопросы теории, топливо»; набросок «Ракета. Формулы. Упрощено» приняли за «дополнение» к статье «Исследование мировых пространств реактивными приборами. Реактивный прибор "ракета"», хотя на самом деле он является более поздним вариантом одного из разделов названной ста-



тьи («Резюме работы 1903 г.»); третий вариант текста разделов 51–325 статьи «Стратоплан полуреактивный» сочли за ее фрагмент (окончание) и озаглавили «Ускорение аэроплана высот от пропеллера», хотя это название лишь одной из глав, включающей разделы 51–59);

– «засорение» авторского рукописного комплекса чужеродными материалами: дублетными экземплярами машинописных копий текстов Циолковского, снятых Б.Н. Воробьевым в конце 1930-х годов в процессе подготовки первого варианта Собрания сочинений и тогда же объединенных с авторскими рукописями фонда 555 в АРАН (некоторые из них через Л.К. Циолковскую попали и в фонд 1 в ГМИК); случайными печатными и рукописными материалами, внедренными в фонд 555 в АРАН в середине 1980-х годов, когда он находился на реставрации и, по-видимому, соприкасался с другими документальными массивами.

Составленный на основе переучета рукописных и печатных материалов Указатель сочинений Циолковского по ракетной технике, реактивной авиации и космонавтике на сегодняшний день наиболее полно и точно отражает все дошедшее до нас научное наследие ученого по данной теме.

## **К ВОПРОСУ ОБ ЭВОЛЮЦИИ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ (В СВЕТЕ ИДЕЙ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО)**

А.В. Астахов

«Если не будем высказывать новые мысли, то и наука не будет идти вперед», — писал К.Э. Циолковский.

В нашей планетной системе идет свой эволюционный процесс, предполагающий, по мнению ряда ученых, значительное изменение окружающей среды и человеческой природы.

Попытаемся математически выразить эволюцию нашей планетной системы во взаимосвязи с эволюцией человеческой природы. Выдвигаемая нами гипотеза заключается в том, что космические катастрофы, связанные со столкновением небесных тел, являются обязательным условием эволюционного процесса Солнечной системы и человеческой природы.

Согласно закону Боде и некоторым гипотезам сотни миллионов лет назад в результате сильнейшего столкновения разрушилась планета Фазтон. Так между орбитами Марса и Юпитера образовался «пояс астероидов».



Сегодня ученые не исключают, что Плутон и Харон, находящиеся в полосе Эдварта-Койпера, также образовались в результате столкновения Плутона с космическим объектом крупных размеров.

Если эти гипотезы верны, то когда-то в Солнечную систему входило 11 больших планет. Расчеты мы производили по следующей формуле:

$Gf = Gs - Nf \times (1, 2, 4, 8, 16, (n \times 2))$ , где:  $Gf$  – сумма сил гравитационных полей планет Солнечной системы (для 11 планет она равна 63,82);  $Gs$  – гравитационное поле Солнца – 74,82;  $Nf$  – расчетный коэффициент (совпадает с расчетным количеством планет);  $Nf = (K \times P) - (0, 1, 2, \dots 10)$ .

Таким образом, можно рассчитать вероятность нахождения в Солнечной системе 10, 9, 8, 7 и т. д. планет. Например:

$G9 = Gs - N9 \times 2$ , где  $N9 = (K \times P) - 2$ ;  $G9 = 56,8$ ;

$G7 = Gs - N7 \times 4$ , где  $N7 = (K \times P) - 4$ ;  $G7 = 46,8$ .

Центральное место в нашей планетной системе занимает Юпитер. Он силой своего притяжения отводит от Земли метеориты. Если бы не было Юпитера, метеориты падали бы на Землю в тысячу раз чаще.

Если суммировать силы гравитационных полей планет земной группы и сравнить полученную величину с суммой сил гравитационных полей планет, находящихся правее Юпитера, то мы обнаружим разницу, которая равна 1,0 (см. таблицу 1). Эта разница свидетельствует о продолжающемся процессе выравнивания гравитационных сил.

Таблица 1.  
Приблизительное значение силы гравитационного поля  
планет Солнечной системы (G)

Меркурий	Венера	Земля	Марс	Фазтон	Юпитер	Сатурн	Уран	Нептун	Плутон	Планета
4,91	6,41	6,67	4,92	4,3		10,36	6,38	6,41	7,06	6,41
27,21						26,26				
22,9				X		23,9	X			
18,0			X			18,0	x	X		



Мы полагаем, что отсутствие гравитационного баланса в нашей планетной системе может привести к столкновению небесных тел и может оказывать влияние на психофизиологию человека.

Если перестроение в Солнечной системе направлено в сторону выравнивания сил гравитационных полей, то оптимальным состоянием планетной системы будет система, состоящая из семи планет.  $G7 = 46,8/7 = 6,68$  (совпадает с коэффициентом гравитации). В этом случае обломки астероидов в Солнечной системе пополнятся за счет планеты Марс и частично за счет планеты Нептун. Катастрофа на Марсе не останется незамеченной для землян.

Наиболее благоприятным состоянием для такого перестроения будет период, когда по одну сторону от Солнца будут находиться Венера, Юпитер и Уран, по другую сторону - все остальные планеты. После столкновения небесных тел произойдет выравнивание сил гравитационных полей (см. таблицу), что положительно скажется на психофизиологии человека.

«Мир существует бесконечное время, — писал Циолковский, — и что он выработал в беспредельные дециллионы лет, то не может представить себе никакое воображение. Сколько не представляйте себе чудес, не перешеголяете мир: давно признанная истина» [АРАН. Ф. 555. Оп. 1. Д. 540. Л. 10–10об.].

## **БАТИСФЕРА К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО В ИСТОРИИ АВТОНОМНЫХ ГЛУБОКОВОДНЫХ АППАРАТОВ**

Б.П. Филимонов

К.Э. Циолковский был уже признанным родоначальником теоретической космонавтики, когда весной 1935 г. начал обдумывать способы освоения морских глубин. Он понимал, что покорить большие глубины Мирового океана ничуть не проще, чем совершить полет в космос. В самом деле, успехи в освоении глубин морей и океанов были тогда еще очень скромными. Удалось проникнуть в морские пучины на глубину всего нескольких сот метров, да и то с огромным риском для жизни. Сообщалось о смелых опытах американских исследователей Вильяма Биба и Отиса Бартона с особым глубоководным аппаратом, созданным в 1929 г.

Батисфера «Век прогресса», так назывался аппарат Биба и Бартона, представляла собой стальной шар диаметром около полутора метров. Он был рассчитан на огромное давление. Но кто бы дал гарантию, что спуск закончится благополучно? Могли не выдержать напора



воды кварцевые стекла трех иллюминаторов. Вода могла прорваться через уплотнения в отверстиях для прохода телефонного кабеля. Наконец, мог оборваться стальной трос, на котором висела батисфера весом две с половиной тонны.

Тем не менее Биб и Бартон неоднократно погружались в своем аппарате в Атлантический океан, причем каждый раз все глубже. В августе 1934 г. они достигли глубины в 923 м! И этот рекорд продержался ни много ни мало пятнадцать лет.

Циолковский, раздумывая над возможным устройством глубоководных аппаратов, пришел к выводу, что от привязных батисфер надо отказаться. Они не позволят достичь глубин в несколько километров. Длинный трос оборвется под действием собственной тяжести. Батисфера должна обладать положительной плавучестью, то есть способностью в любой момент самостоятельно всплыть, подобно поплавку. Но при этом быть и достаточно прочной, выдерживающей колоссальное давление воды.

Одним словом, Циолковский предложил построить автономный аппарат для исследования морских глубин. Корпус его также имел форму шара, но по размерам значительно превосходил привязную батисферу Биба и Бартона. А это означало, что работать в аппарате Циолковского было бы удобнее, просторное помещение позволяло разместить больше научных приборов. Достигнув дна и выполнив научные наблюдения, гидронавтам следовало сбросить балластный груз, и тогда батисфера могла устремиться наверх, к поверхности моря.

Циолковский был пионером в разработке автономной батисферы. Он первым выяснил, какой наибольшей глубины сможет достичь такой аппарат с учетом многих факторов. Свои соображения на этот счет ученый изложил в статье «Наибольшая глубина погружения океанской батисферы», увидевшей свет в 1936 г. на страницах ленинградского журнала «ЭПРОН».

## **НАУЧНЫЕ СВЯЗИ А.Л. ЧИЖЕВСКОГО И Н.А. МОРОЗОВА**

Л.Т. Энгельгардт

«Судьбы великих людей и их взаимодействие с окружающими их современниками должны быть рассмотрены возможно полнее и совершеннее, и все дела и поступки названы своими именами, а люди по фамилиям... — писал А.Л. Чижевский, — никаких неясностей и никаких полунамеков не выносит история, и особенно история жизни



выдающихся личностей. На примерах этих историй учится человечество, ибо великие люди, их жизнь, преисполненная борьбы и треволнений, их нестигаемость в борьбе являются моральным фундаментом народа и страны, к которым эти люди принадлежат». Таким примером для Чижевского была история жизни шлиссельбургского узника Николая Александровича Морозова, с которым он имел счастье быть знакомым лично. В данном докладе рассматриваются их взаимоотношения.

12 февраля 1978 г. Н.В. Чижевская получила от Дома-музея Н.А. Морозова статью А.Л. Чижевского «Звездные бездны», оформленную в рамку, на оборотной стороне которой было написано: «От Дома-музея Н.А. Морозова Глубокоуважаемой Нине Вадимовне Чижевской для будущего Музея Александра Леонидовича Чижевского».

Там же внештатным сотрудником Дома-музея Н.А. Морозова Бирюковым Владимиром Борисовичем, оформившим эту статью 5–7 марта 1974 г., была сделана еще одна надпись:

«С 1974 года аналогичный экземпляр воспоминаний «Звездные бездны» находится в экспозиции Дома-музея Н.А. Морозова. В экспозиции Дома-музея Н.А. Морозова находится также книга А.Л. Чижевского «Физические факторы исторического процесса» с дарственной надписью автора: «Глубокоуважаемому Николаю Александровичу Морозову на добрую память от автора. 4/X 1924».

В Архиве РАН в фонде Н.А. Морозова мы обнаружили письмо А.Л. Чижевского знаменитому шлиссельбуржцу, датированное 4 июля 1924 г.. В этом письме он сообщал о том, что одновременно с этим письмом «препровождает свою книжку под заглавием «Физические факторы исторического процесса». И далее он писал: «Я был бы чрезвычайно польщен и бесконечно благодарен Вам, если бы Вы не отказались высказать Ваше авторитетное мнение о ценности работ в избранной мною области. За последнее время мои работы подверглись жестокой принципиальной критике со стороны местных марксистов. Между тем, позволю себе заметить, что известный астроном Charly Nordmann в «Je Matin» от 3 июня с/г № 12885 поместил большую передовую статью и высказал ряд весьма лестных для автора мнений. Поэтому я был бы счастлив, если бы Вы удостоили меня Вашим ответом и изложили бы Вашу личную точку зрения на исследуемый мною вопрос».

Неизвестно, получил ли Чижевский ответ от Морозова.

Но в архиве А.Л. Чижевского есть фотография, на которой среди ученых на заседании в Практической лаборатории по зоопсихологии присутствуют и Александр Леонидович, и Н.А. Морозов. Фото-



графия сделана в 1927 г.. Когда же и где познакомились ученые? Долгое время думали, что эта встреча впервые произошла в Уголке Дурова. Однако воспоминания Чижевского заставили нас изменить это мнение. Не получив ответа на свое письмо от Морозова, Чижевский искал случая познакомиться с маститым ученым и лично услышать от него ответ на свой вопрос. К тому же его интересовали и исторические исследования Морозова о «смещении» хронологии.

И такой случай представился в марте 1926 г., когда он оказался в Ленинграде на съезде директоров научных учреждений Главнауки Наркомпроса РСФСР. Чижевский очень обрадовался, увидев в мармормном дворце, где проходил съезд, Н.А. Морозова. Там и произошла их первая встреча. Морозов запомнил фамилию Чижевского и его «Физические факторы исторического процесса», но считал, что писать «книги двадцать первого века» преждевременно. В дальнейшем эти встречи продолжались и в Уголке Дурова и всякий раз, когда Чижевский приезжал в Ленинград. Оба считали, что признание их работ дело далекого будущего.

Встречи и беседы с Н.А. Морозовым, человеком энциклопедических знаний, на волнующие их темы, запомнились Чижевскому на всю жизнь. Они помогали ему не только в его исследованиях, поскольку ему нужна была объективная критика, а поддержка такого ученого давала уверенность в правильности выбранного пути. Но и в трудные минуты жизни, когда он оказался в лагерях, пример мужества и стойкости Морозова помог ему выжить. И А.Л. Чижевский был благодарен судьбе, пославшей ему общение с человеком, по его словам, «большого неувядающего человеческого благоволения».

## **ПАМЯТИ АЛЕКСЕЯ ИВАНОВИЧА ЗИНЧЕНКО**

Т.Н. Желнина, С.В. Александров

А.И. Зинченко (30 апреля 1948 г., поселок Ольшаны Харьковской области – 20 февраля 2015 г., Калуга) — ветеран Военно-космических сил, ветеран космодрома Байконур, подполковник в отставке, автор работ по истории ракетно-космической техники и космонавтики, общественный деятель.

Закончил в 1971 г. отделение «Летательные аппараты и технологическое оборудование к ним» Харьковского высшего командно-инженерного училища по специальности «военный инженер-механик».



В 1971–1994 гг. служил на космодроме Байконур, где прошел путь от инженера расчета до старшего инженера-испытателя и начальника лаборатории. Руководил предстартовой подготовкой ракет и участвовал в их запусках. В 1990–1992 гг. одновременно со службой преподавал в филиале «Восход» Московского авиационного института им. С. Орджоникидзе, в 1994 г. работал начальником отдела Национального аэрокосмического агентства Республики Казахстан.

В возрасте сорока шести лет военный пенсионер А.И. Зинченко переехал в Калугу. В 1994–2000 гг. А.И. Зинченко работал старшим научным сотрудником в ГМИК, создавал выставки по истории ракетной техники и космонавтики, выступал с научно-популярными лекциями в школах и на предприятиях.

Доклады по истории отработки наземного и шахтного стартовых комплексов межконтинентальной баллистической ракеты (МБР) Р-9А, наземной отработки и летных испытаний МБР Р-16 и Р-36 (включавшие его личные воспоминания), с которыми А.И. Зинченко выступил на нашей секции (1998–2000 гг.), существенно дополнили историографию ракетно-космической техники.

После ухода из ГМИК А.И. Зинченко работал специалистом II категории по программированию, обслуживанию ЭВМ и сбору информации Управления по делам гражданской обороны и чрезвычайным ситуациям Калуги (2000–2005 гг.); начальником Бюро гражданской обороны и чрезвычайных ситуаций в ОАО «КНИИТМУ» (2005–2014 гг.).

И в эти годы Алексей Иванович не остался в стороне от истории космонавтики. Он продолжал выступать — с докладами на Чтениях К.Э. Циолковского и с лекциями перед калужанами; стал научным консультантом, а потом и научным редактором ежемесячной радиопередачи «Калуга и космос» (ГТРК «Калуга»).

В 2014 г. А.И. Зинченко ушел на общественную работу, был заместителем председателя Совета ветеранов войны и труда Ленинского округа Калуги.

А.И. Зинченко был награжден многими медалями.

**СТРОИТЕЛЬ КОСМОДРОМОВ В.П. БАРМИН**  
**(К 60-ЛЕТИЮ КОСМОДРОМА БАЙКОНУР)**  
К.Н. Величко

С именем Владимира Павловича Бармина связано появление в середине XX века нового слова в русском языке — космодром (в пере-



воде с греческого — место для бега в космос), обозначающее ракетно-космический стартовый комплекс. Теперь первые советские космодромы известны всему миру: Капустин Яр (1946 г., Астраханская область), Байконур (до 1955 г. — Тюратам, Казахстан), Плесецк (1957 г., Архангельская область) — это не только специально оборудованные территории, сооружения и технические средства для сборки, подготовки и запуска ракет-носителей с космическими аппаратами, это подлинные ракетаграды, т.е. еще и жилые города (Капустин Яр, Ленинск, Мирный) с населением в десятки тысяч человек, с развитой современной производственной и социальной инфраструктурой.

Инженерная судьба поделила жизнь Бармина на три неравные части: первая — до войны, 1930–1941 гг. (компрессоры), вторая — война, 1941–1945 гг. («катюши»), третья — после войны, 1946–1993 гг. (космодромы). Первые две уже прошли, когда в 1946 году настал черед третьей, самой долгой, можно сказать, фантастической: ему поручили возглавить Государственное союзное конструкторское бюро специального машиностроения (ГСКБ Спецмаш) при заводе «Компрессор» — головное предприятие по созданию комплексов для запуска ракет-носителей.

В.П. Бармин потому так много успел сделать за свою жизнь, что всегда работал параллельно, а не методом пошаговой последовательности, как рядовые инженеры: и тогда, когда он делал компрессоры разных типов, и тогда, когда он делал «катюши» разных типов, и, наконец, тогда, когда строил стартовые ракетные комплексы разных типов. Еще в молодости он пытался поступить параллельно в три высших учебных заведения, а учился параллельно в двух. Это он называл «погоней за временем».

Вершиной творческого, конструкторского взлета В.П. Бармина стало время создания стартового комплекса для королевской «семерки» — первой в мире тяжелой управляемой межконтинентальной баллистической ракеты Р-7, для пуска которой нужен был более масштабный космодром. Однако выяснилось, что дело не только в больших количественных параметрах, новая ракета потребовала принципиально новой конструкции стартового «стола» и всей системы вспомогательного оборудования. Под руководством Бармина на Байконуре в короткие сроки построили нечто фантастическо-циклопическое. Барминский комплекс не имел аналогов в мире по своему конструктивному решению ни тогда — в XX веке, ни сегодня — в XXI веке! Он поражал новизной и дерзостью инженерной мысли.

Мечты и планы В.П. Бармина простирались очень далеко, его творческое наследие огромно. Многие конструкторские идеи и инже-



нерные решения Владимира Павловича не имеют аналогов ни в отечественном, ни в зарубежном ракетостроении, хотя его нет с нами уже более двух десятков лет.

## **ВЕХИ ИСТОРИИ БАЙКОНУРА (К 60-ЛЕТИЮ КОСМОДРОМА)**

С.А. Герасютин

В 1954 г. была создана Государственная комиссия по выбору места строительства космодрома под председательством начальника испытательного полигона Капустин Яр генерал-лейтенанта артиллерии В.И. Вознюка. В январе 1955 г. прибыл первый отряд военных строителей под командованием старшего лейтенанта И.Н. Денежкина. 12 февраля 1955 г. правительством было принято решение о строительстве космодрома Байконур, начальником которого был назначен генерал-майор Г.М. Шубников.

Через четыре месяца стартовое сооружение было сдано под монтаж пускового оборудования. В установленные сроки был сдан и первый монтажно-испытательный корпус. 5 мая 1955 г. началось строительство жилого поселка испытателей космодрома, носившего в разное время названия: «Ташкент-90», поселок Заря, Ленинский, Звездоград, город Ленинск и с декабря 1955 г. — город Байконур. 2 июня 1955 г. директивой Генерального штаба утверждена организационно-штатная структура 5-го Научно-исследовательского испытательного полигона (5-й НИИП). Эта дата была официально признана днем рождения космодрома Байконур.

К концу 1955 г. в состав полигона входило 26 частей и подразделений. Начальником 5-го НИИП был назначен генерал-лейтенант артиллерии А.И. Нестеренко (1955–1958). Общая численность работавших на полигоне в конце 1955 г. составила 1900 военных и 664 рабочих и служащих. В декабре 1956 г. строительство первоочередных объектов завершилось. Началась отладка наземного оборудования, подготовка к испытаниям ракетных комплексов. К началу испытаний на полигоне находилось 427 инженеров и 237 техников, общая численность военнослужащих возросла до 3600 человек.

15 мая 1957 г. со стартовой площадки полигона произведен первый пуск межконтинентальной баллистической ракеты Р-7 конструкции С.П. Королёва массой 273 т и дальностью полета 8600 км. Испытание оказалось неудачным — ракета пролетела всего 400 км из-за возникшего пожара в хвостовом отсеке. Следующий пуск Р-7 состоял-



ся 21 августа 1957 г. и завершился полным успехом. 4 октября 1957 г. со стартовой площадки № 1 ракетой Р-7 был выведен на околоземную орбиту первый в мире искусственный спутник Земли массой 83,6 кг.

В 1958 г. начальником полигона назначен генерал-майор К.В. Герчик (1958–1960). В этот год со стартовой площадки 5-го НИИП было произведено 10 пусков (7 ракета Р-7 и 3 — в ее трехступенчатой модификации). В 1959 г. на полигоне произведено 16 пусков, 14 из которых удачные). В январе 1960 г. на полигоне завершились летные испытания ракеты Р-7, она поступила на вооружение Ракетных войск стратегического назначения. 15 мая запуском ракетой-носителем «Восток» корабля-спутника началась подготовка полета человека в космос. 29 июля 1960 г. труд испытателей полигона был по достоинству оценен: за успешные испытания ракеты Р-7 и в связи с 5-летием полигон награжден орденом Красной Звезды.

24 октября 1960 г. произошла катастрофа при испытании новой межконтинентальной баллистической ракеты Р-16 конструкции М.К. Янгеля. За 30 мин до старта на запущенной ракете включились двигатели 2-й ступени. В результате возникшего пожара и отравления парами компонентов топлива погибло 76 военнослужащих и представителей промышленности, 53 человека получили ожоги. В числе жертв — Главнокомандующий РВСН Главный маршал артиллерии М.И. Неделин, руководители испытаний от полигона полковники А.И. Носов и Е.И. Осташёв.

В 1960 г. на полигоне построено и принято в эксплуатацию 5 монтажно-испытательных корпусов, 4 старта, штатный состав увеличился до 10 тыс. человек. 1 февраля 1961 г. подписан Указ о вручении 5-му НИИП Боевого Знамени. 9 и 25 марта 1961 г. проведены последние летные испытания космического корабля «Восток» с манекенами и животными на борту. 12 апреля 1961 г. в 9 ч 07 мин боевым расчетом 5-го НИИП подготовлен и выведен на орбиту первый в мире пилотируемый корабль «Восток» массой 4,73 т с Ю.А. Гагариным на борту. Впервые в документах о его запуске 5-й НИИП назван космодромом Байконур.

5 мая 1961 г. начальником полигона вместо ушедшего на должность начальника ЦКП РВСН генерал-майора К.В. Герчика назначен полковник А.Г. Захаров (1960–1965), бывший начальником штаба полигона.

8 мая 1965 г. Указом Президиума Верховного совета СССР космодром награжден Орденом Ленина, 15 января 1971 г. — Орденом Октябрьской Революции. 21 июня 1966 г. Указом Верховного Совета Казахской ССР поселок Ленинский переименован в город Ленинск.



На Байконуре за прошедшие 60 лет запущено более 1500 космических аппаратов 80 типов и их модификаций конструкции С.П. Королева, М.К. Янгеля, В.Ф. Уткина, В.Н. Челомея.

Площадь главных объектов космодрома- 6717 квадратных километров. Для каждого типа ракет Байконур имеет одну или несколько технических позиций, каждая с одним или несколькими стартовыми комплексами.

На космодроме построено и эксплуатировалось 52 стартовых сооружения, 34 технических комплекса, 3 вычислительных центра, 16 стационарных, 3 подвижных наземных и 4 самолетных измерительных пункта, кислородно-азотный завод производительностью до 300 т криогенных продуктов в сутки, 2 механосборочных завода, аэродромы «Крайний» и «Юбилейный», 5 посадочных площадок, 92 узла связи, ТЭЦ мощностью 80 МВт, 2 энергопоезда, метеостанция, ионосферная станция. В настоящее время инфраструктура Байконура состоит из 9 типов стартовых комплексов в составе 15 пусковых установок для запусков ракет-носителей; 4 пусковых установки для испытаний МБР; 11 монтажно-испытательных корпусов, в которых размещены 34 технических комплекса; 3 станции для заправки топливом космических аппаратов и разгонных блоков; измерительный комплекс с современным информационно-вычислительным центром для контроля и управления полетом ракет и обработки телеметрической информации.

Начальниками космодрома Байконур были также полковник А.А. Курушин (1965–1973), генерал-лейтенанты В.И. Фадеев (1973–1978), Ю.Н. Сергунин (1978–1983), Ю.А. Жуков (1983–1989), А.Л. Крыжко (1989–1992), А.А. Шумилин (1992–1997), Л.Т. Баранов (1997–2007). В 2009–2014 гг. руководил деятельностью космодрома Е.Н. Анисимов, сейчас — М.Ю. Варданын.

С момента своего образования космодром входил в структуру Министерства обороны СССР. К 2009 г. российские военные покинули Байконур, космодром полностью передан Роскосмосу (этот процесс поэтапно шел с 1997 г.). После 2018 г. предполагается перенос пилотируемых пусков на новый российский космодром Восточный в Амурской области, таким образом, в 2020–2040 гг. с Байконура будут запускаться космические аппараты только с помощью ракет-носителей «Союз-2». К 2030 г. 90% запусков Россия будет проводить с собственных космодромов Плесецк и Восточный, доля Байконура упадет с 75% до 10%. По одной из версий, после 2050 г. космодром будет реконструирован в международный центр космических полетов совместно с Европейским и Израильским космическими агентствами.



По числу запусков Байконур до сих пор занимает в мире лидирующие позиции.

### **35 ЛЕТ ПЕРВОМУ ОГНЕВОМУ ИСПЫТАНИЮ ДВИГАТЕЛЯ РД-170**

В.С. Судаков, С.А. Колинова, Н.В. Выгузова, А.П. Сударченко

25 августа 1980 г. на стенде НПО Энергомаш в Химках было проведено первое огневое испытание полноразмерного жидкостного ракетного двигателя (ЖРД) РД-170/171. Оно продолжалось всего 4,4 с, но именно это испытание открыло путь к полномасштабной отработке двигателей, которые остаются и сегодня самыми мощными в мире ЖРД, а также являются основой для последующего создания семейства высоконадежных, совершенных кислородно-керосиновых ЖРД.

Разработка этих ЖРД началась в середине 1970-х годов, а официальные Постановления Правительства о разработке многократной космической системы, а затем РН «Зенит» были приняты в феврале и марте 1976 г.

Испытания шли очень тяжело, так, из первых 20 испытаний пять было аварийными, из первых 50 — десять. Но, тем не менее, уже 9 июня 1981 г. было проведено полноресурсное испытание двигателя (150 с) на режиме с тягой 600 тс, а через год, в июне 1982 г., - первое огневое испытание двигателя в составе ступени ракеты-носителя. К сожалению, это испытание закончилось аварией из-за возгорания турбины ТНА через 5,7 с после включения двигателя. Авария привела к сильному пожару на стенде, что надолго вывело его из строя. Огромную и трудоемкую работу провели специалисты предприятия с участием сотрудников многочисленных отраслевых организаций и предприятий, организаций АН СССР для разработки разнообразных мероприятий по двигателю, в первую очередь по повышению стойкости к возгораниям и живучести двигателя. С декабря 1984 г. была проведена серия успешных стендовых огневых испытаний двигателей в составе ступени ракеты.

Первое летное испытание двигателя РД-171 в составе РН «Зенит» было осуществлено 13 апреля 1985 г. Официально этап отработки двигателя для РН «Зенит» был завершен в 1986 года после проведения успешных межведомственных испытаний (МВИ), подтвердивших пригодность его для одноразового использования в составе РН «Зенит».

Параллельно продолжалась отработка двигателя РД-170, который предназначался для десятикратного полетного использования в



составе блоков А РН «Энергия». 15 мая 1987 г. успешно прошло первое летное испытание РН «Энергия», 15 ноября 1988 года — второе. В 1990 г. двигатели РД-170 выдержали МВИ на четырехкратное полетное использование, в 1992 г. — на десятикратное. Но, как мы знаем, с распадом СССР эксплуатация МРКС «Энергия-Буран» была прекращена.

Эксплуатация двигателей РД-171 продолжалась, хотя и с определенными перерывами. В конце 1990-х годов поставки этих двигателей выполнялись для программы «Морской старт», которые дорабатывались из двигателей РД-170, ранее изготовленных для РН «Энергия». В начале 2000-х годов была разработана модификация этого двигателя — двигатель РД-171М с повышенной надежностью, который и изготавливался на НПО Энергомаш до 2014 г. На стендах НПО Энергомаш было проведено свыше 1000 огневых испытаний двигателей РД-170/171.

Создание двигателей РД-170/171 явилось, по сути, техническим прорывом. Были созданы надежные ЖРД не только с самой большой в мире тягой, но и наиболее эффективные благодаря высокому уровню освоенных параметров.

Создание этих двигателей открыло дорогу для разработки более совершенных модификаций ЖРД этого семейства кислородно-керосиновых двигателей, таких как РД-180 для РН «Атлас 5», РД-191 для семейства РН «Ангара», РД-181 для РН «Антарес» и других.

## **ВКЛАД В.М. КОВТУНЕНКО В РАЗВИТИЕ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ И ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ АСТРОНОМИИ (К 30-ЛЕТИЮ ПРОЕКТА «ВЕНЕРА – КОМЕТА ГАЛЛЕЯ»)**

О.А. Чаплиц

Вячеслав Михайлович Ковтуненко — один из создателей нового научного направления в области космических исследований, связанного с созданием и применением автоматических станций для изучения околоземного и межпланетного пространства. Под его руководством и при его непосредственном участии разработаны проекты и созданы автоматические станции серий «Космос», «Интеркосмос», «Венера», орбитальная обсерватория «Астрон», получила развитие серия «Прогноз». Эти станции дали возможность получить уникальную информацию о радиационных поясах и структуре верхней атмосферы Земли, химическом составе атмосферы и грунте Венеры, реликтовом излуче-



нии; провести исследование звезд и галактик в ультрафиолетовом и рентгеновском диапазонах спектра.

В.М. Ковтуненко являлся членом Совета «Интеркосмос» АН СССР, проводил большую работу по развитию международного научно-технического сотрудничества в области космических исследований.

Проект «Венера – комета Галлея» («ВЕГА»), выполненный под руководством В.М. Ковтуненко и Р.З. Сагдеева с привлечением множества других стран, был одним из самых сложных в истории исследований Солнечной системы при помощи космических аппаратов. Он состоял из трех частей: изучение атмосферы и поверхности Венеры при помощи посадочных аппаратов, изучение динамики атмосферы Венеры посредством аэростатных зондов (аэростаты были впервые в мире запущены в атмосферу другой планеты), пролет через газопылевую атмосферу (кому) и плазменную оболочку кометы Галлея. В тот момент, когда комета Галлея приблизилась, удалось ее сфотографировать и передать снимки и данные о ее характеристиках с помощью космических аппаратов «Вега-1» и «Вега-2».

В разработке перечисленных и ряда других программ важную роль сыграли оригинальные теоретические и технические решения, предложенные В.М. Ковтуненко и реализованные впервые в отечественной практике космических исследований.

## **ПОЛИТИЧЕСКИЕ, НАУЧНЫЕ И ЛИЧНОСТНЫЕ АСПЕКТЫ В СТАНОВЛЕНИИ И РАЗВИТИИ КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ И РАДИОЭЛЕКТРОНИКИ**

В.М. Чеснов

Радиоэлектроника и космонавтика составили основу всего научно-технического прогресса XX века. Имея лишь слабо проработанную теоретическую базу и практически никакой материальной предыстории, радиотехнические системы в комплексе с космическими аппаратами совершили научно-информационную революцию.

Сегодня в XXI веке радиоэлектроника и космонавтика продолжают оставаться бурно развивающимися областями человеческой деятельности, в различных своих сочетаниях порождающие широкий спектр новых научно-технических отраслей. В качестве примера можно привести дистанционное зондирование поверхности Земли из космоса в радиодиапазоне, открывающее новые направления исследований в геологии, картографии, метеорологии, океанологии, археологии и в целом ряде других научных направлений. На первый взгляд, может



показаться, что радиотехника более тяготеет к собственно техническим наукам, а космонавтика — к техническому воплощению накопленных достижений. Ретроспективный же анализ эволюции этих двух областей человеческой деятельности позволяет адекватно определить их роль и место в научной и технической областях знания.

Комплексный характер технических дисциплин, сочетающий самые различные научные и инженерные задачи, обычно не позволяет однозначно отнести их к тому или иному роду творческой деятельности. Сама новизна достижений технической науки (а уж тем более научно-технической отрасли) не может рассматриваться как достойный результат деятельности. Критериями ее оценки служат, прежде всего, полезность и стоимость.

Как правило, технические (инженерные) науки возникают в рамках теоретических дисциплин и постепенно обособляются от них. Соответственно и «добытые» ими знания вначале появляются и существуют в составе тех дисциплин, которые они «обслуживают», или тех, которые обслуживают их. «Происхождение» технических наук из теоретических дисциплин и связанное с этим обстоятельством определенное смещение критериев анализа их эволюции зачастую может вольно или невольно сказываться на их историко-научном рассмотрении. Такое положение может проявляться как в некорректной оценке роли личности в формировании технической дисциплины, так и в недооценке практического (экономического) и политического (идеологического) значения ее достижений.

Радиотехника зародилась на рубеже XIX и XX веков и начала развиваться как естественнонаучная область знания в рамках теории электричества и магнетизма, и только с появлением первых радиоустройств, предназначенных не для научных экспериментов, а для решения практических задач телеграфии стала оформляться как техническая дисциплина. Создавшееся положение породило проблему приоритетов, как будто бы речь шла об открытии нового закона природы, а не о создании достаточно сложной комплексной технической системы.

В это же время началось и развитие теоретической космонавтики. Выход в космическое пространство рассматривался пионерами ракетной техники, прежде всего, как исследовательская задача. Решить ее мог, по их представлениям, исключительно человек на борту специального аппарата, перемещающегося в космосе. В то же время утвердился и единственно возможный способ практической реализации идеи космических исследований — с помощью ракетного устройства.

Являясь, по сути, только лишь средством для реализации идей об освоении космического пространства, ракетная техника на десяти-



летия стала определяющим фактором развития космонавтики. Разработка конструкций ракет и ракетных двигателей стала одной из приоритетных задач пионеров космонавтики и их последователей.

## **К ВОПРОСУ О ДЕФИНИЦИИ ПОНЯТИЙ «КОСМОНАВТИКА», «РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКАЯ ПРОМЫШЛЕННОСТЬ» И «ВОЕННО-КОСМИЧЕСКАЯ ОТРАСЛЬ»**

Д.А. Кенжебаев

На основании проведенного анализа и в соответствии с современными реалиями и тенденциями осуществления космической деятельности автор предлагает собственное толкование таких понятий как: «военно-космическая отрасль», «ракетно-космическая промышленность» и «космонавтика».

Военно-космическая отрасль — совокупность организаций (учреждений, производств), осуществляющих комплекс мероприятий направленных на использование околоземного космического пространства, внеземных объектов, пилотируемых и автоматических космических аппаратов и ракет, а также технических средств им противодействия — в военных целях.

Ракетно-космическая промышленность — совокупность отраслей (учреждений, организаций и производств), предназначенная для разработки и создания ракетной техники и космических аппаратов, а также осуществления функционирования ракетно-космических систем.

Космонавтика — совокупность специальных отраслей науки и техники, обеспечивающая исследование и освоение космического пространства, внеземных объектов и Земли в научных, военных, народно-хозяйственных и коммерческих целях посредством использования ракет и космических аппаратов

Актуальность проведенного исследования заключается в растущем значении и оказываемом влиянии на существование человечества развития космических технологий и космонавтики.



## 45 ЛЕТ В ЭФИРЕ: ИСТОРИЯ РАДИОЖУРНАЛА

### «КАЛУГА И КОСМОС»

Н.А. Максимовская

Радиопередача «Калуга и космос» впервые прозвучала на Калужском областном радио в октябре 1970 г. За сорок пять лет в эфир вышло более 500 выпусков уникального ежемесячного космического радиожурнала.

Много творческих сил созданию и проведению выпусков радиожурнала в разные годы отдали основатель передачи Владимир Евдокимов, журналисты Алексей Костин, Ирина Суходольская, Рудольф Панферов, Вячеслав Бучарский, редакторы Николай Семенов, Олег Чугунов, звукооператор Александр Архипов, научный консультант передачи Алексей Зинченко и др. Активное участие в передачах всегда принимал Государственный музей истории космонавтики им. К.Э. Циолковского (ГМИК).

В течение ряда лет радиожурнал вел заведующий Мемориальным Домом-музеем К.Э. Циолковского, внук ученого, А.В. Костин, запомнившийся радиослушателям увлекательными рассказами о жизни музея и полетах космонавтов, а также об интересных встречах с участниками космических событий и творцами космической истории.

В 2003 г. автором и ведущей радиожурнала стала старший научный сотрудник ГМИК, член Российского союза профессиональных литераторов Н.А. Максимовская, выпустившая в эфир за 11 лет журналистской работы более 100 передач.

В течение многих лет каждый выпуск радиожурнала «Калуга и космос» длился (ЖРД), ся около 40 минут. Радиожурнал носит научно-популярный характер и включает, как правило, несколько страничек, отражающих историю ракетной техники и космонавтики, их современное состояние и перспективы развития, а также информацию о текущих событиях в этой области. В последние годы наряду с изначально присущими передаче информативностью и высоким научным уровнем, она приобрела еще одно качество: обсуждение и анализ тех или иных проблем в области космонавтики, от этого радиожурнал стал еще более актуальным и содержательным.

Особое место в радиопередаче «Калуга и космос» занимало и занимает освещение вопросов, касающихся приоритетов советской и российской космонавтики, а также значения трудов основоположника теоретической космонавтики К.Э. Циолковского.

На страницах передачи звучат голоса известных ученых, конструкторов, космонавтов, ветеранов ракетно-космической отрасли,



сотрудников музеев, преподавателей учебных заведений, студентов, школьников, представителей самых разных профессий, имеющих, в той или иной степени, отношение к космонавтике и неравнодушных к ее истории. Неоднократно в радиожурнал включались хранящиеся в фонотеке ГТРК «Калуга» записи выступления К.Э. Циолковского по всесоюзному радио, прозвучавшего 1 мая 1935 г., воспоминаний пионера ракетной техники и космонавтики М.К. Тихонравова и других лиц, состоявших в личном знакомстве с К.Э. Циолковским, записи исторического выступления Ю.А. Гагарина перед тысячами калужан во время его первого приезда в наш город 13 июня 1961 г., воспоминаний матери первого космонавта А.Т. Гагариной, записи интервью и выступлений академика Б.Е. Чертока и других личностей, оставивших заметный след в истории отечественной космонавтики.

За время своего существования передача, выпускаемая сегодня журналистами ГТРК «Калуга», завоевала тысячи поклонников-радиослушателей. Она стала одной из визитных карточек космической Калуги.



## **Секция 2. «ПРОБЛЕМЫ РАКЕТНОЙ И КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ»**

### **ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ РАБОТЫ СЕКЦИИ «ПРОБЛЕМЫ РАКЕТНОЙ И КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ»**

В.А. Алтунин, В.В. Балашов, М.Ю. Беляев, Т.Н. Тян

Рассмотрение идей К.Э. Циолковского в сфере ракетно-космической техники является приоритетным направлением работы секции. Идеи К.Э. Циолковского можно подразделить на две основных категории: первая, относящаяся по сути к так называемым техническим предложениям и представляющая собой совокупность предложений по формированию технического облика ракеты, вторая — идеи, для которых претворение в жизнь — дело далёкого будущего.

Основная заслуга К.Э. Циолковского в том, что он доказал, что достижение космических скоростей возможно с помощью аппарата, оснащённого ракетным двигателем. До этого ракета рассматривалась в основном как элемент фейерверка или как элемент вооружения. Знаменитая «формула Циолковского» как раз указывает на то, что скорость ракеты не имеет принципиальных ограничений, а зависит лишь (в случае идеализированного бессилового поля) от соотношения начальной и конечной масс и от скорости отделения массы.

К числу основных технических предложений К.Э. Циолковского, заложивших основы современной ракетной техники, следует отнести принцип ступенчатости, предполагавшийся реализоваться в виде «космических ракетных поездов». Важным фактором осуществления космического полёта учёный считал наличие «земной подготовительной ракеты». Скорость предварительного разгона при этом не ограничивалась: рассматривались скорости, приближающиеся к космическим. Использование аэродинамической подъёмной силы также должно было способствовать созданию более выгодных условий выведения. К.Э. Циолковский полагал вертикальный подъём ракеты невыгодным, считая, что для каждого сочетания характеристик ракеты надо находить «наивыгоднейший угол подъёма». В связи с этим у него достаточно подробно рассматривалась идея предварительного разгона по «прямолинейному наклонно восходящему пути». Идея наклонного взлёта впоследствии была реализована при осуществлении старта самолётов, базирующихся на авианосцах.



Основным элементом ракеты К.Э. Циолковский считал генератор тяги — жидкостный ракетный двигатель. Он рассматривал различные сочетания горючего и окислителя, прекрасно осознавая, что применение наиболее эффективного их сочетания может быть связано с увеличением массы топливных баков. В конце жизни ему показалась привлекательной идея «эскадры ракет», в которой каждая последующая ступень начинала свой активный участок с полными топливными баками. Однако, как показали весовые оценки, на современном уровне развития ракетной техники эта идея оказывается не столь эффективной.

Многие идеи К.Э. Циолковского, не сопровождавшиеся подробным численным анализом, существуют лишь в виде отдельных высказываний. Такова, в частности, идея компоновки двухступенчатой космической транспортной системы (КТС) с использованием принципа буксировки. В такой КТС орбитальная ступень («звездолёт» по К.Э. Циолковскому) достигает определённых высоты и скорости полёта, будучи буксируемой «полуреактивным аэропланом значительной величины», сохранив при этом собственной запас топлива. Идея буксировки рассматривалась как вариант проведения горизонтальных лётных испытаний космического корабля «Буран».

Альтернативой космическому полёту является «космический лифт», использующий центробежную силу вращения Земли относительно собственной оси. Идея «космического лифта», являющаяся развитием идеи «сверхвысоких башен» К.Э. Циолковского, периодически обсуждается на секции, даже с элементами конструктивной проработки, но её всё же следует отнести к чрезвычайно далёкому будущему.

К идее космического полёта К.Э. Циолковского привела мысль о том, что человечество может быть уничтожено в результате столкновения Земли с астероидом или другим достаточно крупным небесным телом. Если столкновения не удастся избежать, то единственный путь спасения человеческой цивилизации — это расселение в космическом пространстве. Начальный шаг к этому — создание «эфирных поселений» — долговременных орбитальных станций.

Большое внимание в работе секции уделялось научно-техническим проблемам использования орбитальных станций для выполнения экспериментов и исследований. На заседаниях секции было заслушано большое количество работ, выполненных под научным руководством доктора технических наук, профессора М.Ю. Беляева.

С 1976 г. в этом направлении на заседаниях секции были рассмотрены вопросы проведения космических исследований, управления космическими полётами, математического моделирования, обработки



информации, автоматизированного анализа сложных космических систем, создания специальных математических моделей, ставших основой управления орбитальными станциями и проведения на них программ научно-прикладных исследований и др.

Для практической реализации программ научно-прикладных исследований на орбитальных станциях М.Ю. Беляевым, его сотрудниками и учениками была разработана теория управления экспериментами. Созданы и внедрены методы планирования и управления экспериментами, позволяющие оптимизировать программы исследований, разработан общий подход к решению задач оценки состояния научных систем, впервые реализованный в Центре управления космическими полётами. Это позволило создать эффективные технологии реализации научно-исследовательских программ на орбитальных станциях «Салют», «Мир», МКС, космических кораблях «Союз», «Прогресс». Большая работа проделана по практическому внедрению разработанной методологии. Многие из полученных результатов были рассмотрены на секции.

М.Ю. Беляевым было организовано 10 экспериментов на Международной космической станции, в том числе технических, геофизического «Ураган» по изучению катастрофических явлений, образовательного. Результаты, полученные в экспериментах «Тензор», «Среда-МКС», позволили, например, парировать нештатные ситуации на космическом аппарате (КА) «Ямал-200» и повысить надёжность управления. Новизна полученных результатов защищена патентами. В рамках эксперимента «Изгиб» исследованы микроускорения на МКС и предложена технология использования транспортного грузового космического корабля (ТГК) «Прогресс» после выполнения ими своих основных функций для проведения экспериментов в области микрогравитации. Эти вопросы также неоднократно рассматривались на заседаниях секции. Полученные при проведении экспериментов на МКС результаты нашли отражение в докладах, представленных на секции.

Дистанционное зондирование Земли (ДЗЗ) из космоса осуществляется наземно-космическими системами, состоящими из космического сегмента и наземного сегмента. Космический сегмент представляет собой в общем случае орбитальную группировку КА, оснащённых в основном оптической или радиолокационной съёмочной аппаратурой. Для эффективного функционирования космического сегмента необходимо решать следующие основные задачи:

– разработка высокоэффективной бортовой аппаратуры дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ);



- разработка универсальных космических платформ под аппаратуру ДЗЗ;
- исследование специальных орбит для целей ДЗЗ;
- разработка оптимальных методов управления группировкой КА ДЗЗ.

Наземный сегмент предназначен для управления космическим сегментом, а также для приёма и обработки данных ДЗЗ. Основные задачи, требуемые для работы наземного сегмента:

- разработка универсальных аппаратно-программных средств приёма и предварительной обработки данных ДЗЗ;
- разработка методов и программных комплексов радиометрической и геометрической коррекции данных ДЗЗ;
- разработка автоматизированных систем обработки данных ДЗЗ для производства вторичных продуктов (картографическая продукция, трёхмерные модели поверхности Земли, ГИС-проекты и др.);
- разработка высоконадёжных систем архивирования данных ДЗЗ;
- разработка систем глобального распространения данных ДЗЗ в режиме близком к реальному времени.

Все эти вопросы нашли отражение в докладах на секции.

Доктором технических наук, профессором Алтуниным В.А. и его учениками были представлены следующие доклады:

1) О результатах экспериментальных исследований особенностей тепловых процессов в жидких углеводородных горючих и охладителях с обнаружением новых позитивных и негативных процессов.

2) О результатах экспериментальных исследований особенностей тепловых процессов в газообразных углеводородных горючих и охладителях с обнаружением новых позитивных и негативных процессов.

3) О результатах фундаментальных экспериментальных исследований влияния магнитных и электростатических полей на тепловые процессы в жидких и газообразных углеводородных горючих и охладителях.

4) О новых способах борьбы с осадкообразованием и термоакустическими автоколебаниями давления в топливно-охлаждающих каналах ЖРД, ВРД и энергоустановках на жидких и газообразных углеводородных горючих в земных и космических условиях.

5) О разработках перспективных систем топливоподачи и охлаждения в ЖРД, в ЖРД многоразового использования (ЖРДМИ), в ЖРДМИ малой тяги (ЖРДМИМТ), в ВРД и энергоустановках повышенных характеристик по ресурсу, надёжности, безопасности, эффек-



тивности — без применения, с применением электростатических полей, гибридно.

6) О создании перспективных датчиков и систем контроля и управления аномальными тепловыми процессами в различных двигателях и энергоустановках наземного, воздушного, аэрокосмического и космического базирования, с выводом данных в бортовой компьютер, а также на информационное табло.

7) О возможности увеличения ресурса, надёжности и эффективности космических ракетных двигателей и КЛА путём повышения их неуязвимости и выживаемости.

8) О новых разработках двигателей, энергоустановок и техносистем для промышленного освоения Луны.

Научные исследования и изобретения Алтунина В.А. будут способствовать (и уже способствуют) созданию новой отечественной авиационной, аэрокосмической и космической техники XXI века с повышенными характеристиками по ресурсу, надёжности, эффективности, безопасности, неуязвимости, выживаемости, экономичности и экологичности.

## **ЦЕНТР МОНИТОРИНГА И ПРОГНОЗА ИОНОСФЕРЫ**

К.-Д. Мисслинг, Г. Баркманн, Й. Бердерманн, С. Боррис, М.М. Хокью, Н. Яковский, С. Крафт, М. Кригель, М. Теглер, Ф. Вилкен

Для того чтобы предоставлять информацию о космической погоде, которая является актуальной, в частности, для пользователей систем связи и навигации, Немецкий аэрокосмический центр (DLR) работает с онлайн-платформой Ионосферного центра приложений космической погоды (SWACI) с 2004 г.

Центр SWACI начинался с технико-экономического обоснования и постоянно расширялся и совершенствовался, и теперь вырос до системы, готовой к преобразованию в Центр мониторинга и прогноза ионосферы (IMPC). IMPC, в качестве постоянной службы ионосферной погоды, будет использовать наземные и космические GNSS данные, такие как измерения GPS и ГЛОНАСС, а также другие данные, такие как данные вертикального зондирования ионосферными станциями, данные радиомаяков и солнечного ветра, чтобы обеспечивать актуальной информацией пользователей в области телекоммуникаций, точных радиоизмерений и навигации.

DLR имеет большой опыт в приеме, архивировании, распределении и использовании данных наблюдения Земли в режиме 24/7. По-



этому IMPC основывается на специализированной инфраструктуре, разработанной в DLR, где используется полностью автоматизированная информационная система управления данными (DIMS) для контроля качества, долговременного архивирования данных, а также для распространения данных конечным пользователям. Большое количество ионосферных данных, охватывающих периоды высокой, средней и низкой солнечной активности по всему миру, было собрано, обработано и заархивировано начиная с 1995 г. Собранные данные используются для исследования ионосферы, включая моделирование и определение характеристик ионосферных параметров и эффектов.

В докладе будут продемонстрированы образцы продукции, например, Европейские и мировые карты полного электронного содержания (TEC), контролируемые DLR и доступные через платформу SWACI/IMPC в режиме близком к реальному времени. SWACI/IMPC предоставляет параметры солнечного ветра, получаемые со спутника ACE (и его преемника DSCOVR), и модели их влияния на цепь физического взаимодействия в атмосфере, чтобы значительно увеличить время предсказания опасных возмущений. Также будет представлен обзор существующего оборудования и его развития в рамках IMPC.

## **СОЗДАНИЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ СИСТЕМЫ РАСПОЗНАВАНИЯ ОБЪЕКТОВ НА АЭРОКОСМИЧЕСКИХ СНИМКАХ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ**

В.В. Самойлов, В.Н. Воронков, А.А. Данилкин, А.В. Пругло,  
С.С. Равдин, Т.Н. Тянь

Рост производительности вычислительных средств и увеличение ёмкости носителей информации сделали возможным решение при помощи вычислительной техники широкого класса задач, связанных с цифровой обработкой данных, а также повышения качества выполняемых работ и скорости решения поставленных задач.

В течение достаточно продолжительного времени проблема распознавания объектов на изображениях всё более привлекает внимание специалистов различных областей науки и техники. Создаются специализированные системы обработки информации, использующие основные этапы обработки, такие как выделение параметров или характеристик изображения (классификация), статистическая обработка, распознавание.

На сегодняшний день актуальность данной задачи не вызывает сомнения. Хорошо известны задачи распознавания номерных знаков



автомобилей в движущемся потоке транспортных средств, задачи распознавания лиц людей на фоне потока людей, распознавания объектов поверхности Земли с использованием авиационных и космических средств.

Рассматривается система обработки изображений поверхности Земли для выявления на них объектов на примере изображений, полученных с беспилотного летательного аппарата. В качестве объектов на изображениях показаны животные, пасущиеся в степи. В задачи системы входит выделение объектов (животных) на фоне поверхности Земли, схожей с самими объектами, а также их подсчёт. Представлена технология распознавания изображений, основанная на применении метода Виолы-Джонса, позволяющего обнаруживать объекты на изображениях. Представлены способы обучения классификатора, представлена особенность его применения к нескольким повернутым ракурсам изображения для учёта ориентации объекта.

Представлен способ задания исходных данных, функциональные ограничения работы системы, такие как масштаб изображений объектов, схожесть изображений объектов с другими изображениями поверхности, а также техническая и программная реализации. Проведена оценка качества распознавания, представлена скорость выполнения обработки одного изображения.

## **МЕТОДИКА И РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ ТЕХНИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СИСТЕМ КОСМИЧЕСКОЙ НАВИГАЦИИ ГЛОНАСС/GPS В СЕЛЬСКОМ ХОЗЯЙСТВЕ**

**В.Ф. Федоренко, И.В. Воронков**

В настоящее время в России и за рубежом при выполнении сельскохозяйственных работ всё более широко используются устройства позиционирования и навигации, использующие космические системы ГЛОНАСС/GPS.

Навигационные системы, устройства параллельного вождения (УПВ) и автопилот позволяют существенно повысить эффективность проведения полевых работ, так как обеспечивают высокоточное движение сельскохозяйственного агрегата (трактор, опрыскиватель и др.) по полю независимо от времени суток и наличия внешних ориентиров.

Дано описание методики и результатов проведенного в 2015 г. в Краснодарском крае на поле КубНИИТиМ эксперимента по



сравнительной оценке точности и других характеристик ряда наиболее распространённых в России типов УПВ. В процессе эксперимента при движении трактора по полю одновременно работали шесть УПВ, на четырёх из которых осуществлялась цифровая запись треков. При этом одно из УПВ (Trimble CFX-750), принимавшее дифференциальную спутниковую поправку, было принято за эталонное в смысле точности определения заданной траектории движения. Данные отклонений траекторий движения от эталонной, рассчитанных другими УПВ, обработаны статистическими методами.

В результатах обработки приводится средняя точность расчёта траектории движения УПВ, не использующих спутниковые поправки.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ПОЛОЖЕНИЯ НАЗЕМНЫХ ОБЪЕКТОВ НА БОРТУ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА**

К.С. Кондрашов, В.Н. Воронков, В.Н. Жураковский, Т.Н. Тяг

В докладе рассмотрены теоретические и практические аспекты алгоритма определения положения наземных объектов по их излучению с помощью пассивного радиопеленгатора, базирующегося на космическом аппарате (КА). Использование пассивной системы позволяет снизить энергопотребление на борту и улучшить массо-габаритные показатели, в связи с чем данная тема является перспективной и актуальной. При этом, однако, точность определения пеленга на выходе тракта обработки сигналов весьма мала, номенклатура принимаемых сигналов велика, а вычислительные ресурсы ограничены. В отечественной литературе данная тема раскрыта недостаточно, особенно в части практической реализации в условиях низкой точности входных данных и ограниченных ресурсов.

Представлена структура алгоритма, осуществляющего два основных этапа: обнаружение активной станции на поверхности Земли по последовательности измерений пеленга с учётом его неопределённости и движения КА, а также последующее уточнение её координат.

Приводится сравнение вариантов реализации этапа обнаружения с использованием различных систем координат, связанных с земной поверхностью (локально-плоской, СК-95, WGS 84). Размерность входных данных (пеленг объекта) не позволяет определить его положение по одному измерению. Каждое измерение определяет трёхмерную область (с учётом неопределённости пеленга), пересечение которой с земной поверхностью формирует последовательность возможных положений объектов, которые нужно обрабатывать совместно в



процессе движения КА. Данная операция и реализована на этапе обнаружения путём формирования гистограммной оценки плотности вероятности распределения координат объектов на поверхности Земли.

Обнаружение станций может потребовать совместной обработки нескольких близлежащих точек, для чего рассматривается алгоритм кластеризации (k-means с использованием метрики Махаланобиса).

В рамках этапа уточнения приводится байесовский (расширенный фильтр Калмана) и небайесовский (метод наименьших квадратов) подход. Приводится выражение для потенциальной точности измерения с помощью усреднения порога Рао-Крамера с учётом априорной плотности координат объектов.

С учётом высказанных теоретических соображений и модели алгоритма на персональном компьютере приводятся особенности его реализации на бортовой вычислительной машине с учётом ограниченных ресурсов. Приводится структура программы реального времени и раскрываются проблемы обработки потока входных данных при разной его интенсивности.

## **РАСЧЕТ ПАРАМЕТРОВ МАНЕВРОВ, ПЕРЕВОДЯЩИХ НИЗКООРБИТАЛЬНЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ АППАРАТ НА ОРБИТУ ЗАХОРОНЕНИЯ**

А.Р. Голиков, А.А. Баранов, А.А. Будянский, Н.В. Чернов

Рассматривается задача перевода заканчивающего работу низкоорбитального космического аппарата (КА) на орбиту с фиксированным временем существования. В соответствии с международными стандартами для низких орбит это время составляет не более 25 лет. Рассмотрены случаи перевода на два основных типа орбит захоронения: круговую и эллиптическую, перицентр которой находится в плотных слоях атмосферы.

Предложен численно-аналитический алгоритм решения задачи, состоящий из двух основных этапов.

На первом этапе происходит определение параметров орбиты захоронения, на которую должен быть переведен КА. Представлена итерационная процедура с использованием численно-аналитического прогноза, который позволяет найти решение с большой точностью за приемлемое время работы, что оказывается решающим фактором на столь больших временных интервалах.

На втором этапе рассчитываются параметры маневров, позволяющих перевести КА на выбранную орбиту захоронения. В зависи-



мости от типа орбиты, решение может быть осуществлено с помощью одного либо двух импульсов. В случае необходимости эти импульсы могут быть разбиты на части, прикладываемые на нескольких витках на одинаковом аргументе широты.

Рассматриваемая методика применима для различных видов низкоорбитальных КА. Увод отработавших аппаратов на орбиты захоронения является важным шагом в борьбе с космическим мусором и ростом числа опасных столкновений на низких орбитах.

## **ИЗУЧЕНИЕ КАТАСТРОФИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ И ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ С РОССИЙСКОГО СЕКТОРА МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ**

М.Ю. Беляев, Л.В. Десинов, О.А. Юрина

Космический эксперимент (КЭ) «Ураган» на Российском секторе (РС) Международной космической станции (МКС) направлен на решение следующих научно-прикладных задач:

- наблюдение и изучение развития катастрофических явлений и экологических проблем с РС МКС;
- мониторинг ареалов загрязнений вокруг городов и на водной поверхности, изменения окружающей среды, климата;
- создание образовательных программ;
- разработка математических моделей развития катастрофических явлений;
- отработка технических средств и методов изучения поверхности Земли с борта РС МКС для последующего их использования на автоматических КА.

В КЭ «Ураган» в настоящее время используется следующая аппаратура: цифровые фотокамеры, фотоспектральная система (ФСС), видеоспектральная система (ВСС). Дальнейшее развитие и проведение КЭ планируется с использованием создаваемой аппаратуры: «Система ориентации видеоспектральной аппаратуры» (СОВА), «ИКАРУС», «Гиперспектрометр», «Радиометр инфракрасный высокого разрешения» и др.

Излагаются основные результаты, полученные в процессе выполнения КЭ «Ураган», среди которых:

- отработка технологии проведения экипажем РС МКС цифровой фотосъёмки и спектрометрической съёмки, а также технологии оперативного получения информации о катастрофических явлениях;



– использование полученных данных при разработке математических моделей развития катастрофических явлений на земной поверхности, в том числе цунами, подвижки ледников и др.;

– обработка большого количества уникальных снимков по разным направлениям исследований, в том числе для анализа катастрофического наводнения в г. Крымск в 2012 г., мониторинга объектов при подготовке проведения Олимпийских игр в Сочи в 2013–2014 гг. и др.

Обсуждаются проблемы, связанные с особенностями выполнения исследований на МКС, и предлагаются пути их решения для данной и перспективных орбитальных станций.

## **ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПРОВЕДЕНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА «КОНТУР-2» НА РОССИЙСКОМ СЕГМЕНТЕ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ**

С.Н. Алямовский, Н.А. Кошелев, М.И. Монахов, Д.Н. Рулев,  
О.Н. Волков

Важной составляющей частью проведения космических экспериментов (КЭ) на борту Российского сегмента Международной космической станции (РС МКС) является задача расчёта баллистико-навигационной информации для обеспечения планирования и реализации сеансов КЭ в полёте. Описан разработанный программный комплекс обеспечения проведения КЭ «Контур-2». В сеансах КЭ устанавливается связь между антенной CUP, размещённой на РС МКС, и антенной наземной станции Weilheim (Германия). Результаты работы данного программного комплекса используются для решения следующих задач при проведении КЭ:

– определение оптимальных временных интервалов реализации программы КЭ «Контур-2» для экспедиций на МКС;

– определение витков проведения сеансов КЭ с использованием наземной станции Weilheim для выбранных дат проведения КЭ «Контур-2»;

– моделирование сеансов связи через антенну CUP с наземной станцией Weilheim с учётом планируемой ориентации и затенений от конструкции МКС;

– расчёт баллистико-навигационной информации и целеуказаний для наведения антенны, размещённой на наземной станции Weilheim.



Представлены примеры и результаты работы программного комплекса при решении перечисленных задач.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ УЛЬТРАЗВУКОВЫХ И ИНФРАКРАСНЫХ СИГНАЛОВ В СИСТЕМАХ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ И ОРИЕНТАЦИИ ОБЪЕКТОВ ВНУТРИ МОДУЛЕЙ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ**

П.А. Боровихин, С.В. Бронников, Д.Ю. Караваев, А.С. Рожков

Рассмотрены вопросы использования ультразвуковых и инфракрасных передатчиков и приёмников для решения задачи определения пространственной ориентации научной аппаратуры и задачи определения положения заданного объекта (включая самих космонавтов) внутри модулей МКС.

Представлены некоторые данные по отработке ультразвуковых и инфракрасных систем, полученные в ходе космического эксперимента «Визир».

## **ИССЛЕДОВАНИЕ ТЕХНОЛОГИЙ ПОЗИЦИОНИРОВАНИЯ В КОСМИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ «ВИЗИР»**

С.В. Бронников, Д.Ю. Караваев, А.С. Рожков

При эксплуатации орбитальных пилотируемых станций (ОПС) необходимо выполнять позиционирование некоторых объектов (членов экипажа, элементов бортового оборудования). Под позиционированием (локализацией) понимается процесс определения местоположения одной точки (объекта) относительно связанной системы координат. Например:

- при принятии решений в процессе ликвидации аварийных ситуаций необходимо знать местоположение каждого члена экипажа;
- необходим постоянный контроль местоположения некоторого инструмента или элемента оборудования, имеющих большое значение при возникновении нештатных ситуаций;
- для определения координат изображения земной поверхности, полученного космонавтом с помощью ручной камеры, необходимо знать положение ОПС и направление оптической оси камеры в момент съёмки;



– для того, чтобы определить кратчайший маршрут до шлюзового отсека, необходимо знать текущее местоположения космонавта во время работы на внешней поверхности станции.

Указанные задачи решаются с помощью систем локального позиционирования (СЛП). Ранее на ОПС подобные системы не применялись. Применение СЛП на ОПС позволит повысить эффективность деятельности экипажа и его безопасность. Приводится краткий обзор СЛП.

Целями проведения космического эксперимента «Визир» являются экспериментальная проверка и отработка в условиях космического полёта программно-аппаратных средств определения текущего положения и/или ориентации объектов, перемещаемых или перемещающихся по станции или в пристанционном пространстве; отработка технологий решения прикладных задач с использованием данных СЛП.

Приводится описание СЛП для определения углового положения фотокамеры, не имеющей механических связей с ОПС, относительно базовой системы координат с целью расчёта географических координат центра изображения. Система координатной привязки фотоизображений ультразвуковая (СКПФ-У) была разработана ООО «РУКЭП» по техническому заданию РКК «Энергия». Исследования СЛП СКПФ-У проводятся на Российском сегменте международной космической станции. Приводятся фотографии оборудования СКПФ-У. Представляется технология привязки фотоснимка на базе данных СКПФ-У. Точность расчёта координат центра изображения составляет около 1 градуса.

Приводятся основные результаты экспериментальной отработки СКПФ-У, рекомендации космонавтов по её совершенствованию, внедрению в эксплуатацию.



**МЕТОДИКА ПРОВЕДЕНИЯ КОСМИЧЕСКИХ  
ЭКСПЕРИМЕНТОВ «ПЛАЗМА-ПРОГРЕСС», «РАДАР-  
ПРОГРЕСС» С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ РАДАРА  
НЕКОГЕРЕНТНОГО РАССЕЯНИЯ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ  
ПЛАЗМЕННЫХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ, СОЗДАВАЕМЫХ  
В ИОНОСФЕРЕ БОРТОВЫМИ ЖИДКОСТНО-РАКЕТНЫМИ  
ДВИГАТЕЛЯМИ**

Е.М. Твердохлебова, М.Ю. Куршаков, Е.А. Лалетина,  
О.Ю. Криволапова, Д.А. Дзюбанов

Представлены методики проведения на Международной космической станции (МКС) фундаментальных и научно-прикладных оптико-физических исследований глобальных физических явлений естественной и техногенной природы в более чем 70 сеансах космических экспериментов (КЭ) «Плазма-Прогресс» и «Радар-Прогресс», выполненных в 2005–2014 гг. с использованием наземного комплекса аппаратуры Института солнечно-земной физики (г. Иркутск): радара некогерентного рассеяния, ионозонда, оптического телескопа с целью определения пространственно-временных зависимостей плотности, температуры, ионного состава локальных неоднородностей ионосферы, возникающих в результате работы бортовых жидкостных ракетных двигателей транспортно-грузового корабля «Прогресс».

Приводятся результаты экспериментальных исследований, полученные при проведении КЭ «Плазма-Прогресс» и «Радар-Прогресс», и возможности их использования для решения задач по фундаментальному направлению «Современные проблемы исследования космического пространства, включая физику околоземного космического пространства, ионосферы и атмосферы, изучение солнечно-земных связей, развитие методов и аппаратуры исследований в области геофизики».

**СИСТЕМА ПЕРЕНОСНЫХ АКСЕЛЕРОМЕТРОВ —  
ЭФФЕКТИВНОЕ СРЕДСТВО ДЛЯ КОНТРОЛЯ  
И ДИАГНОСТИКИ МИКРОУСКОРЕНИЙ  
НА ЭТАПЕ ЭКСПЛУАТАЦИИ РОССИЙСКОГО СЕГМЕНТА  
МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ**

Е.В. Анисимова, М.Ю. Беляев, О.Н. Волков, С.С. Обыденников

В настоящее время на борту Российского сегмента Международной космической станции (РС МКС) в составе средств измерения



микроускорений имеется датчик, который может круглосуточно фиксировать уровни микроперегрузок. Это датчик ИМУ-Ц, расположенный в модуле МИМ-1. Уровень возмущений существенно зависит от места проведения измерений. Поэтому, чтобы иметь реальную картину уровней микроускорений во всех местах РС МКС, где планируется установка научной аппаратуры, чувствительной к уровню микроускорений, надо либо разместить в них несколько жёстко фиксированных датчиков ИМУ-Ц, либо создать систему переносных акселерометров.

Описывается создаваемая система переносных акселерометров на базе уже апробированной аппаратуры ИМУ-Ц. Данная система обеспечивает следующие возможности:

- установку в различных (требуемых) местах РС МКС с помощью экипажа;

- синхронизацию интервалов времени измерения микроускорений с временами выполнения исследуемых динамических операций;

- проведение параллельных измерений микроускорений создаваемой и ранее установленной на МКС аппаратурой измерения микроперегрузок.

Создаваемая система будет состоять из двух датчиков и обеспечивать:

- измерение микроускорений от минус 0,001 до плюс 0,001 g в частотном диапазоне от 0,01 до 5,00 Гц с опросностью 50 Гц и разрешением  $1 \cdot 10^{-7}$  g;

- измерение микроускорений от минус 0,01 до плюс 0,01 g в частотном диапазоне от 0,1 до 50,0 Гц с опросностью 200 Гц и разрешением  $1 \cdot 10^{-6}$  g.

Предполагается также установить переносную систему микроускорений на транспортном грузовом корабле (ТГК) «Прогресс» во время его автономного полёта и проведения на ТГК «Прогресс» экспериментов в области микрогравитации.

## **МАТЕМАТИЧЕСКАЯ МОДЕЛЬ ХОЛОДИЛЬНИКА-ИЗЛУЧАТЕЛЯ В СИСТЕМЕ ТЕПЛОТВОДА ОТ КОСМИЧЕСКОЙ ЯДЕРНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ**

П.М. Кинаш, А.С. Грибков

Одним из основных лимитирующих факторов в разработках космических аппаратов с ядерным источником энергии большой мощности (десятки и более киловатт) является отвод тепла в космическое



пространство от энергетических установок. Массогабаритные характеристики космической ядерно-энергетической установки (ЯЭУ) в значительной степени определяются массой и габаритами теплообменного оборудования системы охлаждения и прежде всего холодильника-излучателя (ХИ).

Математическое моделирование процессов, протекающих в агрегатах системы отвода теплоты, оптимизация их параметров и геометрии проточной части позволяют повысить надежность и тепловую эффективность агрегатов и улучшить их массовые характеристики.

В докладе описывается математическая модель тепловых процессов в системе теплоотвода от космической ЯЭУ с термоэмиссионным реактором-преобразователем субмегаваттной мощности с литием в системе охлаждения реактора и ХИ на тепловых трубах, теплоносителем в которых является натрий.

С помощью математической модели обосновывается возможность улучшения удельных характеристик высокотемпературного ХИ термоэмиссионной ЯЭУ за счет использования предложенной новой схемы с отражающими поверхностями для управления потоками теплового излучения; уменьшения потока теплового излучения от излучающих элементов на несущую конструкцию ХИ.

## **ТЕПЛОТВОД ОТ ЯДЕРНО-ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ УСТАНОВКИ В СИСТЕМЕ ЭНЕРГООБЕСПЕЧЕНИЯ ЛУННОЙ БАЗЫ**

П.М. Кинаш

Основой развития лунной базы являются ее энергетическое обеспечение, необходимое для организации теплового режима и замкнутого цикла биосистем базы на протяжении лунного дня и лунной ночи, снабжение электроэнергией исследовательской аппаратуры и промышленного оборудования. Для решения этих задач потребуются создание специального энергетического комплекса.

Современные исследования показывают, что при необходимой мощности в десятки и сотни киловатт для энергообеспечения лунной базы, применение атомной электростанции (АЭС) в качестве источника электроэнергии является в настоящее время практически безальтернативным. При разработке концепции лунной АЭС, помимо первостепенных вопросов минимизации массы и габаритов, должно быть учтено обеспечение радиационной безопасности, включая использование местного рельефа и лунного реголита в качестве



материала радиационной защиты, возможность сброса преобразованного тепла лишь излучением.

Одним из вариантов размещения АЭС является установка ее ключевого элемента — ядерного реактора в заранее подготовленную шахту (глубиной несколько метров) на поверхности Луны. Таким образом, существенно снижается радиационное облучение от реактора остальных агрегатов АЭС и персонала лунной базы, расположенной на определенном удалении от шахты. При этом теплоотвод от ядерного топлива (внутри реактора) осуществляется литиевым теплоносителем через расположенный на поверхности холодильник-излучатель. Однако теплоотвод излучением от внешней поверхности корпуса реактора (разогретого до 400–500 °С) сильно затруднен, поскольку этому препятствует лунный грунт шахты. Вследствие этого газы (в частности кислород), выделяемые при нагреве реголита, вступают в контакт с материалами ядерного реактора, что приводит к коррозии его элементов, заметно снижая ресурс.

В докладе описывается система теплоотвода от ядерного реактора субмегаваттной мощности термоэмиссионного типа, в случае установки в шахту на поверхности Луны.

Рассматриваются конструктивные варианты охлаждения корпуса реактора, а также различные конфигурации переизлучающих стенок шахты реактора, для снижения разогрева лунного грунта.

## **НЕКОТОРЫЕ ПУТИ РАЗВИТИЯ ДАТЧИКОВ И СИСТЕМ КОНТРОЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ, ЭНЕРГОУСТАНОВОК И ТЕХНОСИСТЕМ ВОЗДУШНОГО, АЭРОКОСМИЧЕСКОГО И КОСМИЧЕСКОГО БАЗИРОВАНИЯ**

В.А. Алтунин, К.В. Алтунин, В.П. Демиденко, Е.Н. Платонов,  
Л.А. Обухова, С.Я. Коханова, А.А. Терентьев, М.Л. Яновская

В своих трудах К.Э. Циолковский прямо или косвенно указывал на необходимость обеспечения безопасности и жизнедеятельности человека внутри космического корабля, на необходимость обеспечения надёжности самих космических летательных аппаратов (КЛА), их двигателей и устройств.

Проводится обоснование необходимости создания датчиков и систем контроля и управления за тепловыми и другими процессами в двигателях, энергоустановках и техносистемах воздушного, аэрокосмического и космического применения.



В существующих двигателях, энергоустановках и техносистемах на жидких углеводородных горючих и охладителях происходят аномальные эффекты, которые очень слабо учитываются разработчиками и конструкторами или не учитываются вообще, из-за чего происходят аварийные ситуации, связанные с возникновением пожара и взрыва на борту. Эти вопросы становятся ещё более актуальными — при проектировании, создании и эксплуатации авиационной, аэрокосмической и космической техники многоразового использования.

Такие же вопросы предстоит комплексно решать и при промышленном освоении Луны как для транспортных космических систем, так и для техносистем на поверхности Луны.

Подробно рассмотрены также датчики и системы контроля, которые должны использоваться при утилизации тепловой и механической энергии устройств и механизмов специальных техносистем в условиях космоса — с возможностью её превращения в электрическую — напрямую или через накопители различного типа. Рассматриваемые техносистемы — это системы защиты КЛА от приближающихся объектов и тепловых ударов, ложные тепловые цели многоразового использования, разновидности космической артиллерии и системы экологической очистки орбит от космического мусора двойного назначения.

Показаны новые запатентованные датчики и системы контроля и управления, которые позволят повысить ресурс, безопасность и надёжность современной и перспективной авиационно-космической техники.

## **ИЗГОТОВЛЕНИЕ КОМПОЗИТНОЙ СОПЛОВОЙ ЛОПАТКИ МЕТОДОМ 3D ПРОТОТИПИРОВАНИЯ**

Б.Е. Байгалиев, А.Г. Тумаков, Е.А. Тумаков, А.И. Ибрагимов

В настоящее время в ракетно-космической отрасли для изготовления лопаток газотурбинных двигателей (ГТД) применяют методы 3D прототипирования. Изготовления изделий методами 3D прототипирования осуществляется одним экструдером, при этом рабочим материалом является один металлический порошок. Лопатки могут изготавливаться из нержавеющей стали, титана, вольфрама. Структура лопаток представляет собой проницаемый спечённый порошок.

При изготовлении композитных лопаток, состоящих из металлического каркаса и теплозащитного покрытия возникают технологи-



ческие проблемы. Суть проблем заключается в том, что мы должны использовать два материала с различными теплофизическими свойствами. В нашем случае температура спекания армирующих элементов из порошков высоколегированных сталей отличается от температуры спекания оксида циркония, используемого в качестве теплозащиты.

Для решения этих проблем изготовили модели элементов сопловой композитной лопатки. Одним из элементов является арматура каркаса, состоящая из металла, другим элементом является теплозащитное покрытие, предохраняющее арматуру от высокотемпературных потоков продуктов сгорания. На данном этапе модели изготавливались из полимерных материалов. Изготовление этих моделей позволило осуществить отладку математического обеспечения процесса изготовления реальных лопаток и их работы в ГТД.

Математическое обеспечение анализа работы включало в себя определение температурного состояния металлической арматуры и поверхности композитных сопловых лопаток из оксида циркония, давления во всех элементах данной лопатки и распределение векторов скоростей продуктов сгорания и охлаждающего воздуха. В результате расчётов выявлено, что предложенная конструкция охлаждаемой лопатки позволяет реализовать рабочую полную температуру наружной поверхности лопатки не менее 1800K при полной температуре набегающего потока 2300K и максимальной температуре армирующих элементов не более 650K. Ввиду того, что армирующие элементы имеют коэффициент теплопроводности значительно больше, чем оксид циркония, температурное состояние лопатки остается равномерным и постоянным. Кроме того, вследствие повышения стойкости к разрушению при циклических температурных нагружениях за счёт обеспечения равномерного поля температур в теле лопатки (перепад температур имеет место в толщине порядка 1,5 мм) повышается ресурс лопатки.

Для возможности работы при высоких температурах продуктов сгорания используются различные методы охлаждения сопловых лопаток. Широко используется заградительное воздушное охлаждение, которое осуществляется ддувом относительно холодного воздуха на наружную поверхность профиля лопатки через проницаемый (пористый) материал. Сущность «пористого охлаждения» заключается в том, струи охладителя на выходе из пор сливаются и образуют пограничный слой, существенно уменьшая тем самым конвективный теплообмен между газом и поверхностью профиля.

При изготовлении реальных лопаток большое значение имеет изготовление моделей лопаток. Композитная лопатка состоит из ме-



таллического каркаса и теплозащиты. Изготовление изделий методами 3D протопирования осуществляется одним экструдером. Композитная лопатка состоит из двух материалов. Поэтому возникает необходимость обеспечить экструдирование и спекание сразу двух компонентов: металлического и керамического порошков.

## **СОПЛОВАЯ ЛОПАТКА ВЫСОКОТЕМПЕРАТУРНЫХ ТУРБИН ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ РОССИЙСКОГО СЕКМЕНТА МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ**

Б.Е. Байгалиев, А.Г. Тумаков, Е.А. Тумаков, А.И. Ибрагимов

Представлена конструкция композитной охлаждаемой лопатки. Лопатку предлагается изготавливать из пористого высокотемпературного керамического материала с низкой теплопроводностью (например,  $ZrO_2$ ), армированного проволочной периодической структурой кубической формы из материала с высокой теплопроводностью и прочностью (например, сталью). Представлены результаты расчётов, показывающие возможность работы данной лопатки при полной температуре наружной поверхности не менее 1800К при полной температуре набегающего потока 2300К.

В современных охлаждаемых лопатках высокотемпературных газовых турбин широко используется заградительное воздушное охлаждение.

Широко известны конструкции охлаждаемых лопаток, в которых охлаждение лопатки осуществляется воздухом, продуваемым через внутренние полости, обеспечивая работоспособность тела лопатки при высоких температурах (1000...1200°C). Изменения температуры тела лопатки в различных ее точках имеют циклический характер, связанный с циклической работой газотурбинного двигателя. Существующая большая неравномерность температурного поля как по толщине, где температура составляет 900... 1040°C на наружной поверхности и 550... 750°C на поверхности внутренней полости, так и по профилю пера лопатки, где температура достигает 1000... 1040°C на входной кромке и 850... 950°C на середине профиля, приводит к появлению больших циклических знакопеременных напряжений. Возникновение термических напряжений обусловлено неравномерным расширением материала детали при её неравномерном нагреве, когда более нагретые участки, расширяясь, оказываются стесненными более холодными участками. Уровень напряжений в некоторых частях лопатки, например на кромках, превышает предел упругости. В



результате материал получает значительные знакопеременные деформации, приводящие к быстрому, за 500–5000 циклов, разрушению лопатки.

Предложенная конструкция охлаждаемой лопатки позволяет реализовать рабочую полную температуру наружной поверхности лопатки не менее 1800К при полной температуре набегающего потока 2300К и максимальной температуре армирующих проволоочных элементов из материала (стали) с высокой теплопроводностью и прочностью не более 650К. Кроме того, вследствие повышения стойкости к разрушению при циклических температурных нагружениях за счёт обеспечения равномерного поля температур в теле лопатки (перепад температур имеет место в толщине порядка 1,5 мм) повышается ресурс лопатки.

## **РЕСУРС И ИЗБЫТОЧНОСТЬ ХАРАКТЕРИСТИК ДОЛГОВРЕМЕННЫХ ОРБИТАЛЬНЫХ КОНСТРУКЦИЙ**

С.Е. Пугаченко, И.В. Мельников

Космические аппараты работают в суровых условиях орбитального полёта и поверхности небесных тел. Актуальным является совершенство конструкции, ограниченной доставляемой массой, условиями удалённости от центров управления, невозможностью технического обслуживания и ремонта.

Огромный опыт длительного космического полёта приобретён в результате осуществления программ «Салют» и «Мир». Были выявлены наиболее уязвимые элементы конструкции, критичные решения конструкции и бортовых систем и ключевые мероприятия технического обслуживания и ремонта. Приближение критичного уровня израсходованного ресурса было наиболее заметно на тепловых трубах системы обеспечения теплового режима. Выход их из строя привёл к понижению температуры герметичного корпуса и, как следствие, выпадению влаги на элементах конструкции. Скопления воды в труднодоступных местах приводило к росту микробиологических образований и повышению риска нарушения электрических связей.

Анализ избыточности проводится на примере модуля функционально-грузового блока (ФГБ) «Заря», который является первым модулем Международной космической станции (МКС) и наиболее длительно функционирующим искусственным объектом из всех, активно существовавших до настоящего времени. В ФГБ учтены уроки длительной эксплуатации станции «Мир». Первоначально был задан срок



службы ФГБ — 15 лет и разработаны мероприятия по его обеспечению. В дальнейшем, путем анализа и испытаний, осуществлена оценка возможности продления срока службы. Рассмотрены элементы конструкции, обеспечивающие выполнение важных для МКС функций ФГБ.

Оценивается значение тех или иных элементов конструкции в обеспечении весового совершенства. При этом различаются конструкционные, технологические и иные причины образования избыточности ресурса. Рассматриваются направления совершенствования конструкции с целью обеспечения функциональных (работоспособность конструкции) и эксплуатационных (безотказность, долговечность, ремонтопригодность) характеристик с минимальными затратами.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК ГАЗОДИНАМИЧЕСКИХ ОРГАНОВ УПРАВЛЕНИЯ**

Д.А. Дехтяр, И.В. Дунаева, П.А. Елисеев

Аэродинамический способ управления летательным аппаратом невозможно использовать вне атмосферы, для управления космическими аппаратами используют газодинамические органы управления. При проектировании органов управления необходимо чётко знать, какими основными параметрами будет обладать такой орган управления: значения управляющей силы, его коэффициент эффективности, коэффициент качества и какие он будет создавать потери тяги. Было решено исследовать орган управления с помощью программного комплекса, способного смоделировать течение потока по тракту конфузора и диффузора, оценить его воздействие на орган управления и определить все указанные выше параметры.

Существуют различные типы газодинамических органов управления: поворотное сопло, разрезное сопло, газовые рули, дефлектор, инжекционные. В двигателях космических аппаратов часто применяется поворотное сопло или разрезное сопло. Смоделировано разрезное сопло и для сравнения его характеристик был взят дополнительно дефлектор.

Исследования проводились в готовом программном продукте SolidWorks с дополнительным модулем Flow Simulation для газодинамических расчётов, который был проверен на правомерность использования с помощью расчёта основных газодинамических параметров потока: давление, скорость, температура — по всему тракту конфузора и диффузора. Эти же параметры были посчитаны с помо-



щью газодинамических функций. Результат расхождения был в пределах 7%.

Дальнейшие расчёты проводились для разных углов отклонения органа управления от 0 до 15 градусов. Чтобы учесть важные индивидуальные характеристики двигателя, такие как тяга и калибр, расчёты также проводились при различных значениях этих параметров. В итоге были получены формулы для расчета силы сопротивления  $R_x$  и управляющей силы  $R_y$  органа управления

Эти силы использовались для вычисления коэффициента качества органов управления, коэффициента их эффективности и построения графиков зависимости потери тяги на органе управления от угла поворота. Установлено, что разрезное сопло по своим характеристикам превосходит дефлектор, несмотря на большие потери тяги. Оптимальный угол поворота находится в пределах 3 градусов.

## **КОМПЛЕКСНОЕ БАЛЛИСТИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ АЛГОРИТМА ВЫСОКОТОЧНОГО УПРАВЛЕНИЯ СПУСКОМ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ПИЛОТИРУЕМЫХ КОСМИЧЕСКИХ КОРАБЛЕЙ**

С.И. Кудрявцев

Задачи выбора способов управления движением центра масс при спуске в плотных слоях атмосферы решаются для каждого типа космических кораблей (КК) в зависимости от ограничений и предъявляемых, зачастую противоречивых, требований. Приоритетной задачей российской космонавтики является повышение точности посадки возвращаемых аппаратов (ВА) скользящего типа до ~1 км. Это позволит перенести районы посадки с территории Казахстана на территорию России, повысить безопасность экипажей, снизить затраты на поиск и эвакуацию.

Вопросам разработки высокоточных алгоритмов спуска посвящено большое количество работ. Однако, в подавляющем большинстве, они не учитывают особенности динамики движения ВА на конечном участке спуска (высоты менее 15 ÷ 20 км), полный набор действующих на ВА возмущающих факторов, а также особенности бортовой реализации алгоритма.

Создание любой системы управления спуском (СУС) включает в себя два основных этапа: выбор номинальной траектории спуска, удовлетворяющей всем требованиям и ограничениям; разработка алгоритмов управления движением ВА.



Рассматривается второй из этапов. Основное внимание уделяется исследованию динамических особенностей движения ВА на конечном участке спуска, вопросам управляемости динамической системы «ВА – прицельная точка», а также синтезу гибкого информативного терминального алгоритма управления движением центра масс ВА. Формулируются требования к управлению движением ВА вокруг центра масс.

Как следует из классической теории автоматического управления, любая система управления состоит из трёх частей: чувствительных элементов, управляющего устройства и объекта управления.

Приводятся результаты численного моделирования движения ВА на конечном участке спуска. Показывается, что при неучёте особенностей динамики ВА в алгоритме управления движением центра масс, а также невыполнении некоторых условий при управлении движением вокруг центра масс требуемая точность посадки ВА недостижима.

В предыдущих работах было показано, что целесообразным является использование комбинированной СУС. На начальном участке спуска управление осуществляет автономная СУС по информации от инерциальной навигационной системы (ИНС) и простой алгоритм наведения (например, аналогичный СУС КК «Союз ТМА»). После начала получения высокоточной навигационной информации (рассматривается спутниковая навигация) с высоты  $45\div 48$  км начинается участок точного наведения с использованием терминального алгоритма. Задачей управления на этом участке является компенсация ошибок ИНС и действия возмущений.

Приводится краткое описание дискретного информативного терминального алгоритма управления центром масс ВА, основанного на явлении «стягивания» зоны манёвра ВА в прицельную точку по мере уменьшения высоты и оставшейся дальности полёта. Для этого на каждом шаге управления, на основании двух прогнозов оставшейся части траектории определяются текущие параметры зоны манёвра ВА. Целью управления является организация движения центра зоны манёвра (аппроксимируемой эллипсом) в сторону прицельной точки. Для прогнозирования используется численный алгоритм, адаптивный к действиям непрогнозируемых возмущений.

Представленные численные результаты, иллюстрирующие характеристики предлагаемого комплекса алгоритмов, получены на основании статистического моделирования управляемой траектории спуска от включения тормозной двигательной установки для схода с орбиты до начала работы системы мягкой посадки. Показаны устойчи-



вость и требуемая точность работы предлагаемого терминального алгоритма управления.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СУПЕРКОМПЬЮТЕРНЫХ ТЕХНОЛОГИЙ ПРИ НАЗЕМНОЙ ОТРАБОТКЕ ГАЗОДИНАМИКИ СТАРТА КОСМИЧЕСКИХ РАКЕТНЫХ КОМПЛЕКСОВ**

М.О. Кравчук, Н.Ф. Кудимов, А.В. Сафронов, О.Н. Кудрявцев

Одной из наиболее важных задач проектирования ракетно-стартовых систем является обеспечение допустимых уровней газодинамических нагрузок на ракету-носитель (РН), включающих донные разрежения при взаимодействии высокоэнтальпийных струй продуктов сгорания двигательной установки РН с проёмом пускового стола.

Представлены результаты расчётно-экспериментальных исследований газодинамики старта многоблочной РН типа Ангара А5 с космодрома «Восточный» с анализом эжекционных и ударно-волновых процессов. Рассмотрено влияние подъёма РН на величину эжекционных токов в стартовом проёме, которое позволяет оценить суммарную потерю тяги из-за донных разрежений при старте. Представлена физико-математическая модель на основе осреднённых уравнений Навье-Стокса с адаптированными моделями турбулентной вязкости Мендера.

Модельные испытания проводились на стенде ПВК (керосин-воздух) Центрального научно-исследовательского института машиностроения (ЦНИИмаш).

Расчётные исследования проводились с применением суперкомпьютера ЦНИИмаш при числе ячеек разностной сетки до 30 млн. На первом этапе численного моделирования проводилась валидация численного подхода путём сравнения расчётных данных с результатами модельных испытаний. На втором этапе проводились численные исследования для натуральных условий.

Разработанный подход рекомендуется для отработки газодинамики старта перспективных ракетноносителей.



## СВЕРХПРОВОДЯЩИЕ ТЕХНОЛОГИИ И ВОПРОСЫ СОЗДАНИЯ «СИЛЬНЫХ» ПОСТОЯННЫХ МАГНИТНЫХ ПОЛЕЙ НА БОРТУ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА

В.А. Шувалов, А.А. Яковлев

В космической технике существуют две фундаментальные технические проблемы, которые не позволяют решить задачи создания и поддержания «сильного» (напряжённостью более 1000 Э) постоянного магнитного поля на борту космических аппаратов (КА) на основе традиционных медных резистивных проводников: первая связана с отсутствием на борту мощных источников электроэнергии, вторая определяется сложностями теплоотвода в космосе. Действительно, как показали исследования, для создания постоянного магнитного поля на КА (например, для создания систем магнитной радиационной защиты, индукционных накопителей энергии) напряжённостью 3,5 Тл в медном соленоиде размером 300×500 мм потребуется источник постоянного тока мощностью  $\sim 2 \cdot 10^6$  Вт при плотности тока в обмотке  $\sim 6 \cdot 10^3$  А·см<sup>-2</sup>. Солнечные батареи для питания такого источника должны иметь площадь более 10<sup>5</sup> м<sup>2</sup>. Создание мощного источника тока потребует решения второй фундаментальной проблемы — непрерывного отвода тепловой мощности, выделяемой в резистивном медном соленоиде (т.е.  $\sim 2 \cdot 10^6$  Вт), что возможно только путём излучения в «холодный» космос. При этом масса системы охлаждения составит  $\sim 4 \cdot 10^5$  кг, а площадь радиатора более  $2 \cdot 10^4$  м<sup>2</sup>. Таким образом, создание «сильных» полей на КА по резистивной технологии представляет почти неразрешимую практическую задачу.

Однако, решение возможно на базе технологии сверхпроводимости. Расчёты, выполненные для низкотемпературных сверхпроводниковых (НТСП) магнитных систем из NbSn, генерирующие поля  $\sim 3,5$  Тл (то есть как в примере с медным соленоидом) с плотностью тока в сверхпроводящей обмотке  $\sim 10^5$  А·см<sup>-2</sup> (что допускает сверхпроводник) энергопотребление будет составлять только  $\sim 15$  Вт в течение  $\sim 10$  минут (для процесса запитки током). Масса соленоида  $\sim 44$  кг, а масса системы охлаждения (криостат) составит  $\sim 260$  кг. Но срок работы системы охлаждения оценивается в два месяца: испарится жидкий хладагент — гелий.

В работе показано, что использование высокотемпературных сверхпроводников (ВТСП) и системы охлаждения на базе азотного криорефрижератора позволит продлить ресурс работы системы охлаждения, а, следовательно, и всей магнитной системы на борту КА



до 4÷5 лет, что даёт возможность приступить к практической реализации сильноточных магнитных систем на борту КА.

## **ВОПРОСЫ ПОСТРОЕНИЯ 3D-ЛИДАРОВ КОСМИЧЕСКОГО БАЗИРОВАНИЯ ДЛЯ ДИСТАНЦИОННОГО ИССЛЕДОВАНИЯ МАЛЫХ НЕБЕСНЫХ ТЕЛ**

В.М. Вишняков, В.Ш. Губайдулин

В докладе В.М. Вишнякова и соавторов на XLIX Научных чтениях памяти К.Э. Циолковского был всесторонне рассмотрен круг проблем при исследовании малых небесных тел, в том числе астероидов, сближающихся с Землей (АСЗ), которые могут быть успешно решены при использовании многофункционального лазерного комплекса. В процессе трёхмерного лазерного наблюдения объекта, с которым осуществляется сближение, формируется фактическая 3D-модель объекта.

Это позволит максимально учесть все неоднородности рельефа (скалы, впадины и пр.) в районе посадки и избежать возможного опрокидывания спускаемого аппарата, его поломки при соударении и др. Тем самым многократно повышается надёжность процесса посадки на небесное тело.

Проанализированы варианты построения 3D-лазерных локаторов и даны их сравнительные оценки, а также примеры известных разработок этих устройств.

Для случая слежения за объектами (такими как АСЗ, кометы, инспектируемые космические аппараты), у которых может быть большая динамика движения относительно КА миссии, предпочтительнее выбрать вариант моноимпульсного лидара. В моноимпульсном лидаре отражённое лазерное излучение регистрируется матричным детектором за один импульс излучения лазера. Качество изображения в этом случае не зависит от вибраций, скорости платформы и нестабильности системы сканирования и синхронизации.

Рассмотрены варианты построения матричного ФПУ — ключевого компонента моноимпульсного лидара: матрица на «дискретных» лавинных фотодиодах (ЛФД) и интегральная фоточувствительная матрица.

Основные достоинства интегрального варианта матричного ФПУ по сравнению с применением «дискретных» крупноформатных матриц:



– возможно использовать в фокальной плоскости малые (размером порядка 100 мкм) элементарные площадки ЛФД, что позволит применить короткофокусную приёмную оптику и, тем самым, снизить массогабариты лидара;

– уменьшается степень разноканальности приёмного устройства на точность измерений в лидаре благодаря значительно большей однородности параметров ФЧЭ при интегральном исполнении матрицы.

Предложен вариант реализации интегральной фоточувствительной матрицы на отечественных технологиях и способ устранения неоднозначности определения номеров ФЧЭ, занятых полезными сигналами.

## **УСТРОЙСТВО ОХЛАЖДЕНИЯ ЛОПАТОК ТУРБИН ВЫСОКОНАДЕЖНЫХ ТУРБОМАШИННЫХ ПРЕОБРАЗОВАТЕЛЕЙ, ОСНОВАННОЕ НА ЯВЛЕНИИ ТЕРМОЭЛЕКТРОННОЙ ЭМИССИИ**

В.А. Керножицкий, А.В. Колычев

В настоящий исторический момент в России ведется разработка транспортного энергетического модуля (ТЭМ) для решения задач исследования Луны, Марса и других космических тел.

Проект данного ТЭМ включает турбомашинный преобразователь по циклу Брайтона, который обеспечит борт электрической энергией порядка 1 МВт. Предполагается, что данное устройство должно функционировать на орбите без технического обслуживания в течение срока порядка 10 лет. Температура рабочего тела перед турбиной должна составлять величину порядка 1500°C. Реализация указанных параметров требует поиска новых технических решений, в том числе связанных с обеспечением высокого уровня надёжности и безотказности турбомашинного преобразователя в течение заданного срока его функционирования.

Предложено устройство охлаждения лопаток турбин высокотемпературных турбомашинных преобразователей.

Предлагается рабочие и сопловые лопатки турбины выполнять из электропроводящего материала с высокой температурой плавления, а на их поверхность наносить эмиссионный слой (катод), обеспечивающий эмиссию «горячих» электронов в обтекающее лопатки турбины рабочее тело. После катода на пути движения рабочего тела, располагается элемент — анод, предназначенный для восприятия всех эмитированных в рабочее тело электронов эмиссии.



Анод электрически связан с катодом, образуя электрическую цепь. Между анодом и катодом в указанной электрической цепи располагается электрическая нагрузка, где «горячие» электроны эмиссии совершают полезную работу, затрачивая ту энергию, которую они получили в нагреваемых лопатках турбины, что приводит к их «охлаждению». То есть, часть тепловой энергии нагрева лопаток турбины преобразуется в электрическую энергию.

Предлагаемое устройство обладает следующими достоинствами:

1. При сохранении той же тепловой нагрузки на лопатки турбины появляется возможность снизить их температуру либо, при сохранении той же температуры лопаток турбины, существенно повысить тепловую нагрузку на них же. Например, согласно расчётам, при постоянных тепловых потоках нагрева лопаток в  $1 \text{ МВт/м}^2$  температура участка поверхности лопаток не превысит  $1100\text{--}1200^\circ\text{C}$ . Это объясняется тем, что величина тепловых потоков, отводимых от лопаток только электронами, может составлять величину порядка  $1,5\text{--}2 \text{ МВт/м}^2$ , а также существенно превышать её.

2. Полностью исключается необходимость создания сложной системы каналов охлаждения внутри лопаток.

3. Дополнительно происходит преобразование тепловой энергии нагрева лопаток в дополнительную электрическую энергию на борту. Данный дополнительный источник электрической энергии может явиться основным в случае возникновения критических ситуаций, связанных с прекращением генерации электроэнергии турбомашинным способом.

Указанные достоинства позволяют утверждать, что применение предлагаемого устройства охлаждения лопаток турбин на основе явления термоэлектронной эмиссии позволит существенно повысить надёжность и долговечность лопаток турбин и турбомашинного преобразователя в целом, одновременно снизить стоимость его создания, испытания, отработки и эксплуатации, уменьшить вероятность внештатной ситуации при длительном (10–15 лет) его функционировании.



# **КРИТЕРИИ ПРОВЕДЕНИЯ ПУСКОВ РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ КОСМИЧЕСКОГО НАЗНАЧЕНИЯ «ЗЕНИТ» ПО МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИМ И АЭРОЛОГИЧЕСКИМ УСЛОВИЯМ ДЛЯ КОСМОДРОМА «БАЙКОНУР»**

**А.А. Исаев**

Вопросы метеорологического и аэрологического обеспечения и оценки влияния метеорологических и аэрологических условий на проведение работ по запуску космических аппаратов (КА) ракетой-носителем (РН) «Зенит» с космодрома «Байконур» в последние годы приобретают все большую актуальность в связи началом эксплуатации космического ракетного комплекса «Зенит-М» по коммерческим и федеральным программам, при реализации которых требования по метеообеспечению являются одними из первостепенных.

При проектировании, изготовлении, экспериментальной отработке, лётных испытаниях и штатной эксплуатации РН «Зенит» жёстких ограничений со стороны разработчиков КА и РН к метеорологическому и аэрологическому обеспечению не предъявлялось. Это было обусловлено задачами, которые должна была выполнять РН «Зенит» по государственным программам СССР.

Принимая во внимание опыт эксплуатации комплексов «Протон» и «Союз» на космодроме «Байконур», а также с целью объективного контроля метеорологических и аэрологических условий, исключения их опасного воздействия на конструкцию РН в процессе подготовки к пуску, при пуске и на активном участке полёта КБ «Южное» были разработаны «Критерии проведения пусков» (правила пуска) по метеорологическим и аэрологическим условиям.

В настоящее время критерии проходят этап согласования с целью последующего внесения в техническую документацию и осуществления оперативного метеорологического и аэрологического обеспечения запусков КА.

Проанализировано состояние дел с существующим метеорологическим и аэрологическим обеспечением пусков на космодроме «Байконур»; проведена оценка влияния метео- и аэроусловий на подготовку и проведение пусков с целью повышения оперативности взаимодействия метеослужбы космодрома с Руководителем работ и Заказчиком пуска.



## **ОПТИМИЗАЦИЯ СТРУКТУРЫ СИСТЕМ ЭЛЕКТРОСНАБЖЕНИЯ НАЗЕМНЫХ КОМПЛЕКСОВ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ КОСМИЧЕСКИХ РАКЕТНЫХ КОМПЛЕКСОВ**

В.С. Рева

Одним из важнейших элементов космических ракетных комплексов (КРК), обеспечивающих подготовку к пуску и пуск РКН с космическими кораблями, является система электроснабжения (СЭС). В связи с этим, основным критерием работы СЭС, прорабатываемым при проектировании, должна быть бесперебойность работы для обеспечения выполнения циклограмм подготовки к пуску, принимая во внимание широкий диапазон неравномерности нагрузок потребителей. При сложной специфике работы электропотребителей на КРК по подготовке и проведению пуска РН возможны нештатные ситуации, связанные с качеством электроэнергии. На этапах проектирования для оптимизации системы электроснабжения НК КРК появляется необходимость в создании и выделении системы контроля качества электроэнергии (СККЭ) как отдельной основной структуры.

Анализ возможных нештатных ситуаций показал, что технологический процесс подготовки к пуску и пуск РКН, связанный со сбоями работы НТО, может происходить вследствие внезапного отключения электроэнергии или отклонения параметров электроэнергии за допустимые пределы. СККЭ посредством регистрации и отображения параметров питания электропотребителей, в режиме реального времени, обеспечивает контроль работоспособности СЭС в целом и её составных частей. Помимо контроля качества электроснабжения СККЭ позволяет управлять составными частями и резервирующими элементами СЭС НК.

Данная тема имеет повышенную актуальность не только при проектировании перспективных космических ракетных комплексов, но и при модернизации существующих.

Проанализированы нештатные ситуации на КРК, связанные с отклонением от нормы качества параметров электроэнергии; определены показатели качества электроэнергии, влияющие на циклограмму подготовки к пуску РКН, обоснована необходимость создания системы контроля качества электроэнергии в составе системы электроснабжения.



**АНАЛИЗ МЕТОДОВ И СРЕДСТВ БОРТОВОГО  
ДИАГНОСТИРОВАНИЯ ИНФОРМАЦИОННО-  
ИЗМЕРИТЕЛЬНЫХ И УПРАВЛЯЮЩИХ СИСТЕМ  
КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ И ИХ СИНТЕЗ С ПОМОЩЬЮ  
ВСТРОЕННЫХ РЕКОНФИГУРИРУЕМЫХ  
ВЫЧИСЛИТЕЛЬНЫХ ПОЛЕЙ**

Л.В. Савкин

Проблема бортового диагностирования информационно-измерительных и управляющих систем (ИИУС) космических аппаратов (КА) приобретает в последнее время всё большее значение ввиду целого ряда факторов, включающих в себя как методологические трудности, связанные с выбором наиболее эффективных методов организации контрольно-диагностического обеспечения ИИУС, так и технические, заключающиеся в выборе наиболее оптимальных способов аппаратно-программной реализации последних.

Непрерывный рост степени интеграции электронной компонентной базы (ЭКБ), входящей в состав ИИУС, наряду с жёсткими условиями эксплуатации КА требует сегодня использования концептуально новых подходов к проведению анализа и идентификации технического состояния ИИУС с заданной степенью (глубиной) локализации неисправностей и отказов их аппаратных и программных составляющих. Доминирующее большинство методов и средств бортового диагностирования ИИУС представляет собой специализированное программное обеспечение (ПО), которое, совместно с операционной системой и функциональным ПО, входит в состав программных средств бортовой цифровой вычислительной машины (БЦВМ) ИИУС. Данное обстоятельство накладывает существенное ограничение в реализации таких методов диагностики ИИУС, как диагностика дискретных элементов БЦВМ методами эквивалентного аппаратного дублирования и многих других, требующих наличия, пусть и простых с точки зрения функционального назначения, внешних аппаратных подсистем.

С одной стороны, данный факт является вполне очевидным ввиду строгих требований по габаритно-массовым характеристикам, предъявляемым к аппаратной составляющей ИИУС КА. С другой стороны, благодаря наличию в составе номенклатуры современной ЭКБ космического применения программируемых логических интегральных схем (ПЛИС), стало возможным создание так называемых реконфигурируемых вычислительных систем, способных кардинальным образом менять свою конфигурацию на низком аппаратном уровне в пределах строго ограниченного набора аппаратных средств, представ-



ляющих собой единое реконфигурируемое вычислительное поле (РВП). Данное обстоятельство открывает новые возможности к реализации тех методов и средств бортового диагностирования ИИУС, которые не могут быть построены на базе программных систем контроля и диагностики (СКД) ИИУС.

Глубокая реконфигурация диагностических моделей во встроенных РВП ИИУС позволяет не только эффективным образом адаптировать бортовые СКД к поиску неисправностей и отказов сложного типа: в процессе анализа и идентификации технического состояния ИИУС она также позволяет использовать широкое разнообразие критериев принятия решения о состоянии ИИУС, каждый из которых может быть реализован на базе одного и того же перестраиваемого фрагмента РВП. Более того, уникальным преимуществом диагностического обеспечения ИИУС, построенного на базе РВП, перед программными СКД является возможность прямого синтеза как программных методов и средств бортового диагностирования ИИУС, так и аппаратных.

Единое графоаналитическое рассмотрение алгоритмов диагностики ИИУС КА делает возможным построение комбинированных алгоритмов, включающих в себя вероятностно-статистические и логические процедуры построения (аппаратной реализации) деревьев состояний ИИУС непосредственно в РВП. При этом функциональными вершинами графов деревьев выступают коммутируемые логические блоки РВП, управление направленными связями (дугами) между которыми описывается низкоуровневыми языками описания аппаратуры (Hardware Description Language, HDL).

В настоящее время разработаны два варианта распределения ресурсов РВП для решения задач бортового диагностирования ИИУС КА. Первый вариант допускает совместное использование программной СКД и СКД, реализованной на базе РВП. Второй вариант предполагает реализацию всех алгоритмов диагностики ИИУС на базе единого РВП.

## **РАСЧЕТ ТЕПЛОВЫХ РЕЖИМОВ СПУТНИКА ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ**

Р.В. Захаров, А.В. Тарасова

В процессе орбитального движения меняется положение искусственного спутника Земли (ИСЗ) не только относительно нашей планеты, но и относительно Солнца, что приводит к периодическому изменению условий облучения его поверхностей солнечными лучами



и потоками излучения, уходящими от Земли. Другим периодическим фактором теплового нагружения является работа приборов. Значимость первого фактора в формировании теплового режима будет определяться сочетанием оптических свойств и углами облучения, расчёт которых представлен в данной работе.

Целью работы является разработка программного обеспечения для моделирования теплового режима дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и решения одной из трёх задач: поиск оптимального соотношения коэффициента черноты и излучательной способности материала, расчёт суммарного теплового потока, воздействующего на ИСЗ, а также нахождение температуры внешней поверхности ИСЗ при рассчитанных внешних тепловых потоках.

Одной из задач является совершенствование методики расчёта теплового нагружения ИСЗ, заключающееся в использовании рассчитанных с помощью метода конечных элементов тепловых потоков вместо их усреднённых значений, что значительно повышает точность расчёта тепловых потоков, а, следовательно, и температуры поверхности ИСЗ.

Получены аналитические зависимости теплового нагружения ИСЗ для различных его положений на орбите. Возможно использование подобных зависимостей для создания универсального программного обеспечения (ПО) для расчёта тепла ИСЗ с цилиндрической, в частности с призматической, обечайкой, осевая линия которой коллинеарна радиус-вектору Земли.

Основными направлениями дальнейшего развития предполагается использование разрабатываемого ПО для расчёта теплового нагружения ИСЗ различных форм с учётом их возможного движения по крену, а также рассмотрение возмущённого движения ИСЗ (т.е. с учётом нецентрального гравитационного поля Земли, с учётом атмосферы и солнечного давления) при расчёте тепловых потоков.

## **МЕТОДЫ РАСЧЕТА МНОГОСТЕНОЧНЫХ СТРУКТУР, ПРИМЕНЯЕМЫХ В КРУПНОГАБАРИТНЫХ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКИХ КОНСТРУКЦИЯХ**

А.А. Смердов, Фан Тхе Шон

Многостеночные композитные оболочки, изготовленные из углепластиков путём технологий инфузии и инъекции, обладают высокой массовой и несущей преимуществами по сравнению с традиционными композитными конструкциями. Их применение перспективно в



отсеках и обтекателях ракет, корпусах космических аппаратов, тубусах космических телескопов и фотоаппаратов. Однако подробный анализ и особенности применения таких конструкций в практике либо отсутствуют, либо не опубликованы.

Структуры обшивок и стенок в многостеночных оболочках могут быть различными. Кроме того, дополнительные возможности повышения несущей способности таких конструкций связаны с размещением в зонах стыка обшивок и стенок однонаправленных углепластиковых элементов с высокой жёсткостью. Таким образом, механизмы исчерпания несущей способности многостеночных оболочек могут отличаться от соответствующих механизмов других типов оболочек как трехслойных с лёгким наполнителем, так и стингерно-шпангоутных. При анализе устойчивости необходимо учитывать влияние условно средней жёсткости каждой стенки и вставки на общую жёсткость оболочки. Общая устойчивость оболочки может быть оценена по двум подходам, основанным на конструктивно-анизотропной гипотезе и гипотезе ломанной линии. Местная устойчивость тонкостенных элементов обшивок и стенок рассчитывается по скорректированным формулам для удлинённых пластинок с учётом анизотропии и многослойной структуры каждой пластинки. Прочность — по критерию максимальных напряжений монослоёв.

Разработанные методики расчёта композитных многостеночных оболочек содержат простые инженерные формулы, применяемые в процессе многократного перебора вариантов при оптимизации конструкции. С помощью этих методик рассчитывают эффективность влияния структурных параметров на несущую способность и на массовый характер конструкции.

## **ИЗУЧЕНИЕ ДИНАМИКИ РАЗВИТИЯ КАТАСТРОФИЧЕСКИХ ЯВЛЕНИЙ ПО ФОТОСНИМКАМ В ЭКСПЕРИМЕНТЕ «УРАГАН» НА РОССИЙСКОМ СЕГМЕНТЕ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ**

О.А. Юрина

В космическом эксперименте (КЭ) «Ураган» на Российском сегменте Международной космической станции (РС МКС) изучаются наводнения, ледники, пожары, загрязнения водных поверхностей и другие катастрофические явления и экологические проблемы.

Одной из задач КЭ «Ураган» является построение моделей развития изучаемых катастрофических явлений. Динамика развития ряда



катастрофических явлений может быть определена с помощью оценки изменения площади наблюдаемых объектов: наводнений, пожаров, загрязнений и др. Одним из постоянных объектов наблюдения в КЭ «Ураган» является Аральское море, изменение площади водной поверхности которого показывает динамику развития этого экологического бедствия.

Важной задачей в эксперименте «Ураган» является также определение по снимкам скорости и моментов времени схода наблюдаемых ледников.

Для оценки развития изучаемых в КЭ «Ураган» с помощью ручных фотокамер объектов была разработана специальная методика и создано программное математическое обеспечение.

Даны результаты изучения развития катастрофических явлений с помощью разработанных методов и созданного программного математического обеспечения.

## **АНАЛИЗ УЧЕТА УХОДЯЩЕГО ОТ ЗЕМЛИ ИЗЛУЧЕНИЯ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ЭНЕРГОБАЛАНСА РОССИЙСКОГО СЕКТОРА МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ В КОСМИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ «АЛЬБЕДО»**

Д.Н. Рулев, М.В. Черемисин, К.А. Новиченков

Описывается реализация на Российском секторе Международной космической станции (РС МКС) космического эксперимента (КЭ) «Исследование характеристик излучения Земли и отработка использования их в модели системы электропитания РС МКС» (шифр «Альбе-до»), направленного на исследование уходящего от Земли излучения.

В ходе КЭ выполняются специальные сеансы ориентации рабочей поверхности солнечных батарей (СБ) РС МКС на Землю при различных условиях освещённости, вариантах подстилающей поверхности и временных (сезонных и суточных) характеристиках и исследуется взаимосвязь характеристик уходящего от Земли излучения и величины генерируемого тока СБ. Для верификации получаемых характеристик излучения используются измерения радиометрической научной аппаратуры дистанционного зондирования Земли, размещённой как на РС МКС, так и на автоматических космических аппаратах, в том числе аппаратура SEVIRI системы Meteosat.

Представлены примеры получаемых телеметрических измерений токов от СБ РС МКС, прогнозируемых (модельных) значений прихода электроэнергии, получаемых на этапе планирования суточно-



го плана полёта, и результатов обработки данных КЭ, в том числе, полученные по данным аппаратуры SEVIRI оценки интегральной яркости поступающего на МКС уходящего от Земли излучения и модельные оценки прихода электроэнергии от СБ РС МКС, получаемые на основе интегральной яркости уходящего от Земли излучения по данным аппаратуры SEVIRI.

### **ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ИЗУЧЕНИЮ КОНВЕКЦИИ АППАРАТУРОЙ ДАКОН-М НА МКС И ТГК «ПРОГРЕСС»**

Г.Ф. Путин, А.Ф. Глухов, И.А. Бабушкин Д.А. Завалишин,  
А.И. Иванов, М.Ю. Беляев, Т.В. Матвеева, В.В. Сазонов

Описана экспресс-методика обработки и результаты экспериментов с датчиком конвекции ДАКОН-М на борту Служебного модуля Международной космической станции (МКС). Методика заключается в сопоставлении по определённом правилу измерений датчика с результатами расчёта квазистатической компоненты микроускорения в точке его установки. Эксперименты с датчиком проводились в разных микрогравитационных условиях, которые определялись типом вращательного движения МКС. Принятая экспресс-методика показала, что несколько серий экспериментов оказались успешными. Успех был обусловлен выбором условий проведения экспериментов, когда микроускорения на борту были сравнительно велики — существующий вариант датчика не обладает достаточной чувствительностью для регистрации микроускорений во время полёта МКС в орбитальной ориентации, поддерживаемой гиродинами. В связи с этим предлагается проводить эксперименты с новым вариантом датчика на транспортных грузовых кораблях (ТГК) «Прогресс», где за счёт выбора режимов вращательного движения можно обеспечить широкий диапазон амплитуд квазистатических микроускорений. Приведены примеры расчёта внешних воздействий на датчик, реализуемых в различных режимах вращательного движения ТГК.

### **МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛОЖЕНИЯ ОБЪЕКТА ВНУТРИ ОРБИТАЛЬНОЙ СТАНЦИИ**

П.А. Боровихин, Д.Ю. Караваев, А.Н. Лепорский, Д.А. Соколов

При эксплуатации орбитальных пилотируемых станций (ОПС) имеется ряд полётных операций, при выполнении которых для приня-



тия решений по управлению полётом необходимо знать местоположения членов экипажа. К таким операциям относятся внекорабельная деятельность, аварийные ситуации, перемещение грузов и другие. Кроме того, статистические данные по нахождению членов экипажа в различных рабочих зонах ОПС необходимы для планирования работ космонавтов, совершенствования полётных операций, для проектирования перспективных ОПС.

В рамках космического эксперимента «Визир» проводится отработка системы определения текущего положения космонавтов-членов экипажа ОПС. Эта система относится к классу систем локального позиционирования. Система строится на использовании инфракрасных датчиков. Приводится описание системы, логика её работы.

Рассматривается решение основной математической задачи — определение местоположения космонавта по информации измерений инфракрасных датчиков. Приведена постановка задачи, способы её решения, результаты лабораторных испытаний и результаты испытаний на ОПС.

## **ИТЕРАТИВНЫЙ ПОДХОД К ПРОГНОЗИРОВАНИЮ СРОКОВ РЕАЛИЗАЦИИ КОСМИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА С УЧЕТОМ ЕГО ХАРАКТЕРИСТИК**

А.В. Марков, А.Г. Гайфутдинова, С.Б. Пичугин, С.С. Промтова

Вопросы прогнозирования сроков исполнения космических экспериментов (КЭ) на текущем этапе развития космической отрасли приобретают особое значение в связи с ужесточением требований к эффективности космических программ и снижению издержек при их реализации. Планирование КЭ в рамках научно-прикладных программ всё жёстче требует применения методик, позволяющих обоснованно прогнозировать реальные сроки выполнения экспериментов. В то же время, изменения, происходящие в космической отрасли, накладывают существенный отпечаток на процессы планирования и реализации, когда ранее зафиксированные нормативы на исполнение этапов КЭ не позволяют с достаточной степенью точности спрогнозировать срок его исполнения в измененных условиях.

Предлагается методика, обеспечивающая итеративный подход к прогнозированию срока исполнения КЭ и позволяющая учесть текущую ситуацию в процессе наземной подготовки и выполнения КЭ на борту, а также изменчивость внешних и внутренних факторов, связанных с исполнением КЭ. Прогнозирование срока исполнения КЭ осно-



ывається на комбiнації ряду методів: експертного, статистического, абсолютних строків і парних коефіцієнтів з погодженням їх результатів методом весових коефіцієнтів. Методика дозволяє дати обосноване висновок про те, в які строкі передбачається здійснити КЗ, ухвалюючи вимоги до його проведенню, а також характеристики відповідної наукової апаратури (НА).

Методика включає ряд кроків.

На кроці 1 формуються вибірка КЗ, сопоставимих по часі і умовам їх реалізації. Наприклад, вибирають горизонт часового інтервалу 3 роки і розглядають КЗ, реалізовані за останні 3 роки, а умови реалізації задають як місце проведення КЗ – Міжнародна космічна станція (МКС).

На кроці 2 для КЗ, вошедших в вибірку, визначається набір їх характеристик і характеристик НА, від яких залежить строк виконання КЗ, і по яким буде вироблятися порівняння. Вказані характеристики називають елементами порівняння і визначають експертним методом або статистическим методом з урахуванням їх значимості.

На кроці 3 визначаються поправки до строків виконання КЗ-аналогів, пов'язані з різницею цих КЗ по заданим елементам порівняння. Для цього застосовують наступні методи: експертний метод (поправки визначаються експертами); статистический метод (поправки визначаються на основі кореляційно-регресійного аналізу); метод задання абсолютних строків (елементу порівняння ставиться в відповідність поправка в абсолютному вираженні на основі досвідчених даних або даних про регламент підготовки КЗ); метод парних коефіцієнтів.

Суть методу парних коефіцієнтів складає в тому, що поправку вихислюють, використовуючи дані про ті КЗ, які суттєво відрізняються одні від інших тільки по одному елементу порівняння. Поправку задають в відсотковому або в абсолютному вираженні.

На кроці 4 визначають шуканий прогнозований строк виконання КЗ, погоджуючи між собою скорректировані строкі виконання КЗ-аналогів, отримані на базі всіх згаданих методів (експертного, статистического, задання абсолютних строків і парних коефіцієнтів). Для цього визначають середньозважене значення скорректированных строків КЗ-аналогів, використовуючи дані про кількість коректировок для того або іншого аналога.

В наші часи відсутня методика, дозволяюча по характеристикам НА і особливостям проведення КЗ, а також з урахуванням динаміки ситуації в космічній галузі спрогнозувати строк ис-



полнения КЭ. Предлагаемая методика позволяет спрогнозировать срок исполнения КЭ с учетом особенностей его проведения.

Практическое применение предложенной методики показало приемлемое согласование её прогноза с уже реализованными космическими экспериментами.

## **ПРОБЛЕМЫ ИНТЕГРАЦИИ НАУЧНОЙ АППАРАТУРЫ С ДВУХОСНЫМИ ПЛАТФОРМАМИ, РАЗМЕЩЁННЫМИ НА ВНЕШНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ**

О.Ю. Криволапова, С.С. Промтова, А.Г. Гайфутдинова

Исходя из комплектации Международной космической станции (МКС) на настоящий момент наиболее востребованным местом для установки аппаратуры, предназначенной для космических исследований Солнца, является двухосная платформа наведения (ДПН) и двухосная поворотная платформа (ДПП). Размещение аппаратуры на платформах даёт ряд неоспоримых преимуществ, таких как максимально возможное время наблюдения за Солнцем и отсутствие массивных элементов конструкции станции в поле зрения аппаратуры.

Однако платформы не всегда обеспечивают заданные постановщиком КЭ требования к проведению эксперимента. В связи с этим разработчик вынужден оснащать научную аппаратуру собственными средствами наведения, звёздными датчиками, средствами управления и стабилизации. Обеспечение обратной связи научной аппаратуры и платформ также является одним из вопросов интеграции научной аппаратуры с системами МКС.

Рассмотрены планируемые астрофизические и геофизические космические эксперименты, изложены основные проблемы интеграции научной аппаратуры с ДПН и ДПП. Приведены технические характеристики двухосных платформ.



**РАЗРАБОТКА МЕТОДА ПОЛУЧЕНИЯ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ  
КООРДИНАТ ПРЕЦИЗИОННОЙ ТОЧНОСТИ  
НАЗЕМНЫХ ЛАЗЕРНЫХ МАЯКОВ  
С БОРТА МАЛОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА**  
А.В. Багров, К.М. Пичхадзе, В.К. Сысоев, А.Ф. Насыров

Задача определения точных геодезических координат в единой для всей Земли системе координат является актуальной научной задачей, имеющей ясное практическое применение. В настоящее время для большинства практических задач эта проблема успешно решается с использованием систем глобального позиционирования GPS, ГЛОНАСС и др. С их помощью можно получить координаты приёмника с точностью единиц метров за несколько секунд с использованием бытовых приёмников и довести точность измеренных координат до миллиметрового уровня с использованием специальных приёмников и многомесячных по продолжительности измерений.

Предложено сформировать всю систему геодезических координат на основе одного измерительного инструмента космического базирования. Точность угловых измерений по предложенной схеме будет лимитироваться аппаратной точностью измерительного устройства и видимым с него угловым размером наземного светового маяка.

Преимуществом космического базирования угломерного инструмента для наблюдений наземных объектов является то, что турбулентный слой земной атмосферы, в котором направление луча зрения размывается на несколько угловых секунд, является приземным. При наблюдении из космоса девиация луча зрения вызывается только приземным слоем; на таких расстояниях она размывает видимый с космического аппарата (КА) размер маяка до нескольких миллиметров, но положение центра свечения не изменяется, и оно может быть зафиксировано с субмиллиметровой точностью.

Несомненные достоинства геодезических определений из космоса будут в наиболее полной мере реализованы, если в качестве угломерного инструмента использовать оптический интерферометр Майкельсона. В дугомере-интерферометре производится измерение длины волны базы интерферометра и разность расстояний от концов базы до плоскости волнового фронта от бесконечно удалённого точечного светового источника.

Основные технические решения проекта космического интерферометра «ОЗИРИС» были применены и в конструкции Легко-



го интерферометра-дугомера («ЛИДА»). Этот двухбазовый дугомер с совмещёнными базами позволит измерять дуги в пределах от 30° до 105°. Проницающая сила концевых телескопов и регистратора положений интерференционных полос позволит при единичных измерениях дуг за время 1/30 с измерять положения световых источников с яркостью до 8 зв. величины с точностью 0.01".

## **СТРАТЕГИЯ ЗАБЛАГОВРЕМЕННОГО СТРОИТЕЛЬСТВА ПОМЕЩЕНИЙ НА ЛУНЕ ДЛЯ ОБИТАЕМЫХ СТАНЦИЙ**

А.В. Багров, В.А. Леонов

Одним из важнейших этапов колонизации космоса будет строительство надёжных обитаемых помещений на Луне. Эти помещения должны в первую очередь обеспечить защиту людей от космической радиации и полную герметичность помещений для сохранения атмосферы в них. Первое условие требует применения строительных конструкций с большой толщиной стен и перекрытий, чтобы поглощать солнечную и космическую радиацию и понижать её до привычного на Земле фонового уровня, а второе условие практически исключает возможность долговременных построек на поверхности Луны, не защищенной от метеоритной бомбардировки, где малейший пробой приведёт к потере герметичности. Поэтому наиболее рациональным вариантом строительства помещений на Луне для её колонизации является подземное строительство. Однако доставка на Луну тяжёлой техники для горнопроходческих работ в настоящее время представляется технически неосуществимой.

Доставка на Луну готовых и полностью оснащённых помещений для размещения в них космонавтов тоже является очень дорогостоящим мероприятием. Необходимо разработать такой метод капитального строительства на поверхности Луны, который позволил бы для возводимых построек использовать материал самой Луны и доставлять с Земли для монтажа в готовые постройки только высокотехнологические узлы.

Предлагается способ строительства герметичных конструкций непосредственно на Луне с помощью автоматизированного 3D принтера, использующего солнечную энергию для работы, и лунный реголит в качестве строительного материала. Строительный 3D принтер состоит из плёночного вогнутого зеркала диаметром 3÷4 м, дозатора сыпучего материала и навигационного устройства, размещаемых на подвижной каретке. Плёночное зеркало ориентируется так, чтобы сфо-



кусированное им изображение Солнца находилось в точке строительства. В фокусе зеркала температура достигает нескольких тысяч градусов, и в нём можно плавить любой лунный грунт. Если в точку строительства насыпать дозатором лунный реголит, то он будет плавиться и спекаться с основанием. Перемещением каретки можно обеспечить наплавление стен и перекрытий любой заданной конфигурации.

Если в качестве концентратора солнечного света использовать вогнутое зеркало площадью  $10 \text{ м}^2$ , то в пятно света поступает энергия мощностью 14 кВт. Этой энергии достаточно, чтобы плавить порошок базальта со скоростью 10 г/с. В течение лунного дня наплавленная масса составит 10 т, что при плотности базальта  $2,5 \div 3,0 \text{ т/м}^3$  будет эквивалентно  $3,4 \div 4,0 \text{ м}^3$  кладки. В приведенном примере рассмотрено вогнутое зеркало солнечного концентратора диаметром 4 м. Качество отражающей поверхности зеркала может быть невысоким, так как его задача не связана с построением изображения Солнца дифракционного уровня. Подобное зеркало может быть плёночным на лёгком несущем каркасе. Весь модифицированный строительный 3D принтер может иметь массу в несколько десятков килограммов. Важно подчеркнуть, что весь аппарат работает на порошковом материале и не содержит узлов, заполненных расплавом рабочего материала. Это обеспечивает сохранение полной работоспособности конструкции после продолжительной лунной ночи, за время которой расплав бы застыл и вывел из строя печатающие форсунки классического 3D принтера. После вынужденной остановки во время лунной ночи строительный автомат может продолжить прерванную работу с наступлением лунного дня в месте строительства. Можно рассчитать заранее, сколько времени займёт каменное строительство спроектированного помещения, и закончить его строительство до прилёта на Луну космонавтов. Для сокращения сроков строительства можно использовать одновременно несколько автоматизированных 3D принтеров, а в случае задержки с прилетом космонавтов дополнительное время можно использовать либо для наращивания толщины стен и перекрытия постройки, либо для продолжения строительства по дополнительным программам. Этот же 3D принтер можно использовать для впаивания готовых шлюзовых узлов в проёмы в построенных помещениях и стыковочных узлов для перегрузки доставляемого оборудования спускаемыми аппаратами.

Сравнительно невысокая производительность 3D принтера требует доставить его на поверхность Луны задолго до осуществления пилотируемой миссии, а малая масса строительного устройства позво-



лит это сделать намного дешевле, чем доставка готовых обитаемых конструкций на Луну.

## **ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ РАЗВИТИЯ НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКОЙ И НОРМАТИВНО-ТЕХНИЧЕСКОЙ БАЗ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ КАЧЕСТВА И НАДЁЖНОСТИ ИЗДЕЛИЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ**

О.П. Скоробогатов, А.П. Харченко, Б.А. Кашин, А.Ф. Повесма

Задача выбора состава и структуры нормативно-методических и нормативно-технических документов, которые необходимы для обеспечения качества и надёжности изделий ракетно-космической техники (РКТ), начала решаться в процессе разработки первых образцов РКТ.

Исходными данными, для обеспечения качества и надёжности изделий РКТ являлись:

- нормативно-техническая и нормативно-методическая документация по заданию и оценке выполнения тактико-технических требований к изделиям РКТ, разработке технико-технологического задания (ТТЗ) на проведение научно-исследовательских работ (НИР) и опытно-конструкторских работ (ОКР), по выполнению, оформлению и сдаче результатов НИР и ОКР, по проведению автономных, комплексных, межведомственных и лётных испытаний образцов РКТ, по обоснованию объёма всех видов испытаний, по сбору, обработке и хранению результатов испытаний, по сдаче образцов в эксплуатацию, по системе информации о техническом состоянии и надёжности изделий РКТ;

- нормативно-техническая и нормативно-методическая документация по организации эксплуатации систем, агрегатов, составных частей и изделия в целом, по их гарантийному сопровождению в эксплуатации;

- нормативно-техническая и нормативно-методическая документация по оценке качества и надёжности отдельных систем, агрегатов и изделия РКТ в целом;

- конструкторская, технологическая, программная и эксплуатационная документация;

- передовые технологии автоматизации проектирования и изготовления изделий РКТ, в том числе ИПИ (информационная поддержка изделий)-технологий, охватывающих все этапы жизненного цикла изделия.

Нормативно-методическая база является основой для реализа-



ции установленных процессов разработки, производства и эксплуатации изделий РКТ, формирования эффективных и обоснованных решений в области достижения, обеспечения и поддержания качества и надёжности, принимаемых на различных стадиях их жизненного цикла.

Проведенный анализ основных направлений совершенствования существующей нормативно-методической базы обеспечения качества и надёжности изделий РКТ показал необходимость её доработки в части введения:

- статистического (выборочного) контроля изделий РКТ, выпускаемых малыми и сверхмалыми партиями и проходящих последующие испытания путём их разрушения;

- контроля стабильности технологических процессов (ТП) и культуры производства, поскольку стабильность технологических процессов — залог выпуска однородной качественной продукции;

- постоянного контроля динамики изменения стабильности продукции РКТ с целью более раннего выявления дефектов производства и выработки мероприятий по их устранению.

Проведенный анализ существующей нормативно-технической базы, регламентирующей систему информации и рекламационную работу, показал, что при полном выполнении требований этих документов они в принципе позволяют предприятиям и организациям ракетно-космической промышленности решать возложенные на них задачи по обеспечению и поддержанию требуемого уровня качества и надёжности изделий РКТ. Однако, из-за изменения экономических условий и организационных структур в области ракетно-космической деятельности требования нормативно-технических документов не в полной мере отвечают современному уровню. В связи с чем возникла необходимость их актуализации и переиздания с целью внесения в них изменений и дополнений.

Так, например, государственный стандарт ГОСТ РВ 51030-97 «Комплексы ракетные и космические. Порядок организации и проведения рекламационной работы» необходимо:

- а) перевести в категорию «ГОСТ Р» и расширить область его действия на комплексы и их изделия, используемые в научных, социально-экономических и коммерческих целях;

- б) учесть предложения предприятий РКТ по результатам практического применения стандарта;

- в) уточнить требования по рекламированию изделий с самоустраняющимися дефектами.

Для оценки и контроля показателей надёжности изделий РКТ



длительного функционирования необходимо:

- совершенствование методов оценки надёжности изделий РКТ с целью обеспечения возможности оценки показателей их надёжности и функционирования их бортовой аппаратуры при недостаточных наработках по результатам испытаний;

- создание единой для предприятий РКП и эксплуатирующих организаций моделирующей системы для расчёта и прогнозирования показателей долговечности при эксплуатации изделий РКТ длительного функционирования.

Эффективное управление процессом информационного сопровождения изделий РКП на всех этапах их жизненного цикла напрямую зависит от эффективных механизмов сбора, обработки, хранения и использования информации об их техническом состоянии и надёжности.

Предприятия РКП, заказывающие и эксплуатирующие организации в целом обеспечены нормативной документацией для функционирования системы информации о техническом состоянии и надёжности изделий РКТ.

Тем не менее, целесообразно:

- в целях обеспечения требуемого уровня качества изготавливаемых предприятиями РКП изделий РКТ, а также своевременного принятия мер по устранению и предупреждению их отказов и неисправностей, предусматривать целевое финансирование работ по системе информации и ведению рекламационной работы, по информационному сопровождению разработки, производства и эксплуатации изделий РКТ.

- разработать типовой перечень работ по системе информации о техническом состоянии и надёжности изделий РКТ и отчётности по ним;

- развивать систему информации на основе использования современных информационных технологий и создания автоматизированных информационных систем, охватывающих заказывающие организации, все основные предприятия отрасли и эксплуатирующие организации.

Это позволит:

- повысить эффективность управляющих воздействий на процессы создания изделий РКТ и функционирования СМК организаций промышленности;

- обеспечить достоверность и полноту информации о деятельности организаций отрасли в области качества и надёжности изделий РКТ;



– повысить оперативность управления качеством изделий, выявления и устранения всех несоответствий и их причин при создании, производстве, эксплуатации РКТ.

## **ПРОЕКТНО-БАЛЛИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ВАРИАНТОВ ЛУННОГО ПИЛОТИРУЕМОГО КОМПЛЕКСА**

В.Н. Боровенко, А.Н. Кузнецова, В.П. Лебеденко

В докладе приведены исследования проектных обликов и массовые сводки вариантов лунного пилотируемого комплекса (ЛПК), осуществляющего доставку экипажа на Луну и его возврат на Землю.

Вариант 1 соответствует схеме, в которой ЛПК целиком собирается на Земле, выводится на опорную околоземную орбиту, проводит операцию фазирования с Луной и стартует на окололунную орбиту. На окололунной орбите ЛПК разделяется на два модуля, один из которых – лунный взлетно-посадочный корабль (ЛВПК) – совершает посадку на поверхность Луны, обеспечивает жизнедеятельность экипажа на ее поверхности и его возврат на окололунную орбиту, где находится лунный пилотируемый транспортный корабль (ПТК-Л), который возвращается с экипажем на Землю.

Вариант 2 соответствует схеме, в которой ЛПК собирается на опорной околоземной орбите искусственного спутника Земли (ОИСЗ) после двух пусков носителей: одним из них выводится беспилотный ЛВПК и общий межорбитальный буксир (МОБ), а другим пуском выводится пилотируемый транспортный корабль (ПТК). Сборка комплекса производится на ОИСЗ и далее осуществляется его старт к Луне. Все дальнейшие операции проводятся как в Варианте 1.

Вариант 3 соответствует схеме, в которой ЛВПК и ПТК со своими разгонными блоками выводятся на ОИСЗ раздельно и раздельно доставляются на окололунную орбиту, где проводится их стыковка для перехода экипажа из ПТК в ЛВПК, затем разделение и дальнейшие операции проводятся как в Варианте 1.

В работе представлены результаты расчетов траекторий выведения ЛПК и его модулей (ПТК-Л, ЛВПК) с круговой околоземной орбиты высотой 200 км на эллиптическую орбиту с высотой апогея 384400 км, формирования окололунной круговой орбиты, посадки ЛВПК на Луну, его взлета с Луны на окололунную монтажную орбиту, формирования отлетной к Земле траектории ПТК-Л, полученные пу-



тем интегрирования системы дифференциальных уравнений реактивного летательного аппарата на активных участках траектории.

Проектно-баллистический анализ ЛПК показал, что предпочтение имеет схема 2, когда сборка ЛПК выполняется на ОИСЗ.

Для реализации этой схемы можно использовать имеющийся сегодня в разработке ракету-носитель «Ангара-А5» грузоподъемностью 20–25 т и разработать новый сверхтяжелый грузовой носитель, не требующий сертификации под пилотируемые полеты с грузоподъемностью порядка 130 т. Этот вариант обладает более высокой надежностью по сравнению со схемой 3 и имеет более низкую стартовую массу сверхтяжелого носителя, чем в схеме 1.

Проведен технико-экономический анализ трех схем запуска ЛПК из двух модулей ПТК-Л и ЛВПК с межорбитальными буксирами, который подтверждает преимущества схемы 2.

## **МЕТОДИКА ПОВЫШЕНИЯ ДОСТОВЕРНОСТИ ОЦЕНОК ПОКАЗАТЕЛЕЙ НАДЕЖНОСТИ СИСТЕМЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТЕПЛОВОГО РЕЖИМА КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА ПРИ НАЗЕМНЫХ ИСПЫТАНИЯХ**

В.В. Белова

В работе рассмотрена автоматизированная методика моделирования и расчета показателя надежности (вероятности безотказной работы) системы обеспечения теплового режима транспортного грузового корабля «Прогресс». Методика базируется на основе логико-вероятностной методологии блок-схем надежности, дерева отказов, а также марковского моделирования, реализованных в специализированном программном обеспечении Windchill Quality Solutions версии 10.2 (ранее, Relex).

Для расчета показателя были построены статические (блок-схема, фазовая диаграмма, дерево отказов, дерево успехов) и динамические (динамическое дерево отказов, марковская, статистическая) модели надежности.

Приведены условия эквивалентного перехода между моделями. Приведена интерпретация результатов моделирования для двух вариантов расчета: 1) для 30 суток автономного полета; 2) при продолжительности функционирования изделия до 200 суток (в том числе 30 суток автономного полёта).

Для адекватного моделирования надежности системы доказана необходимость расчетов по динамическим моделям. Показана эффек-



тивность методики в задаче повышения достоверности оценки показателя на этапе наземных испытаний. Для задачи верификации системы на рассматриваемом этапе даны научно обоснованные рекомендации к построению программы-методики испытаний.



### **Секция 3. «К.Э. ЦИОЛКОВСКИЙ И МЕХАНИКА КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЕТА»**

#### **АНАЛИЗ МНОГОЭКСТРЕМАЛЬНОСТИ ПРИ ОПТИМИЗАЦИИ ТРАЕКТОРИИ ПРЯМОГО ПЕРЕЛЕТА КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА С ЭЛЕКТРОРАКЕТНОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКОЙ В ОКОЛОСОЛНЕЧНОЕ ПРОСТРАНСТВО**

М.С. Константинов, Мин Тейн

Рассматривается задача оптимизации траектории прямого выведения космического аппарата (КА) на рабочую гелиоцентрическую орбиту, позволяющую исследовать полярные области Солнца. Эта орбита характеризуется относительно небольшим радиусом перигелия и относительно большим наклоном орбиты к плоскости эклиптики. Характеристическая скорость выведения КА на такую гелиоцентрическую орбиту весьма велика.

Предполагается, что ракета-носитель «Союз-2» выводит КА на низкую околоземную орбиту с космодрома Байконур. Химический разгонный блок «Фрегат» обеспечивает старт КА с этой орбиты и выход на гиперболическую траекторию отлета от Земли. Электроракетная двигательная установка (ЭРДУ) на базе двух ионных двигателей типа «RIT-22» обеспечивает перелет на рабочую гелиоцентрическую орбиту. Эта орбита фиксируется фокальным параметром, константой энергии и наклоном орбиты. При этом оказывается заданным эксцентриситет рабочей орбиты. Долгота восходящего узла и аргумент перигея орбиты рассматриваются свободными.

Задача формулируется с использованием принципа максимума Понтрягина. Представлены необходимые условия оптимальности для прямого выведения КА на заданную гелиоцентрическую орбиту. Критерием оптимальности рассматривается масса КА, доставляемая на рабочую гелиоцентрическую орбиту, она максимизируется.

Многоэкстремальный характер рассматриваемой задачи (неединственность решения системы нелинейных уравнений краевой задачи) значительно осложняет поиск оптимальной траектории выведения КА на рабочую гелиоцентрическую орбиту. Значительные усилия были направлены на получение всех возможных экстремальных решений в сформулированной задаче и их анализ для выбора глобального оптимума.



Традиционно решение краевой задачи оптимального уравнения сводится к решению системы нелинейных уравнений, составленной из граничных условий в конечной точке и из условий трансверсальности. Неизвестными системы рассматриваются начальные значения сопряженных переменных. Разрывы в правой части системы дифференциальных уравнений (из-за переключений режима работы ЭРДУ) являются причиной негладкости краевых условий как функции неизвестных начальных значений сопряженных переменных. Это может приводить к плохой сходимости итерационных процедур при использовании градиентных методов. Для преодоления этой сложности многие исследователи предлагают использовать метод продолжения по параметру. В рамках данной работы анализировалась возможность применения нескольких стохастических методов оптимизации, основанных на случайном поиске (без использования значений градиента). Наиболее эффективным оказался алгоритм метода эволюционной стратегии с адаптацией матрицы ковариаций. При этом рассматривается минимизация суммы квадратов невязок краевой задачи.

Численно анализировалась траектория выведения на рабочую гелиоцентрическую орбиту со следующими характеристиками: радиус перигелия – 60 радиусов Солнца, большая полуось – 0,7 астрономических единиц, наклонение к плоскости эклиптики – 30°. Время выведения считалось равным 5 лет. Для этих условий было получено 24 типа экстремалей. Представлены и проанализированы характеристики траекторий для нескольких полученных экстремальных решений.

## **АНАЛИЗ ОПТИМАЛЬНЫХ ТРАЕКТОРИЙ ПОЛЕТА КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА С КОМБИНИРОВАННОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКОЙ БОЛЬШОЙ И МАЛОЙ ТЯГИ К АСТЕРОИДУ АПОФИС**

В.В. Ивашкин, И.В. Крылов

В работе определяются энергетически оптимальные траектории космического аппарата (КА), совершающего перелёт от Земли к астероиду Апофис. Полагается, что геоцентрический разгон КА с околоземной переходной орбиты осуществляется блоком «Фрегат» с двигателем большой тяги. На гелиоцентрическом участке КА управляется электрореактивным двигателем малой тяги, который обеспечивает высокую скорость истечения частиц в реактивной струе (десятки километров в секунду) и обладает значительным ресурсом по продолжительности работы. У астероида осуществляется торможение КА. По-



строение оптимальной траектории КА на гелиоцентрическом участке сводится к определению программы изменения величины и направления вектора малой тяги, гарантирующей выполнение краевых условий полёта при минимально возможном расходе топлива. Решение указанной задачи оптимального управления при перелёте к Апофису с максимизацией конечной массы КА осуществляется на основе использования принципа максимума Понтрягина. При этом рассматривается случай «идеальной» малой тяги при гелиоцентрическом полёте, а разгон КА у Земли делается до параболической скорости. Однако принцип максимума является необходимым, но не достаточным условием оптимальности. С его помощью можно отыскивать лишь экстремали Понтрягина.

Анализ показал, что таких экстремалей в данной задаче, как и в некоторых других задачах оптимизации космического перелёта, может быть несколько. В работе разработан метод оптимизации траекторий полёта к астероиду Апофис на основе варьирования начальных сопряжённых переменных, который позволяет надёжно формировать множество экстремалей Понтрягина для различных краевых условий перелёта, а также эффективно находить среди его элементов глобальный оптимум задачи.

Выявлены качественные особенности решения задачи оптимизации перелёта КА: всегда существует оптимальная траектория; задача многоэкстремальна; найдены случаи существования двух энергетически эквивалентных оптимальных траекторий, порождаемых двумя семействами экстремалей, одна из них реализует прямой перелёт к Апофису, а на другой совершается дополнительный виток вокруг Солнца.

## **СХЕМА КОСМИЧЕСКОГО ПАТРУЛЯ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ СБЛИЖАЮЩИХСЯ С ЗЕМЛЁЙ АСТЕРОИДОВ**

Р.З. Ахметшин, Г.Б. Ефимов

Исследования проблемы астероидной опасности ведутся широко и включают оценку степени опасности, разработку методов обнаружения угрозы и способов борьбы с ними. Известны различные подходы для системы борьбы с астероидной опасностью. При локальном подходе элементы системы размещаются на Земле или на орбите ИСЗ, с контролем околоземного пространства. При частично глобальном — они размещены на орбитах Земли или Венеры с контролем окрестности орбиты Земли. Глобальный подход включает размещение телескопов на сфере радиуса орбиты Юпитера, с контролем



всех направлений небесной сферы для обнаружения угроз из дальних областей Солнечной системы и извне ее.

Т.М. Энеев предложил схему Космического Патруля с размещением на орбите Земли нескольких космических аппаратов (КА) с телескопами для наблюдения, обнаружения и каталогизации астероидов, сближающихся с Землей (АСЗ). Главной идеей Патруля является создание с помощью телескопов «оптического барьера» системы наблюдения, мимо которой не смог бы «проскочить» незаметно ни один значимый по своим размерам АСЗ [Т.М. Энеев. Об актуальных задачах исследования дальнего космоса // Космические исследования. 2005. Т.43, №6, с.403–407]. Создание достаточно полного каталога АСЗ (размерами от 150–200 м) позволило бы вести регулярные наблюдения за потенциально опасными АСЗ для уточнения их орбит и заранее предпринимать необходимые меры для ликвидации угроз: посылки КА для изучения опасных астероидов, а затем и физического воздействия на них для изменения орбиты и предотвращения столкновения с Землей.

Исходная схема оптического барьера имела в виду выявление всех АСЗ, но в ней имелись трудности со сканированием больших участков небесной сферы для их обнаружения и с их «сопровождением» – наблюдением для уточнения орбит [Т.М. Энеев, Р.З. Ахметшин, Г.Б. Ефимов. К вопросу об астероидной опасности // Космические исследования, 2012, т. 50, №2, с.99–108]. Поэтому был рассмотрен вариант выявления только потенциально опасных АСЗ, число которых в 6 раз меньше. Для выявления их достаточно контролировать окрестность орбиты Земли, сканировать относительно узкую полосу, и появляется возможность «сопровождения» их для определения орбит с точностью, нужной для каталогизации. Была рассмотрена возможность размещения КА Патруля на орбите Венеры, при которой улучшаются условия наблюдения окрестности орбиты Земли. Были оценены времена сканирования области барьера, сопровождения АСЗ, требуемые характеристики телескопов: проникающей способности, рабочего поля, а также размеры АСЗ, которые сможет обнаруживать Патруль [Р.З. Ахметшин. Космический патруль: варианты схемы оптического барьера // Космические исследования, 2013, т. 51, №4, с.274–286].



## АНАЛИЗ ТРАЕКТОРИЙ СБЛИЖЕНИЯ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА С ЛУНОЙ МЕТОДАМИ ЗАДАЧИ ТРЕХ ТЕЛ

В.Н. Боровенко

Исследование траекторий полета к Луне всегда находилось в центре внимания К.Э. Циолковского, М.В. Келдыша, С. П. Королева и других видных ученых. Большое количество работ посвящено задаче анализа окололунных траекторий. Пионером этих исследований был В.А. Егоров. Он исходил из гипотезы сфер действия, предполагающей возможность разделить траекторию перелета к Луне на два участка: геоцентрический участок траектории, проходящий в околоземном пространстве, где пренебрегают силой притяжения Луны, и селеноцентрический участок траектории, на котором пренебрегают силой притяжения Земли. Стыковка этих участков производится на границе сферы действия Луны относительно Земли.

В предлагаемой работе проводится анализ окололунных траекторий, начинающихся в околоземном космическом пространстве, методами задачи трех тел, которая позволяет учесть гравитационное воздействие на космический аппарат (КА) как Земли, так и Луны на всей траектории перелета КА от Земли к Луне.

Начальное положение КА, стартующего с перигея траектории перелета, и Луны в геоцентрической системе координат характеризуется тремя параметрами  $V_0$ ,  $r_0$ ,  $\varphi_{0L}$ , где  $V_0$  – геоцентрическая начальная скорость КА,  $r_0$  – начальное геоцентрическое расстояние КА от центра Земли,  $\varphi_{0L}$  – начальное угловое положение Луны, двигающейся по круговой орбите радиуса 384400 км, отсчитываемое от направления на перигей орбиты перелета. Принимается, что КА находится на орбите, расположенной в плоскости орбиты Луны. Гравитационные поля Земли и Луны — центральные, ньютоновские.

Ставится задача анализа характера окололунных траекторий КА с целью минимизации затрат характеристической скорости на их формирование. Задача решается интегрированием уравнений движения КА в рамках ограниченной круговой задачи трех тел.

Начальные значения параметров  $V_0$  и  $\varphi_{0L}$  приближенно можно оценить по известным формулам небесной механики, исходя из условия, что встреча КА и Луны происходит в апогее геоцентрической орбиты, который находится в сфере действия Луны. Это делает задачу анализа траекторий сближения КА с Луной однопараметрической, зависящей только от начального значения  $r_0$  – геоцентрического расстояния КА от центра Земли.



В процессе анализа выявлены различные типы окололунных траекторий:

- траектории временного захвата КА Луной ( $r_0 > 60000$  км) ,
- траектории возврата КА к Земле с параметрами, обеспечивающими вход в атмосферу Земли и посадку КА в заданном районе ( $40000 \text{ км} > r_0 > 6570$  км),
- траектории ухода КА в околоземное и околосолнечное космическое пространство после облета Луны ( $60000 \text{ км} > r_0 > 40000$  км).

В докладе даны примеры указанных типов траекторий КА в селеноцентрических и геоцентрических системах координат. Приводятся оценки характеристической скорости формирования указанных траекторий с целью выбора энергетически выгодной из них.

## **АНАЛИЗ ТРЕХИМПУЛЬСНОГО ПЕРЕХОДА КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА НА ОРБИТУ ИСКУССТВЕННОГО СПУТНИКА ЛУНЫ**

Е.С. Гордиенко, В.В. Ивашкин

В работе делается сравнительный анализ одноимпульсного и трехимпульсного переходов космического аппарата (КА) на орбиту искусственного спутника Луны (ИСЛ). Целью исследования является выявление возможности уменьшения затрат характеристической скорости для осуществления этого перехода.

Анализ трехимпульсного перехода проведен в два этапа. На первом этапе для указанных двух схем перелета определяются необходимые энергетические затраты для перехода с подлетной гиперболической орбиты, соответствующей прямому перелету от Земли к Луне, на околокруговую неэкваториальную орбиту ИСЛ в импульсном приближении, в рамках модели центрального гравитационного поля Луны, в пределах сферы действия Луны. При этом рассмотрен перелет КА на орбиту спутника Луны радиусом  $r_0=6000$  км, наклонением  $i_0=60-90^\circ$ . Анализ показал, что использование трехимпульсной схемы перелета позволяет заметно уменьшить энергетические затраты для данного перехода. На втором этапе анализируются характеристики перехода на орбиту ИСЛ радиусом  $r_0$  и наклонением  $i_0$  при учете возмущений от гравитационных полей Земли и Солнца, от гармоник гравитационного поля Луны, а также от конечности тяги. В этом случае методика построения траектории перелета сводится к решению краевой задачи, причем импульсы, полученные на первом этапе, используются в качестве начального приближения на втором этапе, при учете возмущений.



Делаются выводы о преимуществах и недостатках каждого из данных вариантов перехода на орбиту искусственного спутника Луны. Выигрыш в затратах характеристической скорости в случае трехимпульсного перелета по сравнению с одноимпульсным составляет несколько десятков метров в секунду.

## **МНОГОЗЕРКАЛЬНЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ ТЕЛЕСКОП С НЕЗАПОЛНЕННОЙ АПЕРТУРОЙ**

А.В. Багров, В.А. Леонов

Конструируемые в настоящее время многозеркальные наземные телескопы состоят из нескольких зеркал равной кривизны поверхности, жестко соединенных между собой так, что они образуют общую собирающую поверхность, и светоприемника, установленного в фокальной поверхности составного зеркала. Поскольку все элементы составного зеркала находятся на одной сферической (или параболической) поверхности, все зеркала формируют общее изображение источника света на светоприемнике (например, на телевизионной матрице). При этом площадь сбора света равна сумме площадей всех элементов составного зеркала, а разрешающая способность телескопа определяется диаметром составного зеркала и длиной волны света, в которой работает телескоп.

Вариантом многозеркального телескопа является неполное заполнение зеркалами телескопа всей его апертуры. Площадь сбора света такого составного зеркала равна сумме площадей всех элементов составного зеркала, а разрешающая способность телескопа определяется внешним диаметром составного зеркала и длиной волны света, в которой работает телескоп.

Недостатком этих устройств является необходимость поддержания формы рабочей поверхности составного зеркала, элементы которого связаны механическими конструкциями. Конструктивные элементы меняют свои размеры под действием тепловых подвижек и формируют сложную систему собственных колебаний, возбуждаемых подвижками регулировочных узлов телескопа. Механическая ферма, соединяющая зеркальные элементы составного зеркала многозеркального телескопа диаметром 50 м, должна быть термостабилизирована с точностью не хуже  $0,03^{\circ}\text{C}$ .

Предлагается многозеркальный телескоп, состоящий из отдельных зеркальных элементов, снабженных системами внутренней метрологии и механизмами смещения, и светоприемника, который состоит



из системы отдельных спутников, механически не связанных между собой. Все элементы составного многозеркального телескопа размещены на наноспутниках малой массы. Измерение взаимного положения спутников проводится с точностью  $0,1 \lambda$ , управляемое смещение поверхности зеркала относительно центра масс спутника составляет единицы нанометра, а сам комплекс составного многозеркального телескопа размещается в точке либрации  $L_2$  системы Земля–Луна.

Каждый космический аппарат, несущий зеркальный элемент, ориентируется с помощью датчиков ориентации и двигателей коррекции так, чтобы создаваемое зеркалом изображение попадало на светоприемник. Зеркала с управляемой кривизной размещаются в пространстве так, чтобы достичь синфазности всех изображений. Для этого используются системы внутренней и внешней метрологии и многоуровневая система пространственной ориентации микроспутников, точность которой обеспечивается на уровне  $0,005 \lambda$  на время экспозиции.

Независимое управление отдельными зеркальными элементами составного зеркала позволяет гибко использовать ресурс телескопа, например, при наблюдениях ярких объектов использовать только часть зеркал, а остальные использовать для наблюдений других объектов (с другим светоприемником).

## **ПОДХОД К ОПЕРАТИВНОЙ ОЦЕНКЕ ОБОБЩЕННОЙ НАБЛЮДАЕМОСТИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ В ЗАДАЧАХ НАВИГАЦИОННО-БАЛЛИСТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ НА ОСНОВЕ ТЕОРИИ УЛЬТРАСИСТЕМ**

В.В. Бетанов, А.А. Недогарок

Наблюдаемость — свойство динамической системы, определяющее возможность восстановления её вектора состояния из выходных параметров. Определение вектора состояния (ОВС) космических аппаратов (КА) производится в технологическом цикле (ТЦ) навигационно-баллистического обеспечения (НБО). Он включает применение разнообразных математических методов, сопровождающихся аппаратными вычислительными особенностями, процессами человеко-машинного взаимодействия и другими процессами. Каждый отдельный фактор вносит искажение в исходную информацию об объекте наблюдения, что, в конечном итоге, может привести к невозможности оценки вектора состояния КА по располагаемым данным и потере корректности задачи ОВС.



В данных условиях традиционная калмановская формулировка наблюдаемости не учитывает многообразие искажающих факторов и их совместное влияние на наблюдаемость динамической системы, и её использование неэффективно в современных задачах НБО.

Для учёта совокупности возмущающих факторов ТЦ НБО формулировка задачи, средства и методы, а также системные свойства среды объединяются в понятие объект-системы (ОС) «задача НБО – инструмент решения НБО». Для данной ОС оценивается т.н. обобщённая наблюдаемость.

В работе предлагается подход к формализации и оценке обобщённой наблюдаемости ОС на основе теории ультрасистем А.В. Чечкина. Рассмотрены примеры оценки обобщённой наблюдаемости вектора состояния КА с учётом линеаризации модели движения и модели наблюдателя, ограниченности выборки измерений и накопления погрешностей вычисления с плавающей точкой по стандарту IEEE-754. Составлен ультраоператор для оценки обобщённой наблюдаемости.

Введение понятия объект-системы и использование теории ультрасистем при формализации и оценке обобщённой наблюдаемости позволяет:

- выработать теоретические подходы для автоматизации и повышения оперативности решения задач НБО в современных условиях высокой нагрузки измерительных, вычислительных средств НБО и средств связи;
- оптимальным образом составлять план измерений текущих навигационных параметров КА;
- прогнозировать наблюдаемость решаемой НБО-задачи и качество получаемого решения уже на ранних этапах технологического цикла.

## **ИДЕНТИФИКАЦИЯ КОСМИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ ПО ДАННЫМ ОПТИЧЕСКИХ ИЗМЕРЕНИЙ**

И.И. Олейников, А.Ю. Кустодов

В настоящее время в отечественной космонавтике все чаще применяются оптические средства для контроля космического пространства. Задача определения параметров орбиты по данным оптических измерений является одной из классических задач небесной механики, которая успешно решалась для малых планет или комет. Однако в отличие от задачи вычисления орбиты малой планеты, когда интер-



валы времени между измерениями могут быть достаточно большими, что значительно упрощает решение задачи, при контроле космического пространства мы имеем дело с кратковременными наборами измерений порядка нескольких минут в виде трека космического объекта. Помимо сложности с определением орбиты за короткий интервал времени перед баллистиками ставится задача идентификации трека и привязки его либо к одному из известных объектов, либо к обнаруженному в результате решения новому объекту.

В докладе рассматриваются два метода идентификации треков: первый, связанный с перебором всех известных объектов и проверкой на соответствие траекторий их полета с набором измерений, а второй — с получением орбиты космического объекта по трем угловым измерениям с использованием метода Гаусса.

При расчетах предварительно вычислялись угловые параметры движения космических объектов, что позволяло классифицировать объекты по типу орбит, тем самым уменьшив количество вариантов для идентификации.

После решения задачи определения орбиты была проведена проверка полученных результатов с данными, полученными в ходе прогноза орбиты известного космического объекта.

## **ПРОГРАММНО-АЛГОРИТМИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС ИМИТАЦИОННОГО МОДЕЛИРОВАНИЯ УСЛОВИЙ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ НАВИГАЦИОННЫХ СПУТНИКОВЫХ СИСТЕМ**

А.Г. Топорков

Одной из наиболее актуальных тенденций совершенствования единой системы координатно-временного и навигационного обеспечения (ЕС КВНО) является повышение требований к точности позиционирования центра масс движущегося объекта, в частности космического аппарата целевого назначения.

Системообразующим элементом современных систем КВНО являются глобальные навигационные спутниковые системы (ГНСС). Обеспечение требований определения местоположения движущегося объекта на уровне сантиметровых точностей возможно лишь при прецизионном построении небесной системы координат, учёте глобальных и локальных движений точек земной коры, точном знании параметров вращения Земли, наличии высокоточной эталонной базы единого времени и др. Всё это в свою очередь, возможно лишь при



достаточно точном знании фундаментальных постоянных КВО, которые на практике продолжают характеризоваться уровнем неопределённости, влияющем на выбор рациональных требований к баллистико-навигационному обеспечению (БНО) синтеза перспективных группировок НСС.

Учёт влияния указанных неопределённостей и, как следствие, создание методов и алгоритмов оценки чувствительности параметров и структуры БНО к ним, возможно лишь на основе средств имитационного моделирования.

Создание таких средств должно быть ориентировано, в первую очередь, на проектную баллистику и разработку средств БНО проектного этапа, что позволит совершенствовать отработку уже существующих, а также создание перспективных спутниковых систем широкого назначения, в частности навигационных.

В докладе рассматривается иерархическая структура, состав программно-алгоритмического комплекса и возможность применения наиболее предпочтительных языков имитационного моделирования для его построения.

## **АНАЛИЗ ТОЧНОСТЕЙ НАВИГАЦИИ ПРИ ПОЛЁТЕ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА К АСТЕРОИДУ АПОФИС**

П. Гюо

Космические полеты к астероидам актуальны в настоящее время. В докладе исследуются навигационные характеристики полета космического аппарата (КА) к астероиду Апофис. Этот астероид имеет тесные сближения с Землей, поэтому его изучение актуально.

Исследуется траектория полета к астероиду на основе обычных двигателей большой тяги. Принято, что КА отлетает от Земли 20.01.2021 г. и подлетает к Апофису 23.05.2021 г. Предполагается, что с момента выведения КА на траекторию полёта к Апофису определение орбиты происходит по данным наземных измерительных комплексов в Байконуре, Медвежьих Озёрах и Уссурийске при наличии видимости. Выполняются измерения радиальной скорости и наклонной дальности. Для анализа точности навигации моделируется полет КА и работа наземных измерительных пунктов. При этом предполагается, что среднеквадратичные ошибки измерений составляют до 50 м по наклонной дальности и до 5 мм/с по радиальной скорости. Рассмотрены случаи случайных и систематических ошибок измерений. Обработка измерений производится методом наименьших квадратов.



Оценка ошибок навигации производится двумя способами — аналитически, вычислением ковариационной матрицы отклонений оцениваемых параметров, и методом Монте-Карло. Оба метода дали близкие результаты.

Анализ навигации выполнен для трех участков полета: а) до момента первой коррекции, б) от первой до второй коррекции, в) после второй коррекции. На втором и третьем участках учитывалась априорная информация о координатах точки коррекции. Получено, что для достаточно точного сближения КА с астероидом требуется привлечение автономных навигационных измерений.

В заключительной части доклада сделан краткий обзор полета КА New Horizons (США), который в июле 2015 г. близко подлетает к Плутону, наблюдая его, а затем, возможно, исследует некоторые объекты пояса Койпера.

## **РУЛОННАЯ СИСТЕМА РЕГИСТРАЦИИ МИКРОМЕТЕОРИТОВ**

В.А. Леонов, А.В. Багров

В октябре 2014 г. специалистами NASA было обнаружено крупное отверстие в радиаторе Международной космической станции (МКС), пробитое, предположительно, микрометеоритом. Согласно отчету Космического центра им. Джонсона, отверстие в одном из радиаторов фермы имело размеры 10×13 см. Данный инцидент уже не первый, произошедший в результате столкновения метеороида с КА, что характеризует частицы метеороидных потоков и элементы космического мусора как представляющие серьезную опасность для функционирования КА.

Для исследования потоков таких частиц применяются ТВ-камеры наземного базирования, регистрирующие факты их сгорания в атмосфере Земли. Однако эти исследования не позволяют получать прямые данные о массах частиц. Регистрация и исследование непосредственно самих частиц возможны только за пределами земной атмосферы — на КА или на датчиках, расположенных на поверхности Луны или других планет, не имеющих плотной атмосферы.

Проводимые ранее исследования метеородного вещества в космосе сводились к изучению эрозионных микрократеров на элементах КА, анализу данных конденсаторных и пьезоэлектрических датчиков, а также «захвату» частиц специальным гелем. Все они не позволяли получать орбитальные характеристики метеороидов.



Мы предлагаем иной способ регистрации микрометеороидов, который позволит не только улавливать частицы, но и регистрировать направление и время их прилета, т.е. получать параметры их орбит.

Устройство представляет собой несколько слоев полимерной пленки разной толщины, каждый слой которой растянут над рамкой. Рамки находятся друг над другом, по краям каждой расположены цилиндры для односторонней перемотки пленки. Разная толщина пленки в каждой рамке обеспечивает поэтапное торможение частиц, пробивающих насквозь эти слои. Нижний слой — полимер с очень вязкими характеристиками, не позволяющий затормозившейся при пробое предыдущих слоев частице двигаться дальше, что обеспечит в дальнейшем ее исследование, а синхронное смещение слоев позволит восстановить траекторию частицы и провести привязку ко времени. Для более точной привязки ко времени в пленку интегрируется пьезодатчик соударений.

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ХАРАКТЕРИСТИК СБЛИЖЕНИЯ РАКЕТЫ-НОСИТЕЛЯ С НАБЛЮДАЕМЫМ КОСМИЧЕСКИМ МУСОРОМ НА ЭКВАТОРИАЛЬНЫХ И СОЛНЕЧНО-СИНХРОННЫХ ОРБИТАХ**

А.В. Голубек

Современное состояние космической обстановки уже достигло небезопасного уровня для полётов как летательных аппаратов в целом, так и ракет-носителей (РН), в частности.

Согласно некоторым исследованиям, плотность космического мусора на околоземных орбитах ежегодно увеличивается на четыре-пять процентов, осложняя и так сложившуюся непростую ситуацию. В условиях такого сценария развития космической обстановки приобретают актуальность вопросы повышения безопасности полёта РН с использованием различных систем защиты.

Исходными данными для определения облика и основных характеристик подобных средств являются статистические данные по относительным расстояниям и скоростям сближений, а также углов встречи РН с космическим мусором.

В докладе приведен сравнительный анализ результатов математического моделирования воздействия наблюдаемого космического мусора на РН в процессе выполнения её миссии выведения на экваториальные и солнечно-синхронные орбиты высотой до 2000 км. Получены распределения относительного расстояния, относительной ско-



рости и угла встречи РН с космическими объектами, приведена оценка средней концентрации опасных космических объектов в районе траектории РН.

Показано, что большинство сближений происходит на скоростях более 9 км/с с углами встречи более 80 град. При этом наибольшую опасность представляют космические объекты, движущиеся преимущественно на орбитах со средней высотой 800–1000 км и наклоном 90–110 град. Определена зависимость концентрации опасных космических объектов от общего распределения космического мусора.

Полученные результаты подтвердили возможность сближения РН с космическим мусором в запуске на относительное расстояние менее 100 м. Соответствующая данному событию вероятность уже достигает достаточно высокой величины в  $10^{-6}$ , что говорит о необходимости разработки и внедрения средств защиты РН от воздействия космического мусора.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ МИНИМАЛЬНОЙ ПОТРЕБНОЙ ВЕЛИЧИНЫ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ МОЩНОСТИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА С ЭЛЕКТРОРАКЕТНОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКОЙ В РАМКАХ РЕШЕНИЯ ЗАДАЧИ БАЛЛИСТИЧЕСКОГО ПРОЕКТИРОВАНИЯ**

И.А. Николичев

Рассматривается задача оценки ряда оптимальных энергетических параметров космического аппарата (КА) с электроракетной двигательной установкой (ЭРДУ) при выведении с промежуточной эллиптической орбиты на геостационарную. Известно, что тяга, удельный импульс и величина подводимой электрической мощности для ЭРДУ на базе стационарного плазменного двигателя, связаны соотношением вида (1):

$$P = \frac{2 \cdot \eta_1 \cdot \eta_2 \cdot N_e}{I_{\text{уд}} \cdot g_0}; \quad (1)$$

В наиболее общем случае электрическая мощность, подводимая к двигателю для КА с энергоустановкой на базе солнечных батарей (СБ), зависит от его текущего положения на орбите, ориентации аппарата, нахождения в тени, факторов деградации панелей СБ и т.д.

В данной работе рассматривается следующая оптимизационная проблема: определение минимального значения подводимой электрической мощности, потребного для осуществления перелета за фиксиро-



рованное время в рамках задачи баллистического проектирования траектории КА. При этом учитываются ограничения на управление, связанные с ориентацией панелей СБ и потребности в выключении двигателя КА при прохождении в тени Земли. Также предполагается, что отношение конечной массы аппарата к начальной, при достижении терминальной орбиты (ГСО), должно быть не менее заранее определенного значения.

Начальная орбита КА характеризуется тремя параметрами — расстоянием в перигеуме, расстоянием в апогеуме и наклоном, ее линия апсид принадлежит плоскости экватора. Долгота восходящего узла орбиты старта не фиксирована, и без потери общности для рассматриваемой задачи может считаться нулевой. Время перелета на терминальную орбиту и значение удельного импульса ЭРДУ также являются варьируемыми параметрами рассматриваемой оптимизационной проблемы.

При описании движения КА учитываются возмущения от нецентральности поля тяготения Земли, лунно-солнечные возмущения.

Рассматриваемая оптимизационная проблема представляет собой задачу оптимального управления. Для ее решения используется принцип максимума Понтрягина. Применение принципа максимума подразумевает необходимость решения краевой задачи; в данной работе краевая задача решается методом продолжения по параметру.

Как уже обозначено выше, основными параметрами в рассматриваемой оптимизационной проблеме являются: расстояния в перигеуме и апогеуме начальной орбиты, ее наклонение, а также величина удельного импульса ЭРДУ и продолжительность перелета КА.

Анализ минимального потребного значения подводимой электрической мощности для реализации межорбитального перелета КА проводится в пространстве этих пяти параметров, путем их варьирования. В результате получены зависимости минимальной потребной электрической мощности от вышеназванных параметров.

## **ВЫЧИСЛЕНИЕ СПЕКТРА МАЛЫХ КОЛЕБАНИЙ ТРОСА КОСМИЧЕСКОГО ЛИФТА**

А.Б. Нуралиева, Ю.А. Садов

Космический лифт (КЛ) — гипотетическая конструкция для безракетного запуска грузов в космос. Основным элементом КЛ — трос, протянутый с поверхности Земли за геостационарную орбиту. Динамика такого протяженного элемента важна для обеспечения жизнеспо-



собности КЛ. Для изучения динамики используется непрерывная модель гибкого, весомого, нерастяжимого троса переменного сечения в гравитационно-центробежном поле. Движения получаются численным моделированием. Приведены примеры движений.

Также важны малые колебания. Уравнения движения линеаризованы около вертикального положения равновесия. Поиск собственных мод приводит к неклассической задаче Штурма-Лиувилля, с параметром в краевом условии. Чисто аналитически эта задача не решается. Алгоритм численного решения с использованием преобразования Прюфера предложил Г.В. Калачев.

Предложен метод поиска собственных мод с помощью усреднения. Решение раскладывается на монотонную и ограниченную немонотонную части. Для монотонной части получена аналитическая формула, а ограниченная часть, которую нужно находить только на асимптотически малом участке троса, вычисляется численно. Этот подход применим только для троса без дополнительной нагрузки (ненагруженного). Но для нагруженного троса получен механизм сведения решения к случаю ненагруженного. Для случая больших частот получен метод сведения уравнения, используемого для поиска собственных частот, к форме Крылова-Боголюбова, что значительно упрощает численное решение.

Приведены примеры колебаний.

*Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант №14-01-00838.*

## **ОЦЕНКА УСЛОВИЙ ОСВЕЩЕННОСТИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА СОЛНЦЕМ В ПРОЦЕССЕ ЕГО ВЫВЕДЕНИЯ НА ГЕОСТАЦИОНАРНУЮ ОРБИТУ**

**В.П. Казаковцев, В.В. Корянов, П.В. Просунцов, А.Г. Топорков**

В процессе выведения космического аппарата (КА) на геостационарную орбиту (ГСО) возникают проблемы сохранения формы антенны, обусловленные условиями освещенности поверхности КА Солнцем и наличием захода аппарата в тень Земли.

Настоящая работа посвящена вопросу определения условий освещенности поверхности КА и оценке времени возможного нахождения аппарата в тени от Земли при его переходе с орбиты ожидания на ГСО. Радиус круговой орбиты ожидания, наклонение плоскости орбиты и долгота восходящего узла считаются заданными. Рассматриваются различные начальные положения Солнца в момент старта КА с орбиты ожидания.



В работе использована математическая модель движения КА в проекциях на оси инерциальной системы координат, дан алгоритм преобразования координат КА в эклиптическую систему координат, представлены формулы для определения угла между направлением солнечных лучей и продольной осью аппарата, а также сформулированы условия попадания КА в тень от Земли. Расчеты параметров движения КА от орбиты ожидания до ГСО проводились для случая использования двухимпульсного перелета.

Анализ результатов расчетов показал, что при фиксированных величинах параметров орбиты ожидания, условия освещенности поверхности КА при его движении по переходной эллиптической орбите во многом определяются начальным положением Солнца в момент старта с орбиты ожидания. Время нахождения КА в тени от Земли в основном определяется величиной нормальной составляющей скорости. При использовании двухимпульсного перелета по вытянутой эллиптической орбите величина нормальной составляющей скорости значительно уменьшается при подходе КА к ГСО. Поэтому максимальное время нахождения КА в тени от Земли определяется на момент подхода КА к ГСО. При соответствующем выборе момента старта КА с орбиты ожидания и положения Солнца можно избежать попадания аппарата в тень от Земли на конечном участке переходной орбиты.

Условия освещенности поверхности КА Солнцем во многом определяются углом между направлением солнечных лучей и положением продольной оси КА. В работе рассматривался вариант, когда продольная ось КА все время направлена к центру Земли. Время перехода КА на ГСО при двухимпульсном перелете равно приблизительно 5,33 часа. Положение Солнца в инерциальной системе координат за время перехода КА на ГСО изменится незначительно. Поэтому графики изменения величины угла между направлением солнечных лучей и продольной осью КА практически определяются начальным положением Солнца.

Предложенная методика расчета условий освещенности поверхности КА Солнцем и времени возможного нахождения аппарата в тени от Земли может быть использована для различных вариантов перехода на ГСО.



## **ДИНАМИКА УГЛОВОГО ДВИЖЕНИЯ СПУСКАЕМОГО АППАРАТА НА КОНЕЧНОМ УЧАСТКЕ ТРАЕКТОРИИ С УЧЕТОМ ВЛИЯНИЯ ВЕТРА**

В.В. Корянов, А.Г. Топорков

В данной работе проводится анализ влияния ветра на динамику углового движения спускаемого аппарата (СА) с дополнительным надувным тормозным устройством (ДНТУ) на конечном участке траектории.

На конечном участке траектории СА движется практически вертикально к поверхности планеты. При этом пространственный угол атаки имеет величину около двух градусов.

В работе рассматривается дополнительное влияние горизонтального ветра на динамику углового движения СА. Для примера рассматривается продольный горизонтальный ветер со скоростью 6 м/с, действующий на последних пятистах метрах до посадки на поверхность планеты.

Для анализа картины движения сначала проводится анализ углового движения продольной оси СА относительно вектора скорости при отсутствии дополнительных асимметрий, а затем рассматривается динамика углового движения СА при тех же условиях, но при наличии дополнительных асимметрий внешней формы. Далее рассматривается динамика углового движения СА при тех же условиях, но при наличии меньших величин асимметрий, обусловленных деформацией внешней формы.

В заключение работы выполнен анализ полученных данных. На основании проведенного анализа формируется вывод о влиянии ветра на угловое движение спускаемого аппарата на конечном участке траектории.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ ДВИЖЕНИЯ МАЛОГО НИЗКООРБИТАЛЬНОГО БЫСТРОВРАЩАЮЩЕГОСЯ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА С НАДУВНОЙ КРУПНОГАБАРИТНОЙ КОНСТРУКЦИЕЙ**

А.Ю. Шаенко, А.А. Недогарок, Р.Э. Аюпов, И.М. Просвирина

Особенностью низкоорбитальных (высота орбиты до 2000 км) космических аппаратов (КА) является многообразие факторов, оказывающих влияние на динамику их полёта.



Целью данной работы является моделирование движения малого КА «Маяк» после отделения от носителя. Аппарат в транспортном положении представляет собой параллелепипед с размерами 340,5 мм х 100 мм х 100 мм. В развернутом положении он раскрывает пневматическую конструкцию в виде равностороннего тетраэдра с размером ребра 3 м, которая служит отражателем оптического солнечного излучения для наблюдения с поверхности Земли. Для увеличения зоны земной поверхности, ометаемой отражёнными лучами, и создания наилучших условий наблюдения, КА закручен вдоль особым образом выбранной оси. Таким образом, особенностями спутника «Маяк» являются высокий баллистический коэффициент и наличие интенсивного углового движения вокруг центра масс.

Создана стохастическая математическая модель движения низкоорбитального КА, учитывающая влияние атмосферы, давления солнечного излучения, несферичности гравитационного поля Земли и других факторов. Разработан автоматизированный комплекс навигационно-баллистического обеспечения, с помощью которого получено множество (трубка) прогнозируемых траекторий КА «Маяк», произведён анализ эволюции орбиты и оценка времени баллистического существования. Решены задачи вторичной баллистики: оценка оптической наблюдаемости КА из точек с заданными координатами с учётом светотеневой обстановки КА и наблюдателя, расчёт видимой звёздной величины КА.

Производится сравнение полученных параметров движения КА с аналогичными результатами, полученными на программном обеспечении сторонних производителей.

На основе разработанного математического и программного обеспечения предполагается создание универсального модуля расчёта движения низкоорбитального ИСЗ и оценки их вторичных баллистических параметров.

## **ДИНАМИКА КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА С НЕЛИНЕЙНЫМИ СВОЙСТВАМИ УЗЛОВ РАСКРЫТИЯ КОНСТРУКЦИИ**

И.Д. Якимов

Описывается методика и приводятся примеры совместного использования метода конечных элементов в программном пакете «Abaqus» и бесконтактного метода экспериментального моделирования для создания и верификации модели упругой космической кон-



струкции и проведения последующего спектрального анализа её диссипативных характеристик.

Нынешние требования к качеству получаемой информации с приборов наблюдения, размещаемых на современных крупногабаритных космических аппаратах (КА), выдвигают новые задачи в обеспечении высокой точности стабилизации осей чувствительности приборов наблюдения в условиях существенно нежестких конструкций. Возможным путём решения задачи точности является включение в контур стабилизации информации о текущих параметрах упругих колебаний конструкции.

Одной из основных современных методологий определения параметров упругих колебаний конструкции является математическое моделирование и вычислительный эксперимент. При исследовании динамических свойств упругой конструкции обычно применяется модальный анализ или его модификации. Конструкция представляется конечно-элементной моделью, позволяющей определить формы и частоты её упругих колебаний.

Однако динамические свойства конструкций КА в значительной мере определяются жесткостными и диссипативными характеристиками различных узлов соединений элементов КА, включая механизмы их раскрытия и поворота. Как правило, поведение таких узлов является нелинейным и плохо поддается теоретическому анализу, а выявить характер нелинейностей возможно только экспериментальным путем.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕХАНИЧЕСКОГО АНАЛОГА ЖИДКОСТИ В ВИДЕ ВКЛАДЫШЕЙ ДЛЯ ОПИСАНИЯ ДВИЖЕНИЯ РАЗГОННОГО БЛОКА В РЕЖИМАХ ЗАКРУТКИ И СТАЦИОНАРНОГО ВРАЩЕНИЯ**

С.С. Гудков, Г.Г. Ефименко

На пассивных участках полета разгонного блока с целью обеспечения теплового режима полезной нагрузки (космического аппарата) осуществляется его закрутка относительно продольной оси до определенной угловой скорости с последующим торможением перед включением маршевого двигателя. Как показали летные испытания, наличие жидкого топлива оказывает существенное влияние на динамические характеристики разгонных блоков.

Для учета влияния подвижности жидкости в топливных баках на движение разгонного блока в режиме вращения в Центральном научно-исследовательском институте машиностроения разработана



математическая модель, в которой жидкость заменяется механическим аналогом в виде твердых осесимметричных вкладышей. Предполагается, что вкладыши способны вращаться, взаимодействуя друг с другом и со стенками бака через вязкое трение.

Для верификации математической модели и определения параметров вкладышей были проведены гидродинамические испытания с масштабными моделями топливных баков разгонного блока. Специально изготовленный экспериментальный стенд позволяет воспроизводить угловые колебания подвижной части установки с моделью бака относительно продольной оси. В процессе испытаний фиксировались кинематические параметры движения и действующий на бак момент сил трения. Результаты проведенного эксперимента сравнивались с результатами математического моделирования движения подвижной части установки с моделью бака и механическим аналогом жидкости в виде вкладышей.

Согласование результатов математического и физического моделирования производилось программным способом на ЭВМ. При соответствующем выборе параметров механического аналога жидкости математическое моделирование позволяет с достаточно высокой точностью воспроизвести результаты испытаний, что показывает обоснованность использования предлагаемой модели жидкости.

Значения параметров механического аналога жидкого топлива для натурных баков рассчитываются по формулам, полученным исходя из теории подобия и размерности с использованием экспериментально обоснованных параметров вкладышей для моделей топливных баков.

Уравнения движения разгонного блока, составленные с учетом предложенного механического аналога жидкого топлива, используются для исследования влияния подвижности жидкости и отработки алгоритмов управления в режимах закрутки и стационарного вращения.

## **СОБСТВЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ ЖИДКОГО ТОПЛИВА НЕПОСТОЯННОГО ОБЪЕМА В СФЕРИЧЕСКОЙ ЕМКОСТИ**

Нгуен Зуй Хунг, А.Н. Темнов

Баки современных космических аппаратов содержат различные внутрибаковые устройства, например, шар-баллоны, содержащие газ наддува, различные демпфирующие устройства и др. Они оказывают влияние на волновое движение жидкости в баке.



В предлагаемом докладе представлено решение задач о собственных колебаниях жидкости в сферических ёмкостях, с граничными условиями на свободной поверхности, условиями непротекания на смачиваемых поверхностях и дополнительными динамическими условиями на поверхности с сопротивлением – поверхности слива.

В докладе рассмотрена также вариационная формулировка вспомогательных краевых задач. При решении вариационных задач использовались в качестве координатных функций присоединенные функции Лежандра.

Результаты численных расчетов показывают, что спектр нормальных движений несжимаемой жидкости обладает двумя ветвями собственных значений: дискретным множеством вещественных чисел и дискретным множеством комплексно-сопряженных чисел, расположенных вблизи мнимой оси. Случаю отрицательных вещественных корней отвечает аперiodическая устойчивость собственных колебаний. Случаю отрицательных вещественных составляющих решений соответствуют затухающие колебания.

Далее рассмотрены различные неклассические задачи о колебаниях жидкости в сферических ёмкостях. В первой задаче дно бака выполнено в виде части сферы, во второй задаче жидкость находится в области между двумя сферами, а в третьей задаче жидкость находится в сфере, содержащей внутренние неподвижные шар-баллоны.

При решении задач использовался метод конечных элементов. Для численной реализации принимались конечные элементы в виде треугольников с 10 степенями свободы. В работе также проводилось решение задач, получаемым методом Трефца с помощью вариационной формулировки.

Достоверность полученных численных результатов подтверждается приближением по сравнению с результатами вычисления частот, получаемых из решений задач о собственных колебаниях жидкости в сферической ёмкости с постоянной глубиной жидкости.

Актуальность работы обусловлена оценкой влияния внутрибаковых устройств (измерительных, заборных, демпфирующих устройств) на колебания жидкого топлива. Особое внимание уделено нахождению собственных значений и частот уравнений колебаний возмущенного движения жидкости с наличием диссипации на граничных поверхностях.



#### **Секция 4. «К.Э. ЦИОЛКОВСКИЙ И ПРОБЛЕМЫ КОСМИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ И БИОЛОГИИ»**

##### **СЕКЦИЯ КОСМИЧЕСКОЙ БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЫ (К 50-М НАУЧНЫМ ЧТЕНИЯМ ПАМЯТИ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО)**

Н.А. Кудряшова

В юбилейных 50-х Научных чтениях, посвященных разработке творческого наследия К.Э. Циолковского, достойное место занимает работа секции «Проблемы космической медицины и биологии».

В историческом аспекте следует отметить, что в Первых чтениях К.Э. Циолковского (1966 г.) принимал активное участие выдающийся отечественный физиолог, один из пионеров научной разработки проблемы космической биологии и медицины в нашей стране, академик В.В. Парин, который сформулировал необходимость создания специальной секции, посвященной обсуждению актуальных проблем авиакосмической медицины и биологии.

Председателем этой секции на III Чтениях стал профессор И.М. Хазен. В дальнейшем работой этой секции последовательно в разные годы руководили такие видные деятели отечественной космической биологии и медицины, как Ф.М. Космолинский, Е.И. Кузнец, А.А. Гюрджян и В.Б. Малкин.

Доктор медицинских наук, профессор, участник Великой Отечественной войны, полковник медицинской службы, И.М. Хазен руководил секцией с 1968 по 1981 гг. Его научный путь в авиационной медицине был начат еще в 1937 г., когда он, являясь видным специалистом в области высотной физиологии и физиологии ускорений, внес существенный вклад в изучении этих проблем. С 1955 по 1961 гг. И.М. Хазен заведовал кафедрой авиационной медицины Центрального института усовершенствования врачей (ЦИУВ). Он активно участвовал в отборе и подготовке первых отечественных космонавтов. На Первых Чтениях выступил с обстоятельным докладом на тему «Проблемы гомеостаза в космической медицине». В 1967 г., на Вторых Чтениях, свое выступление он посвятил актуальным проблемам разработки систем жизнеобеспечения и физиолого-гигиеническим основам питания космонавтов.

С 1972 по 1996 гг. секцию возглавлял кандидат медицинских наук, участник Великой Отечественной войны, полковник медицин-



ской службы Ф.П. Космолинский, известный исследователь проблем психофизиологии труда летчиков и космонавтов, утомления летчиков, влияния стресс-факторов на функциональное состояние человека. Являясь одним из основателей Российской Академии космонавтики им. К.Э. Циолковского и ее вице-президентом, Ф.П. Космолинский внес большой вклад в становление и развитие отечественных медико-биологических аспектов космической биологии и медицины.

С 1978 по 1997 гг. в состав руководства секции входил Е.И. Кузнец, доктор медицинских наук, профессор, участник Великой Отечественной войны, полковник медицинской службы, действительный член Российской Академии космонавтики им. К.Э. Циолковского. Он внес достойный вклад в области разработки индивидуальных средств защиты, особенностей терморегуляции и теплообмена у человека, работающего в космическом скафандре во время космического полета.

С 1995 по 1997 гг. одним из руководителей секции являлся А.А. Гюрджиан, кандидат медицинских наук, полковник медицинской службы, член Международной академии астронавтики. Он принимал участие в подготовке и проведении первых биологических экспериментов на кораблях-спутниках, в изучении физиологических механизмов пространственной ориентировки летчиков и космонавтов в полете. Он активно занимался историографией космической биологии и медицины и являлся одним из составителей двух выпусков англо-русских словарей по авиакосмической медицине.

В 1978–2002 гг. секцию возглавлял доктор медицинских наук, профессор, действительный член Российской Академии космонавтики им. К.Э. Циолковского В.Б. Малкин, известный своими исследованиями в области гипоксии и экспресс-адаптации к высотному фактору. Он был одним из пионеров внедрения метода электроэнцефалографии при отборе курсантов в летные училища, исследований процесса акклиматизации человека к пониженному барометрическому давлению.

В разные годы в работе секции принимал активное участие академик О.Г. Газенко, выдающийся отечественный ученый, почетный член ряда зарубежных академий, пионер исследований в области отечественной космической биологии и медицины, заложивший теоретический и практический фундамент в осуществление первых космических полетов биологических объектов на космических кораблях-спутниках и первого в мире исторического полета Ю.А. Гагарина. Он запомнился слушателям чтений как прекрасный оратор, пропагандист отечественных достижений в области космической биологии и медицины.



Последнее десятилетие секцию возглавляют доктор медицинских наук, профессор Э.И. Мацнев и доктор медицинских наук, профессор В.К. Ильин, представляющие Государственный научный центр Российской Федерации – Институт медико-биологических проблем РАН. Они достойно продолжают дело пропаганды достижений отечественной биологии и медицины, заложенной их предшественниками, выдающимися деятелями отечественной науки.

На пленарных заседаниях Чтений неоднократно выступали с докладами по актуальным проблемам космической биологии и медицины, по вопросам медицинского обеспечения пилотируемых космических полетов такие известные космонавты-медики, как дважды герой России летчик-космонавт В.В. Поляков, совершивший рекордный по длительности полет в космос и внесший весомый вклад в проблему обеспечения безопасности продолжительных пилотируемых космических полетов.

### **Б.В. МОРУКОВ — КОСМОНАВТ, УЧЕНЫЙ, ЭКСПЕРИМЕНТАТОР**

М.С. Белаковский, Г.Ю. Васильева, И.П. Пономарёва

В этом году исполнилось бы 65 лет лётчику-космонавту Борису Владимировичу Морукову — члену-корреспонденту РАН, доктору медицинских наук, профессору.

Вся жизнь Бориса Владимировича была связана с Институтом медико-биологических проблем (ИМБП), где он работал с 1973 по 2014 г. и прошел путь от лаборанта до заместителя директора.

Способности Б.В. Морукова к экспериментальной работе были отмечены преподавателями ещё во время его учебы на лечебном факультете 2-го Московского ордена Ленина Государственного медицинского института имени Н.И. Пирогова (2 МОЛГМИ), где Борис Владимирович определился с выбором основного направления своей жизни. Уже в первые годы работы в ИМБП, занимаясь исследованием минерального обмена, Борис Владимирович проявил себя как вдумчивый учёный, модернизировав комплекс методов исследования функционального состояния почек применительно к задачам космической медицины.

Работая над кандидатской диссертацией на тему «Роль почек в регуляции обмена кальция при воздействии факторов космического полёта и в наземных модельных экспериментах», которую он успешно защитил в 1979 г., Б.В. Моруков участвовал в наземных модельных



экспериментах по изучению влияния факторов космического полета (КП) на организм человека не только как исследователь, но и в качестве добровольца-испытателя. Тем самым он опытным путем изучал воздействие различных экспериментальных моделей: 7-суточное пребывание в гермокамере с температурой окружающей среды 35°C при 100% влажности с набором концентрации CO<sub>2</sub> до 5%; 7-суточная (сухая) иммерсия с биопсией мышечной ткани, исследование вегетативной устойчивости и переносимости перегрузок при испытаниях на стенде «ВЕГА» и «ЮПИТЕР», отработка режимов воздействия перегрузок на центрифуге короткого радиуса в комбинации с физическими нагрузками, эксперименты с антиортостатическим положением тела до -15°.

В последующие годы, являясь ответственным исполнителем и научным руководителем ряда комплексных научных тем, Б.В. Моруков впервые в мире провел серию исследований в условиях антиортостатической гипокинезии длительностью до 370 суток с участием мужчин-добровольцев и 120 суток с участием женщин-добровольцев. В ходе этих экспериментов были получены уникальные данные клинических наблюдений, результаты физиологических, биохимических и морфологических исследований, а также усовершенствован комплекс профилактических мероприятий, направленных на предотвращение последствий неблагоприятного действия невесомости на организм человека и предназначенных для использования как в длительных КП, так и в клинической практике.

Б.В. Моруков руководил работами по оперативному медицинскому контролю (исследованию обмена веществ, иммунитета, гемостаза и красной крови) на этапе подготовки космонавтов к КП, во время нахождения на борту космического аппарата и в период послеполётной реабилитации. Моруков являлся ведущим специалистом в совместных российско-американских медико-биологических исследованиях во время полетов по программе «МИП-Shuttle» и «МИП-NASA», а также являлся научным руководителем ряда экспериментов, проводимых совместно со специалистами Европейского космического агентства и Германского центра авиации и космонавтики.

В последние годы своей жизни Б.В. Моруков был назначен директором проекта «Марс 500» и возглавил исследования по моделированию сверхдальних межпланетных КП. Мультидисциплинарный проект, получивший всемирное признание и высокую оценку специалистов в области космических исследований, объединил ученых из 15 стран мира и был призван дать ответы на актуальные вопросы космической медицины и биологии во многих областях знаний.



Жизнь Б.В. Морукова — это пример настоящего врача-исследователя и выдающегося учёного-экспериментатора, осуществившего уникальные модельные эксперименты по изучению физиологических механизмов адаптации человека к неблагоприятным условиям КП, результаты которых внесли значительный вклад в развитие мировой космической медицины.

## **СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ ОТОРИНОЛАРИНГОЛОГИИ В КОСМИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЕ**

Э.И. Мацнев, Е.Э. Сигалева, Л.Г. Ефимова, Б.С. Зайченко

Опыт отечественной пилотируемой космонавтики свидетельствует о важности участия специалистов-врачей различного профиля в медицинском отборе, подготовке и обеспечении безопасности этих полетов. Воздействие на организм космонавта динамических факторов космического полета, связанных с перегрузками на этапе выведения космического корабля в космическое пространство и возвращением на Землю, влиянием невесомости, других факторов полета (шум, вибрация, дыхание регенерированным воздухом), предъявляют особые требования к состоянию ЛОР-органов космонавтов. Анатомо-физиологические особенности строения ЛОР-органов человека (наличие воздухоносных полостей среднего уха и придаточных пазух носа, чувствительных к перепадам барометрического давления воздуха, вестибулярного аппарата, обладающего специфической избирательной чувствительностью к воздействию невесомости), диктуют необходимость активного участия ЛОР-специалистов на всех этапах отбора, подготовки и тренировки космонавтов к полету, проведения соответствующих лечебно-профилактических и saniрующих мероприятий.

С учетом предшествующего опыта врачебно-лётной экспертизы ЛОР-органов были разработаны специальные медицинские требования к состоянию ЛОР-органов у кандидатов в космонавты, оформленные в соответствующих статьях медицинских документов, регламентирующих допуск космонавта к специальной предполётной подготовке и тренировке, а также к реальному космическому полету.

Для оказания специализированной ЛОР-помощи космонавтам в полете был разработан специальный смотровой «ЛОР-набор», адаптированный к использованию в условиях невесомости. Бортовая медицинская укладка была оснащена соответствующими лекарственными средствами. Возможность использования некоторых лекарственных средств, в частности препаратов в аэрозольных баллонах в космиче-



ском полете, была предварительно апробирована в условиях кратковременной невесомости (в параболическом полете на самолете-лаборатории).

В дальнейшем практика медицинского обеспечения членов экипажей в продолжительных космических экспедициях на орбитальных станциях «МИР» и МКС подтвердила эффективность разработанного медицинского оборудования для диагностики и оказания ЛОР-помощи космонавтам при воспалительных заболеваниях ЛОР-органов [Е.И. Matsnev, 1981].

Среди других медицинских проблем, в разработке которых активно участвовали ЛОР-специалисты, следует выделить проблему «космической формы болезни движения» (КБД) или «адаптационного синдрома невесомости» (АСН). Для моделирования их физиологических эффектов были использованы специально разработанные вестибулометрические стенды. К их числу следует отнести: вращательное кресло «ВУ-4М», стенд «Вега», обеспечивающий возможность продолжительного вращения человека в горизонтальном и антиорто-статическом положении вокруг продольной оси тела (ось Z), модернизированные параллельные качели (МПК), центрифугу «короткого радиуса» (ЦКР). Некоторые аспекты этиопатогенеза КБД изучались в экспериментах с клиностатической и антиорто-статической гипокинезией различной продолжительности (до 1 года включительно), в условиях продолжительного (до 56 суток) пребывания человека в иммерсионной среде [Э.И. Мацнев, Е.Б. Шульженко, 1967].

Результаты этих исследований показали важную роль «сенсорного конфликта», дисфункции отолитовой системы в развитии КБД, а также возможность негативного эффекта перераспределения жидких сред организма при АСН в краниальном направлении на состояние внутрилабиринтного давления [Э.И. Мацнев, 2012].

Использование современных нейрофизиологических технологий (оценка функции саккулуса — методом регистрации вестибулярных вызванных миогенных потенциалов, утрикулуса — методом субъективной оценки гравитационной вертикали и горизонтали), видеонистагмографии, изучение функции равновесия и походки в раннем послеполетном периоде позволили получить важную информацию о роли дисфункции отолитовой системы у отдельных космонавтов в процессе их нейро-вестибулярной реадаптации к земной гравитации после длительного полета на МКС, подчеркнуть роль отолитовой дисфункции в балансе равновесия у космонавтов в послеполетном периоде [Э.И. Мацнев, Е.Э. Сигалева, Л.Г. Ефимова, 2012].



Среди других актуальных проблем космической оториноларингологии необходимо выделить защиту слуховой системы космонавтов от негативного действия шума в длительном космическом полете на МКС. Послеполетные аудиометрические обследования космонавтов, совершивших однократные и повторные полеты на ОС «Салют-6», «Мир» и МКС свидетельствуют о том, что у отдельных лиц с индивидуальной чувствительностью к воздействию шума его длительная экспозиция в полете не исключает возможности временного или постоянного изменения порогов слуха [Э.И. Мацнев, 2000; 2001; 2003; Е.Э. Сигалева, 2010; Э.И. Мацнев, Л.Г. Ефимова, 2012]. На основе экспериментальных исследований были обоснованы рекомендации по использованию в качестве эффективных средств шумовой отопротекции гистаминергического препарата «бетагистина дигидрохлорида» и метода дыхания «кислородо-азотно-аргоновой газовой смесью» на этапе послеполетной реабилитации у космонавтов с нарушениями слуха [Э.И. Мацнев, Е.Э. Сигалева, 2010].

Представленные данные свидетельствуют о том, что проблемы оториноларингологии в космической медицине сложны и многогранны. Использование современных достижений нейрофизиологии, клинической и экспериментальной медицины, новейших эндоскопических технологий открывают перспективу совершенствования методов оценки состояния ЛОР-органов у кандидатов в космонавты на этапах отбора и подготовки к полету.

Дальнейшее изучение механизмов вестибуло-вегетативных и сенсорных расстройств у космонавтов, разработка более совершенных средств шумовой отопротекции позволят повысить эффективность средств профилактики и лечения функциональных расстройств и заболеваний ЛОР-органов у космонавтов в будущих космических полетах.

## **ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ ОТОЛАРИНГОЛОГИИ В СИСТЕМЕ ВРАЧЕБНО-ЛЕТНОЙ ЭКСПЕРТИЗЫ В 7 ЦЕНТРАЛЬНОМ ВОЕННОМ КЛИНИЧЕСКОМ АВИАЦИОННОМ ГОСПИТАЛЕ**

Б.С. Зайченко, С.Р. Раскатова

История ЛОР-отделения начинается с момента создания Центрального Авиационного Госпиталя (ЦАГ), когда командующий Московским фронтом ПВО своим приказом № 045 от 7 мая 1942 г. утвердил головной профильный авиационный госпиталь, который должен был проводить «... госпитальное обеспечение раненых и больных ча-



стей авиации фронта, авиации дальнего действия и Московского военного округа ...» с целью специализированного лечения летного состава и проведения врачебно-летной экспертизы.

Первым начальником ЛОР-отделения был А.А. Ушаков, полковник медицинской службы, участник первой мировой войны. В период Великой Отечественной войны в ЛОР-отделении проводилось лечение и реабилитация летчиков с заболеваниями и ранениями ЛОР-органов, а также освидетельствование всего летного состава, разрабатывались методики военной и летной экспертизы в развитие концепции, сформулированной В.И. Воячком.

Коллектив врачей ЛОР-отделения (в разные годы В.В. Волгин, А.Ф. Смирнов, С.Р. Раскатова, А.Г. Шевченко, О.В. Накапкин) разрабатывали методики ЛОР-отбора военных летчиков, медицинской экспертизы летного состава.

В 1954 г. С.Р. Раскатовой была защищена кандидатская диссертационная работа на тему: «Значение вестибулометрии в практике ВЛЭ», а в 1959 г. диссертация Н.И. Брянова «Значение барофункции в летном деле». Клинический опыт и исследования в ЛОР-отделении вылились в дальнейшем в диссертационные работы других врачей отделения: А.В. Решетникова «Асимметрия и компенсация вестибулярных расстройств у пациентов с поражением ушного лабиринта»; А.Н. Гребенникова (начальник отделения в период с 1996 г. по 2004 г.) на тему «Возможности безпункционной контрастной полисинусографии в оценке состояния околоносовых пазух в клинике и врачебно-летной экспертизе».

С октября 1959 г. госпиталь приступил к стационарному отбору и медицинскому обеспечению первого отряда космонавтов, в состав которого входил и первый космонавт планеты Ю.А. Гагарин. Тогда же приказом ГК ВВС и Начальника ГВМУ № 00240 от 30.09.1959 года была создана Главная медицинская комиссия (председатель генерал-майор медицинской службы А.Н. Бабийчук), в задачи которой входило вынесение окончательных экспертных заключений по результатам стационарного обследования космонавтов.

В 1960 г. при госпитале впервые в мировой медицинской практике было организовано клинико-физиологическое отделение космонавтов. В разработке отечественной системы медицинского отбора космонавтов принимали участие ведущие специалисты госпиталя. Многие из них впоследствии были удостоены высоких государственных наград.

В соответствии с техническим развитием авиационной техники видоизменялись и усложнялись факторы полета (воздействие угловых



и линейных ускорений, ускорений Кориолиса, перегрузок, перепадов барометрического давления, гипоксии, термического фактора, влияния шума и вибрации, интенсивной операторской деятельности, вынужденной позы, монотонии, длительного ношения довольно тяжелого и относительно неудобного защитного оборудования (шлема, кислородной маски, скафандра, противоперегрузочного и высотного компенсирующего костюмов), влияние которых на ЛОР-органы активно изучалось коллективом врачей ЛОР-отделения в тесном контакте со специалистами института авиационной медицины, кафедры оториноларингологии и авиационной медицины Военно-медицинской академии. Проводились экспериментальные работы в условиях моделирования физиологических эффектов невесомости.

В 70-е годы В.В. Волгиным был организован кабинет аудиометрии, разработаны новые методы исследования слухового анализатора в целях врачебно-лётной экспертизы. Врачи отделения активно участвовали в научно-практической работе, включая изучение проблемы профессиональной тугоухости, последствий перенесенной черепно-мозговой травмы, вестибулярных нарушений, пространственных иллюзорных расстройств у пилотов (С.Р. Раскатова, О.В. Накапкин, Т.И. Ганышина).

Признанием заслуг и большого опыта работы госпиталя по медицинскому обеспечению летного состава явилось Постановление Совета Министров СССР от 30 апреля 1981 г., на основе которого на госпиталь была возложена задача по медицинскому отбору кандидатов первого отряда космонавтов, их ежегодного освидетельствования в процессе подготовки первых пилотируемых космических полетов. Сотрудники отделения (А.Г. Шевченко, В.Н. Решетников, В.В. Шехов, С.Р. Раскатова и другие) принимали активное участие в предполетном и послеполетном обследовании космонавтов с выездом на космодром Байконур, изучали влияние факторов космического полета на состояние ЛОР-органов и других функциональных систем организма человека.

Внедрение в медицинскую практику новых эндоскопических технологий позволило широко использовать эти методы в хирургической работе отделения (А.Н. Гребенников), что обеспечило возвращение к профессиональной деятельности многих пилотов.

В настоящее время в практике ЛОР-отделения госпиталя широко используются новейшие технологии лазерной хирургии, фотодинамической терапии, оценки функционального состояния слуховой и вестибулярной системы, что позволяет усовершенствовать обследование летного состава в целях ВЛЭ, повысить эффективность и качество



медицинского обследования и оказания специализированной помощи летчикам и космонавтам.

## **ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ГИСТАМИНЕРГИЧЕСКИХ ПРЕПАРАТОВ ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ПРОЦЕССА ПОСЛЕПОЛЕТНОЙ НЕЙРОВЕСТИБУЛЯРНОЙ РЕАДАПТАЦИИ КОСМОНАВТОВ**

Э.И. Мацнев, Е.Э. Сигалева

Возвращение космонавта в земную гравитационную среду после продолжительного пребывания в невесомости, сопровождается ре-адаптацией нейро-вестибулярных рефлексов, с развитием симптомов болезни движения (БД) у отдельных космонавтов. Важная роль в этом механизме принадлежит вестибуло-спинальной компенсации [Э.И. Мацнев, Е.Э. Сигалева, 2013; Reschke et al., 2007].

Некоторые космонавты в раннем реадaptационном периоде используют ограничение движений головой или движения головой и туловищем («одним блоком») для улучшения постурального баланса или минимизации возможных симптомов вестибуло-вегетативных нарушений (ВВН). Специалисты подчеркивают значимость отолитовой системы в этом процессе [Nooij S.A.E., 2008].

Для оптимизации послепоплетного реадaptационного периода используют широкий комплекс реабилитационных мероприятий, включающих лечебную физкультуру, массаж, физиотерапевтические методы, водные процедуры (бассейн), в том числе (по показаниям) фармакологические средства.

Для купирования возможных ВВН в этом периоде традиционно используются фармакологические средства, среди которых антигистаминные, антихолинергические и адренергические препараты являются наиболее изученными [Knox et al, 1994]. Обладая определенными защитными свойствами против ВВН, большинство из указанных препаратов имеют негативные побочные эффекты в виде снижения работоспособности и активационного внимания, сонливости, нарушения следящей деятельности зрительной системы, что может снижать эффективность процесса реабилитации.

Проведенные в последние годы экспериментальные исследования по оценке эффективности гистаминергических средств, в частности, препарата бетагистина дигидрохлорида (БГДХ) в целях минимизации вестибуло-вегетативных расстройств, показали перспективность его применения в общем комплексе послепоплетных реабилитационных



мероприятий у космонавтов после продолжительного космического полета [E.I. Matsnev, E.E.Sigaleva, 2007]. Исследования на 10 здоровых добровольцах в возрасте от 18 до 22 лет (средний возраст 19,4 года) с повышенной чувствительностью к болезни движения (БД), моделированной воздействием непрерывных прецессионных кумулятивных ускорений Кориолиса, с использованием общепринятого метода «двойного-слепого» контроля и метода «латинских-квадратов», показали достоверную ( $p < 0.001$ ) эффективность приема 32 мг БГДХ за 1 час до вестибулярного воздействия, по сравнению с плацебо. Отмечено достоверное ( $p < 0,001$ ) торможение поствращательного нистагма после приема БГДХ, достоверное уменьшение латентных периодов, увеличение скорости и точности саккад, по сравнению с группой плацебо и фоновыми данными, сохранение функции плавного слежения [E.I. Matsnev, E.E.Sigaleva, 2007].

Как известно, одной из наиболее широко обсуждаемых гипотез развития БД является теория «сенсорного конфликта» [Reason, Brand, 1975; Matsunaga, Takeda, 1986; Borison H., Borison R, 1986; Brandt, 1991]. Гистамин и три основные категории его рецепторов обнаруживаются в вестибулярном ядерном комплексе [Schwartz, 1975; Lacour, 1998]. Он модифицирует центральную активность вестибулярных ядерных клеток и, следовательно, может влиять на обработку сенсорной информации в этих структурах и на контроль вестибулярной функции [Lacour, Sterkers, 2001]. Гистаминергический препарат БГДХ действует главным образом на гистаминовые H1- и H3-рецепторы внутреннего уха и вестибулярных ядер. Путем прямого агонистического воздействия на H1-рецепторы сосудов внутреннего уха, а также опосредованно через воздействие на H3-рецепторы он улучшает микроциркуляцию и проницаемость капилляров, нормализует давление эндолимфы в лабиринте и улитке. Являясь ингибитором H3-рецепторов ядер вестибулярного нерва, БГДХ улучшает проводимость в нейронах вестибулярных ядер на уровне ствола головного мозга. Защитный эффект бетагистина при БД, связан, в первую очередь, с его способностью увеличивать синтез и высвобождение гистамина посредством блокирования H3 ауторецепторов, а также позитивным действием на восстановительные процессы на клеточном уровне.

Таким образом, представляется перспективным использование препарата БГДХ в целях оптимизации процесса нейровестибулярной реадaptации космонавтов с наличием ВВН после продолжительного космического полета в общем комплексе послеполетных реабилитационных мероприятий.



## **СИСТЕМНЫЙ УЧЕТ РЕЗЕРВОВ И ВОЗМОЖНОСТЕЙ ЧЕЛОВЕКА В АВИАЦИИ И КОСМОНАВТИКЕ**

А.А. Меденков, Т.Б. Нестерович

В современных условиях развития авиации и космонавтики повышаются роль и значение учета резервов и возможностей человека по решению задач профессиональной деятельности в условиях воздействия факторов полета. Это важно как для исключения их ошибочных и несвоевременных действий, способных стать причиной возникновения или развития аварийной ситуации, так и для повышения работоспособности и сохранения психосоматического здоровья.

В связи с этим становятся актуальными исследования, направленные на оценку организации и содержания учета психофизиологических характеристик и возможностей человека в авиации на всех стадиях разработки и этапах эксплуатации образцов авиационной техники.

Применительно к обеспечению профессиональной надежности летчика и космонавта важная роль отводится комплексу эргономических работ по рациональному распределению функций в системе «человек-техника», автоматизации решения задач подготовки и принятия решения и осуществления управляющих действий.

При проектировании авиационной техники важно грамотно распределить функции между летчиком и бортовыми системами. На ранних стадиях проектирования это делается по результатам психологически адекватного моделирования и инженерно-психологической оценки разных вариантов. При этом следует учитывать, что инженерно-психологические недостатки проектирования средств и условий работы летчика не всегда можно компенсировать отбором, тренировками и нормированием нагрузки.

Необходимо вернуться к хорошо зарекомендовавшему себя отечественному опыту эргономического обеспечения создания и эксплуатации авиационной и космической техники. Затраты на такое обеспечение во много раз меньше, чем на устранение последствий обусловленных эргономическими недостатками ошибочных или несвоевременных действий летчика, космонавта, лиц группы управления полетами или специалистов по управлению воздушным движением.

Безопасность полетов обеспечивается комплексом мер, в том числе учетом психофизиологических характеристик и возможностей летчика при проектировании бортового оборудования и его психоло-



гии при организации полетов и контроле функционального и психологического состояния.

В технические задания на разработку образцов техники необходимо включать инженерно-психологические требования и предусматривать экспертизу их выполнения на стадиях эскизного и технического проектирования.

Специалисты в области инженерной психологии должны привлекаться к исследованиям на стендах и исследовательских тренажерах для обоснования конструкторских решений по составу, содержанию и размещению оборудования, представлению и обновлению информации и выбору органов управления и их оптимальных параметров.

## **УПРАВЛЕНИЕ ФУНКЦИОНАЛЬНЫМ СОСТОЯНИЕМ В УСЛОВИЯХ ДЕПРИВАЦИИ**

А.А. Меденков

В истории отечественной космонавтики депривация рассматривалась в качестве условия оценки психоэмоциональной устойчивости человека и его готовности к работе при воздействии неблагоприятных факторов. В связи с этим интерес представляют исследования, которые проводились в этом направлении в Институте авиационной и космической медицины под руководством Г.М. Зараковского. В 1967–1970 гг. в его отдел входила лаборатория во главе с Л.С. Хачатурьянцем, занимавшаяся проведением психофизиологических исследований в интересах обеспечения продолжительных космических полетов. К этому времени Институт уже имел опыт кратковременных сурдокамерных исследований.

Для продолжительных экспериментов при активном участии М.И. Клевцова была смонтирована специальная сурдокамера и исследования получили дополнительный импульс в плане психологического содержания. Г.М. Зараковский и С.Л. Рысакова разрабатывали систему управления функциональным состоянием человека методами аудиовизуального воздействия. В 1966 г. в период с 28 июня по 6 сентября проводился 70-суточный сурдокамерный эксперимент с участием С.А. Бугрова, Л.С. Кричевского и Е.К. Терещенко. Изучались возможности продолжительного пребывания экипажа в условиях изоляции и депривации и их влияния на психосоматическое состояние участников эксперимента. В части психологических исследований Г.М. Зараковский и С.Л. Рысакова изучали влияние на членов экипажа



прослушивания музыкальных произведений, чтения художественной литературы и просмотра кинофильмов и видеоматериалов.

В основе исследования была разработанная ими методология анализа и оценки сенсорных, перцептивных, вербальных и интеллектуальных потребностей человека, находящегося в условиях депривации и изоляции, и определения адекватных мер их удовлетворения или компенсации с учетом индивидуальных психофизиологических, образовательных и личностных особенностей, а также культурных, социальных и эстетических предпочтений.

Индивидуальные реакции участников сурдокамерного эксперимента на воздействия эмоционально и подробно представлены в опубликованных ими статьях и мемуарах.

Научным итогом проведенных исследований стало изучение эффектов аудио-визуального воздействия и чтения литературно-художественных, юмористических и сатирических произведений, а также романтических и приключенческих историй на психическое состояние и самочувствие участников эксперимента.

По результатам исследования был разработан комплекс рекомендаций и технологий управления психологическим состоянием членов экипажа в условиях космического полета с использованием различных средств, методов и способов организации их активного отдыха.

Эти рекомендации актуальны и сегодня в отношении использования методов аудио-визуальной стимуляции и коррекции психологического состояния человека-оператора в процессе реабилитации после утомления или психологического напряжения. Их целесообразно учитывать при формировании программ психологической поддержки участников марсианской экспедиции и их послеполетной социально-психологической реабилитации.

## **ЭНЕРГЕТИКА РАБОТЫ В СКАФАНДРЕ ПРИ МОДЕЛИРОВАНИИ ВЫСАДКИ НА ЛУНУ**

**С.Н. Филипенков**

Работая над повестью «Вне Земли» (начата 28.12.1896, закончена в апреле 1917, полностью опубликована в 1920), К.Э. Циолковский четверть века обдумывал принципы создания скафандра космонавта (СК) и шлюзового отсека с целью выхода в открытое космическое пространство из межпланетного корабля (МК). Основоположник космонавтики проанализировал варианты применения СК вне МК, требо-



вания к его автономной системе обеспечения жизнедеятельности (АСОЖ) и меры по обеспечению безопасности с помощью страховочного фала и реактивной двигательной установки. Он также предлагал использовать СК для задач высадки на поверхность Луны, Марса и астероидов. Об этой работе, как о точном научном предвидении, отзывался А.А. Леонов, совершивший выход в космос в СК «Беркут» 18.03.1965 г., почти через 70 лет с того момента, когда возникла сама идея проведения подобной спецоперации.

В испытаниях на стендах и при эксплуатации СК в невесомости при операциях внекорабельной деятельности (ВКД) постоянно улучшались физиолого-гигиенические характеристики и подвижность СК, прежде всего, его верхней части. Одновременно повышался ресурс изделия, увеличивалось время работы АСОЖ при сохранении ставшей классической конструктивной схемы полужесткого СК типа «Орлан». [Абрамов И.П., Северин Г.И., Сверщек В.И. и др., 1984; Северин Г.И., Абрамов И.П., Сверщек В.И., Поздняков С.С., 2006]. Конструкция оболочки штанин наоборот упрощалась, т.к. реальные операции в условиях невесомости выполняются космонавтами при помощи мышц рук, верхнего плечевого пояса и туловища [Барер А.С., Филипенков С.Н., 1987; Барер А.С., Филипенков С.Н., Головкин Л.Г. и др., 1990].

Высадка на Луну и межпланетная экспедиция — это реальная перспектива российской космонавтики до 2030-х при условии, что будут отработаны медико-биологические и медико-технические вопросы обеспечения безопасности экипажа при выполнении операций в СК на поверхности планеты. Первыми шагами в данном направлении были попытки имитации высадки на Луну и Марс в условиях наземного стенда ЛИИ с вывешиванием человека, снаряжённого в авиационный скафандр «Воркута», до 1/6 и 3/8 их суммарного веса [А.И. Хромушкин, А.И. Бойко, 1960–1964]. Позднее, на стендах обезвешивания завода «Звезда» аналогичные исследования при работе испытателей-добровольцев в СК «Кречет» с измерением энерготрат (ЭТ) человека методом непрямой дыхательной калориметрии выполнялись И.И. Деденко, В.Е. Панфиловым и А.Н. Серебряковым с 1964 по 1972 гг. Ограничение максимального пути в физиологических испытаниях полужестких СК, расстоянием в 5–10 км, а также скорости движения интервалом 1,0–6,5 км/ч было обусловлено не столько функционированием АСОЖ, сколько тяжелыми физическими нагрузками с ЭТ до 7–9 ккал/мин, достигаемыми при пешем перемещении по поверхности в условиях ограничения подвижности жёсткостью напряжённых мягких оболочек нижней части СК (штанин) и конструкцией бедренных, коленных и голеностопных шарниров. Затем исследования были про-



должны в испытаниях применительно к работе в СК типа «Орлан» под избыточным давлением  $0,27\text{--}0,40\text{ кг/см}^2$  в термобарокамере (ТБК-30 и ТБК-50) при вывешивании до остаточного веса изделия в  $20\text{--}30\text{ кг}$ , который испытателю приходилось носить в течение  $3\text{--}8,5$  часов пребывания в вакууме. Всего при исследовании ЭТ было выполнено с участием 9 испытателей 42 эксперимента при имитации ВКД  $2,5\text{--}5\text{ ч}$  в ТБК-30 в СК «Орлан», 42 эксперимента с участием 12 испытателей при имитации ВКД  $3,5\text{--}5\text{ ч}$  в ТБК-30 в СК «Орлан-Д», 158 экспериментов с участием 67 испытателей при имитации ВКД  $5\text{--}7,5\text{ ч}$  в ТБК-50 в СК «Орлан-ДМ», 202 эксперимента с участием 42 испытателей по  $5\text{--}8,5$ -часовой имитации ВКД в ТБК-50 в СК «Орлан-ДМА». Аналогичные исследования проведены на НПП «Звезда» в процессе создания экспериментального СК «Орлан-Э» для эксперимента «Марс-500» (масса  $32\text{ кг}$ , вентиляционная СОЖ, избыточное давление в СК  $0,2\text{ кг/см}^2$ ).

В отработке ходьбы в СК «Орлан-Э» и операций с инструментами участвовало 11 кандидатов в эксперимент «Марс-500», 5 испытателей НПП «Звезда» и 1 космонавт РКК «Энергия». С этими добровольцами проверялись и закреплялись навыки входа/выхода из СК с помощью второго оператора и самостоятельно, под избыточным давлением  $0,2\text{ кг/см}^2$  определялась скорость перемещения и устойчивость ходьбы с фиксацией страховочных карабинов вентиляционного шланга, выбиралась оптимальная по устойчивости и нагрузке на тело поза отдыха в положении стоя и сидя, оценивались усилия и сама возможность вставания на одно колено, вставание из положения лежа при использовании подручных инструментов или при поддержке второго оператора, отработывалось пешее перемещение, а также рабочие операции по разрушению конгломератов реголита альпенштоком, взятию проб грунта или песка с помощью совка и захвата, упаковки их в контейнер. По данным изменения ЧСС в зависимости от ЭТ можно заключить, что при пребывании в «Орлан-Э» в позе сидя ЭТ достигали  $2\text{ ккал/мин}$ , увеличивались до  $3\text{ ккал/мин}$  в позе отдыха стоя. При ходьбе по горизонтальной песчаной поверхности со скоростью  $2\text{--}3\text{ км/ч}$  ЭТ составляли  $4\text{--}6\text{ ккал/мин}$ , а при отборе проб инструментами ЭТ увеличивались до  $7\text{--}8\text{ ккал/мин}$ . ЭТ достигали максимума  $10\text{--}11\text{ ккал/мин}$  при операциях вставания с колен или вставания из положения лежа с опорой на инструмент и при поддержке второго оператора. Полунатурные исследования на марсодроме в ГНЦ РФ-ИМБП РАН, показали, что условия применения избыточного давления  $0,2\text{ кг/см}^2$  соответствовали тяжелой физической работе с ЧСС до  $180\text{--}190\text{ уд/мин}$ .



Таким образом, исследования на наземных стендах, в том числе в ТБК-30, ТБК-50, показали, что при режиме избыточного давления в полужёстком СК типа «Орлан» равном  $0,2\text{--}0,27\text{ кг/см}^2$  в аварийной ситуации ВКД и  $0,4\text{ кг/см}^2$  в штатном режиме ВКД, ЭТ могут повыситься настолько, что вызовут предельное состояние утомления после 2–5 ч непрерывной работы и не позволят осуществлять длительные 8,5–10-часовые операции ВКД, для которых предстоит разработать специальный режим труда и отдыха и механизировать основные рабочие операции с применением дистанционно-управляемых автоматов.

## **ВТОРОЙ КОСМОНАВТ ПЛАНЕТЫ — Г.С. ТИТОВ (К 80-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)**

И.П. Пономарева

Герман Степанович Титов (1935–2000) - летчик-космонавт СССР, Герой Советского Союза, генерал-полковник авиации, второй человек в мире, совершивший орбитальный космический полет (КП).

С конца 1959 г. проходил отбор и в марте 1960 г. прошел в отряд будущих космонавтов. В процессе подготовки в Государственном научно-исследовательском испытательном институте авиационной и космической медицины МО СССР (ГНИИИА и КМ) проводились исследования с длительной изоляцией, вестибулярные тренировки, тепловые нагрузки, центрифуга и мн. др.

Полет был запланирован на сутки как новый значительный шаг вперед на пути освоения космического пространства. 6- 7.08.1961 г. Г.С. Титов совершил КП продолжительностью 1 сутки 1 час 18 минут на КК «Восток-2». Была доработана радиосвязь, заменена телевизионная система. Телеметрию дополнила коротковолновая система «Сигнал», которая служила для пеленгации корабля и дублировала передачу основных медицинских параметров.

В полете Г.С. Титов дважды управлял кораблем вручную, выполнял его ориентацию. В начале второго витка Герман Степанович впервые провел киносъемку (кинокамера «Конвас-автомат»). Он вел радиосвязь, ел и пил «космическую» пищу из специальных туб. Сон, физкультурная зарядка также входила в круг обязанностей Г.С. Титова. В процессе выполнения полетного задания Герман Степанович убедился, что резкие повороты и наклоны головы провоцируют неприятные ощущения. Это указывало на повышенную вестибулярную реакцию космонавта. Очень важно отметить, что опасения в отношении возможности отягощения реакций организма на спуске не оправда-



лись: как отметил Герман Степанович «никакого резкого перехода не было. Я ощущал, что вернулся к обычному состоянию». Обо всем происходящем он делал записи в бортжурнал, на бортовой магнитофон, а во время отчета доложил обо всем на Государственной комиссии. В итоге было принято решение о дальнейшем совершенствовании подготовки и тренировки космонавтов с целью предотвращения возникновения вегетативных и сенсорных расстройств при полетах в состоянии невесомости. Несмотря на некоторые трудности, суточный полет Г.С. Титова позволил сделать главный вывод: человек может жить и работать в невесомости.

Начиная с 1962 г., Г.С. Титов вел широкую общественно-политическую деятельность: являлся депутатом Верховного Совета СССР, избирался депутатом Государственной Думы, был членом редколлегии журналов.

Скончался Герман Степанович от сердечного приступа 20.09.2000 г., похоронен на Новодевичьем кладбище. Его именем назван кратер на Луне, остров в Тонкинском заливе, аэропорт и школа гимназия №45 в г. Барнауле, лицей №1 г. Краснознаменск, юношеские клубы космонавтики, а также проспекты и улицы во многих городах.

## **МЕДИЦИНСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ПОЛЕТОВ И ПСИХОДИАГНОСТИЧЕСКИЙ ПОДХОД ВО ВРАЧЕБНО-ЛЕТНОЙ ЭКСПЕРТИЗЕ**

Т.А. Крапивницкая, Л.В. Крапивницкая

В течение 15 лет во врачебно-лётной экспертизе (ВЛЭК) гражданской авиации (ГА) внедрялась система психодиагностики для выработки системного подхода к обследованию авиационного персонала. В результате научно-исследовательской работы (НИР) в рамках государственного контракта был разработан алгоритм психодиагностического обследования авиационных специалистов в целях ВЛЭК, включающий исследование когнитивных функций, а также углубленное изучение личностных особенностей авиационного персонала.

Подтверждением важности углубленного психодиагностического исследования лиц лётных профессий свидетельствует недавний трагический случай лётного происшествия, когда 24 марта 2015 г. второй пилот аэробуса А-320 Андреас Любиц направил свой самолет «в смертельное пики над французскими Альпами», что сопровождалось гибелью пассажиров. Катастрофа стала возможной в результате особенно-



стей психического статуса пилота, которые не были своевременно выявлены при медицинском обследовании.

В этой связи считаем целесообразным внести предложения по изменению действующих нормативных документов ГА, регламентирующих показания к обязательному психологическому обследованию абитуриентов поступающих в учебные заведения ГА по подготовке пилотов, диспетчеров, управляющих воздушным движением (УВД). Первичное психологическое обследование рекомендуется проводить у абитуриентов до начала вступительных экзаменов, во время их медицинского освидетельствования.

Систематическое психологическое обследование необходимо проводить курсантам летных училищ, имеющим перерыв в учебе от 4 месяцев и более (включая академический отпуск); при переводе их из других факультетов и вузов; при прохождении заключительной ВЛЭК.

Подобное обследование рекомендуется пилотам 1 класса, претендующим на получение медицинского заключения 1 класса (в возрасте старше 40 лет и далее каждые 2 года); диспетчерам управления воздушным движением (УВД), претендующим на получение медицинского заключения 3 класса (с такой же периодичностью обследования); лицам летного состава при перерывах в летной работе более 4 месяцев; пилотам, претендующим на должность командира воздушного судна, пилота-инструктора, диспетчера-инструктора, старшего диспетчера, руководителя полетов.

## **ПАМЯТИ НИКОЛАЯ АЛЕКСАНДРОВИЧА РАЗСОЛОВА**

Т.А. Крапивницкая, Л.В. Крапивницкая, А.А. Смышляева

Николай Александрович Разсолов являлся выдающимся педагогом, видным ученым в области авиационной и космической медицины, доктором медицинских наук, профессором кафедры авиационной и космической медицины РМАПО Минздрава. Он был одним из активнейших участников Научных чтений К.Э.Цюлковского.

Родился 16 ноября 1929 г. в г. Каргополь Архангельской области. После окончания Архангельского медицинского государственного медицинского института Н.А. Разсолов работал в Восточно-Сибирском управлении гражданской авиации (ГА) в должности начальника профилактория летного состава в аэропортах Сангары и Якутск, а с 1955 г. по 1971 г. — начальником медико-санитарной службы Якутского управления ГА. В дальнейшем (1972–1973 гг.) Н.А. Разсолов возглавлял медсанчасть аэропорта Быково. После окон-



чания заочной аспирантуры на кафедре авиационной медицины ЦИУВ под научным руководством одного из основоположников отечественной авиационной медицины Г.Л. Комендантова он успешно защитил кандидатскую диссертацию.

В 1973 г. он был избран на должность доцента кафедры авиационной медицины. Под его руководством был создан новый курс авиационной медицины, разработана и внедрена в педагогический процесс типовая программа подготовки авиационного врача. В 1980 г. он успешно защитил докторскую диссертацию на тему «Патогенез болезни движения и ее профилактика». С 1983 г. по 2010 г. Н.А. Разсолов возглавлял кафедру авиационной и космической медицины. В Российской академии космонавтики им. К.Э. Циолковского он руководил отделением врачебно-лётной экспертизы, являлся действительным членом РАКЦ, заслуженным работником высшей школы.

Н.А. Разсолов являлся автором и соавтором более 300 научных трудов. Под его руководством было подготовлено и защищено 20 диссертационных работ, опубликовано Руководство по авиационной медицине для врачей гражданской авиации (1985), Руководство по авиационной медицине (1999, 2006).

Заслуги Н.А. Разсолова в области авиационной и космической медицины были высоко оценены Министерством здравоохранения СССР, Минтранспортом России путем присвоения ему почетных званий, многочисленных наград и именных знаков. Н.А. Разсолов навсегда сохранится в памяти его многочисленных учеников и специалистов по авиационной и космической медицине.

## **ГИГИЕНИЧЕСКИЕ, МЕДИЦИНСКИЕ И БИОФИЗИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПТИМИЗАЦИИ СИСТЕМЫ ТЕРМОРЕГУЛИРОВАНИЯ**

**А.А. Шейкин, С.Н. Филипенков**

Операции внекорабельной деятельности (ВКД) космонавтов, начало которым было положено историческим выходом А.А. Леонова в открытый космос (18 марта 1965 года), свидетельствуют о том, что взаимодействие механизмов терморегуляции человека с комбинированной системой терморегулирования скафандра космонавта (СК) в виде активной системы терморегулирования (СТР), вентиляционного контура (ВК) и контура жидкостного охлаждения (КЖО), а также пассивные средства (пакет белья и теплозащитного пакета материалов СК) не всегда позволяют обеспечить тепловой комфорт. Кондуктив-



ный способ теплосъема КЖО не является физиологичным для человека и требует выработки специального навыка работы с СТР. Ручной способ терморегулирования по теплоощущениям отвлекает от рабочих операций и недостаточно эффективен в отношении поддержания стабильной температуры тела. Поддержание допустимой температуры «ядра» и приемлемого распределения тепла в организме требует оптимизации конструкции элементов СТР, а также дальнейшего совершенствования активных систем охлаждения поверхности тела и внедрения активных систем обогрева локальных участков тела. Представлен анализ показателей топографии потоотделения и термотопографии человека. Рассматривается динамика температуры тела в заушной области, температура кожи в 11 точках; а также температура «ядра», измеряемая с помощью ректальной температуры у обследуемых при испытаниях СТР в термобарокамере.

Получены данные, свидетельствующие об эффективности регулируемого распределения потока хладагента между верхней и нижней половиной тела. Обращает на себя внимание необходимость усиления пассивной теплозащиты стоп и внедрение методов активного электрообогрева дистальных отделов конечностей (стоп и кистей) при перераспределении кровотока в условиях невесомости, а также отмечена высокая значимость подвода потока вентиляции непосредственно к пальцам рук. Приводятся характеристики теплового состояния, зарегистрированные в процессе ручного регулирования работы КЖО и ВК с различным расположением охлаждающих панелей в области торса и конечностей. Обсуждаются перспективы совершенствования систем вентиляции, КЖО и активных систем обогрева, предназначенных для поддержания оптимального теплового состояния организма.

Обеспечение оптимального теплового режимов при работе в скафандрах космонавтов требует комплексного физиологического и биофизического подхода к выбору конструкции СТР с регулируемым распределением потока хладагента по областям тела и совершенствованию алгоритма управления активными системами охлаждения и обогрева.



## **ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ СВЕТА КАК СИГНАЛЬНОГО ФАКТОРА НА ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ЖИЗНИ DROSOPHILA MELANOGASTER**

Е.С. Горбачева

Истоки науки биоритмологии заложены еще в трудах великого русского ученого К.Э. Циолковского. «Ритмически совершает Вселенная свой бег по пути бесконечности, закону ритмического движения следуют космические процессы...». Биоритмология на современном этапе занимает особое место в системе научных знаний, она касается главного — здоровья и жизни людей, ритмов окружающей их природной среды и биосферы.

Наряду с К.Э. Циолковским ритмичность процессов и явлений в жизни, тесно коррелирующих с годовой цикличностью процессов, происходящих на Солнце, выделил А.Л. Чижевский.

Природные ритмы мы можем наглядно наблюдать у растений. Каждый вид растений «просыпается» и «засыпает» в свое время. Фотопериодизм жизни наблюдается у животных. Как существо биологическое человек весь пронизан ритмами: на клеточном, органном, организменном уровнях. Лишь недавно мы начали понимать, что структура ДНК обладает волновыми характеристиками. В динамике рождаемости отражается эффект синхронизации индивидуальных ритмов плодовитости, связанных с гормональными циклами, ритмами природной среды.

Изучение условий космического полета привело к мысли об отсутствии естественной смены дня и ночи, а также отсутствия социальных датчиков времени. Как известно, свет — основной регулирующий фактор в жизни живых организмов, поставляющий энергию для жизнедеятельности организмов и обеспечивающий синтез основной части органического вещества на Земле. Чаще всего свет выступает в роли сигнального фактора, помогая заранее готовиться к неблагоприятным изменениям среды. Ориентируясь с помощью сигнальных факторов, прежде всего длины светового дня и уровней освещенности, насекомое как бы «подгоняет» цикл своего развития, и время своей активности в течение суток к изменениям условий во времени.

Настоящая работа посвящена изучению суточных биоритмов *Drosophila melanogaster*, а именно влиянию светового режима на продолжительность жизни. Продолжительность жизни исследована у 720 особей. Каждая группа в эксперименте включала 60 особей. Всего в эксперименте было 4 исследуемые группы (2 группы — на свету 24 часа 8 лк; 2 группы — в темноте 24 часа).



Для оценки эффекта воздействия светового режима были вычислены следующие показатели: выживаемость, показатель смертности, средняя продолжительность жизни.

Результаты проведенных экспериментов показали, что для особей *Drosophila melanogaster* наиболее благоприятным оказался световой режим - темнота, 24 часа, что выражалось в увеличении показателя средней продолжительности жизни. Объяснить этот феномен можно тем, что свет оказывает значительное влияние на обмен веществ организмов. Находясь на свету, клетки постоянно активны, соответственно, увеличивается скорость обменных процессов и наступает момент, когда организм не справляется и «сгорает», что приводит к преждевременному старению. А темнота оказывается благоприятной потому, что клетки находятся в состоянии относительного покоя, т. к. скорость обмена веществ значительно ниже, что способствует наилучшей выживаемости. Продолжительность жизни у самок была выше, чем у самцов во всех анализируемых группах. Полученные данные согласуются с результатами других авторов [Питтендрай и Минис, 1975; Massie, 1993].

## **ВЛИЯНИЕ НЕВЕСОМОСТИ НА РАЗВИТИЕ КОСТНОЙ СИСТЕМЫ ЭМБРИОНОВ ЯПОНСКОГО ПЕРЕПЕЛА**

Д.В. Комиссарова

Еще в самом начале космической эры К.Э. Циолковский предлагал использовать в длительных космических полетах принцип биологического круговорота веществ для обеспечения условий нормальной жизнедеятельности космонавтов. Для того чтобы биологическая система жизнеобеспечения (БСЖО) могла существовать в течение длительного времени, популяция организмов, в данном случае японский перепел, должна поддерживать свою численность в течение всего полета. Возникла проблема изучения возможности разведения и содержания птицы в условиях влияния невесомости и, прежде всего, на эмбриональное развитие перепела из яиц, доставленных с Земли. В частности были проведены исследования воздействия факторов полета на развитие костной системы опорно-двигательный аппарата в течение всего эмбриогенеза. Данные исследования являются актуальным направлением в современной космической биологии.

Объектом исследования являлись перепела возраста 4, 7, 10, 14 и 16 суток развития в двух группах: полетной (перепела развивались в



невесомости в течение всего эмбриогенеза) и контрольной (перепела развивались в условиях земной гравитации). Для исследования были отобраны бедренная и большеберцовая кости.

Результаты исследований выявили отставание в развитии костной ткани у эмбрионов полетной группы по сравнению с таковыми лабораторного контрольного на всех этапах развития, при этом наиболее очевидное отставание отмечалось на ранних стадиях (с 4-х по 10-е сутки), что обусловлено недоразвитостью кровеносной системы желточной оболочки и хориоаллантоиса яйца, а также гистоморфологическим отставанием щитовидной и паращитовидной желез. К моменту вылупления (на 16-е сутки инкубирования) анатомо-морфометрические параметры исследуемых костей (длина и их участки окостенения) в полетной и контрольной группах практически не отличались.

Однако, гистологическая картина состояния костей опорно-двигательного аппарата выявила у 16-ти суточных эмбрионов полетной группы по сравнению с контрольными отставание в развитии, несмотря на ускорение темпов роста костей к концу эмбрионального периода. Это объясняется явлением эквивиальности, заключающимся в том, что все биологические процессы развивающегося эмбриона перестроились так, чтобы физиологические параметры птенца соответствовали типичным видовым размерам. При этом внешний каркас кости к 16-м суткам успевал дорасти, в то время как внутреннее окостенение отставало.

## **МИКРОБНЫЕ ТОПЛИВНЫЕ ЭЛЕМЕНТЫ КАК СРЕДСТВО ОЦЕНКИ БАКТЕРИАЛЬНОЙ ОБСЕМЕННОСТИ РЕЧНЫХ БИОТОПОВ**

В.К. Ильин, А.В. Пунегова, Д.В. Коршунов

Микробные топливные элементы (МТЭ) — устройства для получения электрического тока при помощи микроорганизмов — широко используются в последние годы в исследованиях, посвященных поиску альтернативных источников энергии из возобновляемого органического сырья.

Причины повышенного интереса к данной технологии связаны, в первую очередь, с поисками новых экологических чистых источников энергии, а также, с открытием т.н. бактерий-электрогенов, способных генерировать электрический ток в процессе жизнедеятельности. Бактерии в составе типичного МТЭ окисляют органические вещества,



генерируют электроны и передают их на различные акцепторы, которые окисляются на аноде. Некоторые из бактерий-электрогенов способны передавать электроны на анод напрямую, при помощи специальных структур — электропроводных пилей (panowires). Образуя биопленку на поверхности анода, электрогенные микроорганизмы при помощи пилей придают ему отрицательный заряд, при этом бактерии, находящиеся в наружном слое биопленки, могут передавать электроны клеткам, непосредственно контактирующим с электродом. К характерным представителям бактерий-электрогенов, образующих пили

В настоящее время мощность, создаваемая стандартной ячейкой МТЭ, недостаточно велика для большинства возможных областей практического применения. Сравнительно большие мощности достигаются только при использовании электродов из графена, платины и других дорогостоящих материалов.

Однако МТЭ могут быть использованы для побочных целей, в частности, для оценки количественного и, в определенной степени, качественного состава микрофлоры субстратов, заправляемых в ячейки биотопливных элементов.

Чем больше мощность, генерируемого МТЭ электричества, тем выше вероятность нахождения в субстрате бактерий-электрогенов и тем выше микробная обсемененность.

В работе исследовались пробы придонного ила, взятые из различных участков р. Сетунь. Был проведен качественный и количественный анализ микроорганизмов, присутствующих в пробах. Изучена электрогенная активность каждой пробы в МТЭ.

Две из 10 исследованных проб показали наибольшую электрогенную активность. Производимое ими электричество по мощности превышало оставшиеся пробы в 3–4 раза. Характерно, что эти пробы отбирались в зонах антропогенного загрязнения. Бактериологический посев исследуемых проб показал, что в одной из этих проб общее микробное число значительно превышало остальные образцы. Во второй пробе предположительно преобладают бактерии с повышенной электрогенной активностью.

Полученные результаты свидетельствуют о возможной взаимосвязи количества микроорганизмов в единице объема пробы с плотностью электрического тока, производимого в МТЭ. Позволительно предположить перспективную возможность использования МТЭ в качестве средства экологического мониторинга водных ресурсов.



## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОБОСНОВАНИЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПРЕБИОТИКА ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ КОЛИЧЕСТВЕННОГО И ВИДОВОГО СОСТАВА МИКРОФЛОРЫ ОРГАНИЗМА В ИСКУССТВЕННОЙ СРЕДЕ ОБИТАНИЯ**

В.К. Ильин, С.К. Смирнов, Н.А. Усанова, О.И. Орлов

Целью разработки является исследование эффективности использования пребиотика «Эубикор» в качестве средства профилактики дисбактериозов у приматов и оценка его эффективности в длительном эксперименте в обитаемом гермопомещении.

Исследовалась эффективность пребиотика «Эубикор» для коррекции изменений микробиоценоза кишечника, в т.ч. вызванным воздействием ионизирующего облучения на приматов. На фоне приема «Эубикора» отмечается снижение колебаний микрофлоры кишечника, снижается время элиминации патогенной флоры, отмечается активация облигатной флоры. Максимальная доза «Эубикора» приводит к наиболее быстрой коррекции микробиоценоза с улучшением состояний через месяц после приема.

Необходимо отметить, что активность пребиотика «Эубикор» наиболее выражена в тех группах животных, которые не подвергались облучению. В случае облучения, по-видимому, необходимо комбинировать прием препарата с другими средствами профилактики (в т.ч. пробиотиками).

Исследовалась эффективность пребиотика «Эубикор» в качестве средства коррекции изменений микробиоценоза кишечника у испытуемых в замкнутом гермообъекте. На фоне приема «Эубикора» отмечается снижение колебаний микрофлоры кишечника, снижается время элиминации патогенной флоры, отмечается активация облигатной флоры.

На основании полученных результатов можно заключить, что пребиотик «Эубикор» может быть использован в качестве средства коррекции микробиоценоза кишечника и рекомендован для применения в качестве средства профилактики дисбактериозов в экспериментах с участием человека.



## РЕСУРСЫ И РЕЗЕРВЫ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЛЕТЧИКА

Т.Б. Нестерович

В современных условиях развития экономики повышается актуальность учета психофизиологических возможностей летчика при создании авиационных комплексов и поддержания его работоспособности в процессе профессиональной деятельности.

Соблюдение требований инженерной психологии при определении уровня автоматизации процесса пилотирования его качество повышается в 1,5–2 раза, а точность выдерживания параметров высоты и крена — в 1,4 раза. При отображении информации с учетом таких требований время подготовки и принятия решения сокращается на 20–25%.

При эффективной индикации отказов показаний приборов повышается вероятность своевременного обнаружения сбоев в работе бортового оборудования. Учет рекомендаций психолингвистики к кодированию информации и использованию аббревиатур повышает вероятность правильного понимания их смысла практически до полной безошибочности.

Удобная рабочая поза летчика в 2,5 раза продлевает время маневрирования при больших перегрузках. Психологический отбор сокращает отчисление из летных училищ по неуспеваемости на 10–15%, при этом качество подготовки курсантов повышается на 30%.

Выявление эргономических недостатков на ранних стадиях создания авиационных комплексов сокращает число их доработок по результатам испытаний в 2 раза. Комплексное эргономическое военное сопровождение разработок, испытаний и эксплуатации авиационной техники повышает эффективность ее эксплуатации на 18–20%. При этом летное долголетие и, прежде всего, высококлассных летчиков и летчиков-снайперов продлевается на 3–3,5 года. Все это подтверждает необходимость разработки и внедрения методологии, средств и технологий эргономического обеспечения летного труда.

Для этого необходимо изучать эргономические характеристики образцов авиационной техники, ошибки, трудности и проблемы пилотирования и оценивать психологические, физиологические и биомеханические возможности летчика по обеспечению профессиональной надежности. При организации научного сопровождения создания и экспертизы проектов, макетов и образцов разрабатываемой техники необходимо иметь в виду, что эффективность учебно-боевой подготовки и освоения вершин летного мастерства зависит также от учета



психологии в организации летной работы и нормирования летного труда, как при усложнении полетов, так и при недостаточной летной нагрузке. При переутомлении летчика кратно увеличивается количество непреднамеренных ошибочных и несвоевременных действий, снижается переносимость летных перегрузок и повышается восприимчивость к инфекции.

Нормирование летного труда в 2,5–3 раза сокращает число ошибочных и неоптимальных действий летчика в связи с утомлением и перенапряжением, а также при перерывах в полетах. Поэтому необходимо вовремя выявлять случаи утомления и переутомления летчика, несоответствия нагрузки его индивидуальным возможностям, снижения готовности к полетам и ухудшения состояния здоровья.

Необходимо также завершить разработку нормативных правовых документов, регламентирующих порядок и содержание работ по учету возможностей летчика как при разработке средств, алгоритмов работы и систем жизнеобеспечения, так и при организации летного труда, отборе, подготовке, поддержании работоспособности и социально-психологическом обеспечении профессиональной деятельности.



## **Секция 5. «АВИАЦИЯ И ВОЗДУХОПЛАВАНИЕ»**

### **МОНОБЛОЧНЫЙ ЭКСПЕДИЦИОННЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ КОМПЛЕКС**

В.Д. Денисов

Доклад представляет собой обзор работ автора по созданию моноблочного экспедиционного космического комплекса (МЭКК) и может рассматриваться как презентация монографии. В основу концепции МЭКК положен суборбитальный самолет Мясичева В.М. — МГ-19. Приведены основные результаты исследований и основные рекомендации по технологии эксплуатации МЭКК.

Показано, что современный уровень технологий позволяет реализовать проект многоразового космического корабля, способного в моноблоке стартовой массой 500 тонн совершить экспедицию на Марс или Луну, облет Венеры (без ракет).

В данном проекте используется технология опережающего проектирования В.М. Мясичева и идеи основоположников космонавтики К.Э. Циолковского, в части создания искусственной гравитации, и Ф.А. Цандера в производстве продуктов питания в экспедиции.

Для выхода из гравитационного колодца используется комбинированная ядерная двигательная установка. Приводится оптимальная траектория выведения на орбиту Земли. В межорбитальном полете применяется бортовая ядерная электростанция и электроракетные двигатели. Приводятся результаты расчетов космической баллистики. Для дозаправки используются аналогичные корабли-заправщики (спасатели), по технологии К.Э. Циолковского— В.М. Мясичева, а для использования попутных ресурсов — напланетный горнодобывающий комбайн НИИ геохимии им. Вернадского.

Приводится решение проблемы радиационной безопасности экипажа ядерного МЭКК в межпланетном полете и достижимые параметры облучения при приемлемых массовых характеристиках, а также оптимальные параметры искусственной гравитации в межпланетном перелете и безрасходное устройство для ее обеспечения.

Приводятся результаты расчетов экономической эффективности МЭКК в межпланетной экспедиции по сравнению с использованием ракет и орбитальных сборочных комплексов.

Приводится вариант технологии самофинансирования проекта.



Для сокращения времени перелета не исключая возможности реализации в межпланетном полете других технологий на базе двигателя Леонова, Серла, энергоустановок Рощина–Година или Николы Тесла.

## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ СУБОРБИТАЛЬНОГО РАКЕТОПЛАНА**

З.С. Гарбузов, Р.Э. Аюпов

Разрабатываемая система автоматического управления (САУ) обеспечивает автоматическое, а также автоматизированное (при вмешательстве человека-оператора) управления беспилотным суборбитальным ракетопланом (СРП) при решении широкого набора целевых задач. Система вырабатывает управляющие воздействия по адаптивному набору критериев, составляемому исходя из целей полёта.

Решены задачи управления СРП в диапазоне высот от 0 до 100 км. Помимо управления предусмотрен контроль работоспособности бортовых систем и обмен корректирующими командами с наземным пунктом управления.

Разрабатываемая система имеет аппаратно-программное, информационное и временное резервирования ключевых элементов, благодаря чему существенно повышается надежность САУ.

Для повышения надежности САУ бортовой комплекс управления (БКУ) построен по модульному принципу с разделением на систему навигации и систему стабилизации. БКУ реализован на компактных и широкодоступных платформах Raspberry PI и Arduino, что позволяют уменьшить стоимость БКУ.

Для управления и обеспечения оптимального вектора состояния СРП при различных изменениях внешних условий реализуются адаптивные алгоритмы управления.

Реализован алгоритм облета точек в пространстве как по заранее заданному маршруту, так и по динамически созданному во время полета, с учетом текущих параметров местоположения, ориентации, состояния СРП и окружающей среды.

Разработан стенд полунатурного моделирования, позволяющий отлаживать алгоритмы управления, стабилизации и парирования нештатных ситуаций, а также позволяет проводить предполетное тестирование всех систем БКУ в лабораторных условиях.



В докладе представлены результаты разработки САУ, её характеристики и возможности, рассмотрены алгоритмы и подходы к решению задач управления СРП.

## **РАСЧЕТНО-СТАТИСТИЧЕСКАЯ НЕСТАЦИОНАРНАЯ МОДЕЛЬ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ПРИЛОЖЕНИИ К ИССЛЕДОВАНИЯМ ВЫСОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ БОЛЬШОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПОЛЕТА**

В.Н. Титоренко, В.Г. Николаев, Ю.И. Кудряшов

Практика исследований высотных летательных аппаратов (ВЛА) большой продолжительности полета с силовой установкой на солнечной энергии показывает, что проектные характеристики ВЛА чувствительны к вариациям характеристик окружающей среды: энергетическим и пространственно-временным характеристикам Солнца, термодинамическим и ветровым характеристикам атмосферы. Поэтому достоверность и обоснованность исходных расчетных параметров окружающей среды имеет существенное значение при концептуально-обликовых исследованиях ВЛА.

В концептуально-обликовых исследованиях ВЛА с силовой установкой на солнечной энергии используются различные алгоритмы и программы расчета энергетических и пространственно-временных характеристик Солнца. Анализ данных алгоритмов и моделей показывает, что они часто носят упрощенный характер, как при вычислении угловых характеристик Солнца, так и при вычислении энергетических характеристик и не всегда учитывают факторы и особенности прихода энергии Солнца на ВЛА.

В современных исследованиях ВЛА данные по ветровым характеристикам атмосферы получают из международного стандарта пространственно-временного распределения характеристик ветра стандарт — ISO 5878/D-1 (отечественный аналог ГОСТ 24728-81) или с помощью программы распределения ветровых характеристик — HWM07. Термодинамические характеристики атмосферы (плотность, давление и температура воздуха) в концептуально-обликовых исследованиях ВЛА получают из международного стандарта ISO 5878 или с помощью программы нестационарной модели атмосферы — GRAM-07.

Стандарты ISO 5878/D-1 и ISO 5878 базируются на данных аэрологических измерений атмосферы, полученных до 1982 г., что не обеспечивает достаточную достоверность ввиду глобальных



изменении атмосферы за последние десятилетия. Программы HWM07 и GRAM-07 содержат большое число входных параметров и ориентированы в основном для научных исследований, что затрудняет их использование в программах исследования ВАЛ. Ветровые и термодинамические характеристики атмосферы, получаемые из стандартов ISO 5878/D-1 и ISO 5878 или с помощью программ HWM07 и GRAM-07, имеют низкое, с точки зрения требований исследований ВЛА, пространственно-временное разрешение, что снижает достоверность и обоснованность результатов исследования ВЛА.

Целью настоящей работы является разработка модели окружающей среды, позволяющей повысить достоверность и обоснованность результатов расчетов и приемлемого, с точки зрения требований концептуально-обликовых исследований ВЛА, пространственно-временного разрешения характеристик окружающей среды.

Приведены результаты расчета энергетических и пространственно-временных характеристик Солнца, полученных с помощью программы, включающей программу расчета угловых характеристик Солнца, на основе алгоритмов применяющихся в практической астрономии, и программы расчета прямой солнечной радиации, на базе алгоритма модели интегрального спектрального пропускания излучения в атмосфере.

Расчет термодинамических и ветровых характеристик атмосферы получен с помощью численных баз данных многолетних аэрологических измерений термодинамических и ветровых характеристик атмосферы на стандартных изобарических уровнях. С помощью разработанных численных баз данных и программы расчета средних характеристик атмосферы рассчитаны среднестатистические значения термодинамических и ветровых характеристик атмосферы с заданным пространственно-временным разрешением.

## **КОНЦЕПЦИИ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ БОЛЬШОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ ПОЛЕТА С РАЗЛИЧНЫМИ ТИПАМИ БОРТОВЫХ ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ И СХЕМАМИ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ**

В.Н. Титоренко

Анализ состояния и тенденций развития отечественных и зарубежных исследований по высотным беспилотным летательным аппаратам (БЛА) большой продолжительности полета аэростатических и



самолетных схем показывает, что высотные БЛА большой продолжительности полета имеют высокий потенциал применения при решении различных задач мониторинга, стратосферной и мобильной связи в малонаселенных регионах.

Значительная часть отечественных и зарубежных исследований беспилотных систем предполагает её реализацию на базе БЛА с силовыми установками на солнечной энергии. Однако в полярных и приполярных регионах реализация концепции круглогодичного полета БЛА на солнечной энергии труднореализуема.

Приведены результаты исследований, показавшие, что круглогодичное функционирование БЛА в условиях полярной ночи возможно за счет бортовых источников энергии (химических, изотопных, ядерных) или дистанционно передаваемой энергии с помощью лазерного или СВЧ излучения от наземных или космических энергостанций или с помощью различных схем комбинированного энергоснабжения.

В рамках данных исследований проведен предварительный анализ концепций БЛА с различными типами бортовых источников энергии и схемами энергоснабжения с позиции уровня технологической готовности (TRL).

В докладе приведена схема концепции БЛА большой продолжительности полета с различными типами бортовых источников энергии и схемами энергоснабжения, позволяющими круглогодично функционировать в полярных и приполярных регионах страны. Показаны облики БЛА, летно-технические характеристики и структурно-функциональные схемы силовых установок.

**АВТОМАТИЗИРОВАННЫЙ ИМИТАЦИОННО-  
МОДЕЛИРУЮЩИЙ СТЕНД  
ДЛЯ ОТЛАДКИ И ТЕСТИРОВАНИЯ  
СИСТЕМЫ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ  
БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА**

А.А. Недогарок, В.В. Корянов, З.С. Гарбузов, Р.Э. Аюпов,  
А.Г. Топорков

При обеспечении надёжности любого аэрокосмического комплекса важное значение имеет этап дополётных испытаний. Наземное тестирование узлов и агрегатов летательных аппаратов (ЛА) позволяет добиться уменьшения аварийности и снижения стоимости жизненного цикла ЛА. Возрастающая мощность современных цифровых вычислительных средств обеспечивает высокую точность моделирования,



снижение временных затрат и высокую экономическую эффективность при модельных и полунатурных испытаниях.

Для проверки программного и аппаратного обеспечения системы автоматического управления (САУ) беспилотных летательных аппаратов (БПЛА) и своевременного выявления ошибок разработан автоматизированный имитационно-моделирующий стенд (АИМС). АИМС реализован на базе скриптов, функционирующих в системе MATLAB под управлением IBM PC-совместимой ЭВМ. Стенд сопрягается с аппаратным модулем САУ по интерфейсу USB.

АИМС реализует процесс управления модельным движением объекта управления (БПЛА) под управлением подключенной САУ. Возможно задание разнообразных начальных условий и сценариев моделирования, включающих имитацию возникновения нештатных ситуаций. На данном этапе АИМС обеспечивает: тестирование работоспособности аппаратных модулей САУ; моделирование движения БПЛА с имитацией различных нештатных ситуаций и возмущающих воздействий; обмен информацией с САУ по USB интерфейсу; приём, запись, обработку и визуализацию сигналов управления, вырабатываемых САУ.

В докладе описывается структура и основные алгоритмы работы комплекса. Приводятся примеры тестирования с помощью АИМС системы управления суборбитального беспилотного ракетоплана, разрабатываемого в Молодёжном космическом центре МГТУ им. Н.Э. Баумана.

## **АЭРОДИНАМИЧЕСКОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ ПРОФИЛЯ КРЫЛА БЕСПИЛОТНОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА МАЛОЙ РАЗМЕРНОСТИ**

**Е.С. Пархаев, Н.В. Семенчиков**

В настоящее время беспилотные летательные аппараты (БПЛА) самолетной схемы класса мини и микро считаются перспективным направлением развития авиационной техники. Выполнение задач воздушной разведки, по средствам фото- и видеосъемки в режиме реального — основная функция подобных аппаратов, которую невозможно выполнить другими средствами.

В то же время дальнейшее совершенствование летно-технических характеристик таких аппаратов требует тщательного аэродинамического проектирования. Дело в том, что при малых скоростях полета и малых размерах БПЛА влияние сил вязкости потока пре-



обладает, что является причиной возникновения такого сложного явления, как ламинарно-турбулентный переход с образованием местного отрыва потока (отрывного пузыря). Размер отрывной области, а также положение точки перехода во многом определяются формой профиля крыла беспилотника.

В работе рассмотрен метод аэродинамического проектирования, представляющий собой сочетание параметрической (геометрической) модели описания профиля крыла, аэродинамической модели обтекания профиля при малых числах Рейнольдса и управляющего алгоритма оптимизации. Показаны численные примеры решения задачи оптимизации профиля крыла с использованием различных ограничений, исходя из аэродинамических, прочностных и технологических требований.

Получены профили для БПЛА, выполняющих различные технические задачи, как, например, полет на максимальную дальность, продолжительность, скорость полета.

## **ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПТИМАЛЬНОГО ВАРИАНТА СИСТЕМЫ ЭНЕРГОСНАБЖЕНИЯ БЕСПИЛОТНОГО ВЫСОТНОГО ДИРИЖАБЛЯ ДЛЯ ДЛИТЕЛЬНОГО БАРАЖИРОВАНИЯ В СЕВЕРНЫХ ШИРОТАХ**

А.В. Редькин

Создание и применение многоцелевой аэростатической платформы (высотного дирижабля) с большой продолжительностью полета может быть особенно эффективным в России для решения оборонных и других государственных задач в связи с большой протяженностью наземных и морских границ РФ.

Основные концепции технической реализации данной идеи основаны на использовании солнечной энергетики как постоянного источника энергии. Другим природным фактором, определяющим затраты энергии на удержание летательного аппарата в заданной точке на заданной высоте, является скорость ветрового потока. Сопоставление эффекта воздействия данных природных явлений (солнечное излучение, ветер) на высотный дирижабль и поиск оптимальной высоты полета для разных широт и соотношения параметров энергосистемы являлись основной задачей данной работы.

Потребная мощность и суточная энергия были рассчитаны для дирижабля классической формы с объемным коэффициентом сопротивления  $c_{xu}=0,026$  в полете на постоянном угле атаки  $\alpha=0^\circ$  при усло-



вии равенства взлетного веса  $G_{взл}$  аэростатической подъемной силе  $\Phi$ . Расчет выполнялся при фиксированном  $G_{взл} = 106782$  Н и изменяющемся объеме оболочки  $U_{об}$  в соответствии с высотой полета. Крейсерская скорость полета дирижабля  $v_{кр}$  принята равной скорости ветра, определенной по статистическим данным. Потребная мощность на валу двигателя силовой установки  $N_{потрв}$  вычислим по формуле, полученной путем преобразований и подстановки в выражение для аэродинамического сопротивления корпуса дирижабля зависимости  $G_{взл}$  от  $U_{об}$ :

$$N_{потрв} = \frac{\rho_{h0} \cdot C_{xu}}{2 \cdot \eta_{в} \cdot \eta_{ред} \cdot K_{эп}^{2/3} \cdot (\rho_{h0} - \rho_{h20})^{2/3}} \cdot \sqrt[3]{\Delta \rho_h} \cdot v_{кр}^3 \cdot G_{взл}^{2/3} \quad (1)$$

где  $\rho_{h0}$  – плотность воздуха на высоте  $h=0$ ,  $\Delta \rho_h$  – изменение плотности воздуха на заданной высоте  $h$  относительно  $h_0$ ,  $\eta_{в}$  – КПД воздушного винта,  $\eta_{ред}$  – КПД редуктора,  $U_{об}$  – полный объем воздухоизмещения оболочки (корпуса) дирижабля.

В расчете располагаемой энергии, которую дирижабль может получить от Солнца, задача делится на внешнюю и внутреннюю. Внешняя задача заключается в определении значения суточной приходящей солнечной инсоляции (энергии) на поверхность батареи солнечных элементов, размещенных на оболочке дирижабля при заданных дне года, высоте и широте полета. Для ее решения в системе САТIAV5 была воспроизведена 3-d модель Земли ( $M \ 1 \div 10000$ ), освещенной Солнцем, и движущегося в заданной точке высотного дирижабля с размещенными на нем солнечными элементами. Модель позволяет определять суммарные значения приходящей на поверхность солнечных элементов суточной солнечной энергии в пространственных и временных координатах (высота, широта полета, день года).

Для решения внутренней задачи используются соотношения, полученные на основании анализа суточного баланса энергии. Исходя из известной величины веса энергосистемы ( $G_{эс}=31667$  Н), удельных весов солнечных элементов ( $\gamma_{сэ}=0,8$  кг/м<sup>2</sup>) и системы аккумулирования ( $\gamma_{акк}=380$  Вт·ч/кг), были определены значения оптимальной площади батареи солнечных элементов, емкости системы аккумулирования, располагаемой полезной суточной энергии и среднесуточной мощности энергосистемы для ряда географических точек на севере РФ.

В докладе приведены результаты расчета определенной по формуле (1) потребной мощности и располагаемой среднесуточной мощности для района о. Тикси.



## **СИНТЕЗ МЕТЕОИНФОРМАЦИИ С ПРИМЕНЕНИЕМ СОВРЕМЕННЫХ СРЕДСТВ ВЫЧИСЛИТЕЛЬНОЙ ТЕХНИКИ**

А.С. Спирин

Радиолокационные комплексы осуществляют геофизический мониторинг окружающей среды, целью которого является контроль и обнаружение метеорологических явлений, влияющих на безопасность полетов, анализ и прогнозирование состояния облачности, появления осадков и связанных с ними опасных явлений погоды для получения краткосрочного прогноза и штормовых предупреждений. Результатами мониторинга является получение, обработка и представление достоверных данных о погодных условиях в конкретном регионе, на основании которых принимаются решения по обеспечению полетов.

В настоящее время все больше возрастает значение своевременного получения объединенной метеоинформации по территориям нескольких областей на основании соответствующих данных от нескольких радиолокаторов. В настоящее время для создания сети, охватывающей большую часть территории Российской Федерации, в качестве базового лоатора был выбран доплеровский метеорологический радиолокатор ДМРЛ-С.

В работе показано, что внедрение ДМРЛ-С позволяет повысить эффективность системы наблюдения за опасными метеообразованиями и явлениями.

При установке нескольких ДМРЛ-С в зоне ответственности одного центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды возникает необходимость обработки достаточно большого объема информации. В работе проанализирована возможность синтеза информации путем создания автоматизированной информационно-управляющей системы (АИУС), позволяющей не только управлять на значительном расстоянии отдельными ДМРЛ, но и анализировать в автоматическом режиме поступающую информацию от нескольких радиолокаторов. Представлено функциональное описание автоматизированной информационно-управляющей системы, построенной с применением современных принципов работы вычислительной техники.

АИУС функционально будет состоять из следующих составляющих: источники информации (непосредственно аппаратура ДМРЛ-С), вычислительный модуль, система отображения, система передачи данных, система бесперебойного питания.

В результате создания АИУС появляется возможность предоставлять конечным потребителям более обширную и точную информацию в более сжатые сроки.



## **КОНЦЕПЦИЯ НАУЧНО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКОЙ «ДОРОЖНОЙ КАРТЫ» ПРИМЕНЕНИЯ АЛЬТЕРНАТИВНЫХ ВИДОВ ТОПЛИВА И ИСТОЧНИКОВ ЭНЕРГИИ В АВИАЦИИ**

А.В. Смирнов, А.А. Охапкин

Исчерпаемость запасов природных ресурсов ископаемого топлива, а также увеличение негативного влияния на окружающую среду и климат при его сжигании стимулируют внедрение во всех видах транспорта, в том числе и авиационном, альтернативных видов топлива и источников энергии. Для решения этой сложной и комплексной задачи, для того чтобы ограниченные научные и материальные ресурсы выделялись на наиболее приоритетные мероприятия, которые окажут наибольшее влияние в краткосрочной перспективе и одновременно заложат основу для долгосрочных улучшений, необходимо создание дорожных карт, которые способны служить реальным инструментом планирования и контроля выполнения поставленных перед авиастроением долгосрочных целей.

Создание новых технологий применения альтернативных видов топлива и источников энергии в гражданской авиационной технике направлено на достижение трёх целей: рациональное использование природных ресурсов; сокращение эмиссии загрязняющих веществ; повышение производительности, безопасности и доступности авиационных работ.

В ходе формирования дорожной карты и определения технологических проблем применения альтернативных источников энергии на авиационном транспорте определены роль и место воздушного транспорта в энергетическом балансе России. Анализ энергобаланса страны показывает, что транспорт в целом является наименее энергоэффективным сектором экономики. При этом воздушный транспорт остается еще и самым недиверсифицированным (с точки зрения использования природных ресурсов) из всех видов транспорта. Анализ энергетического баланса воздушного транспорта России показывает, что на выполнение транспортной работы приходится более 95% годового объема топливопотребления в гражданской авиации РФ. В качестве топлива для подавляющего количества типов воздушных судов используется традиционный авиакеросин.

Созданный вариант дорожной карты предусматривает:

– выделение наиболее перспективных направлений создания технологий в области применения альтернативных видов топлива и



источников энергии при создании авиационной техники гражданского назначения;

- прогноз готовности технологий, оценку преимуществ и недостатков альтернативных видов топлива и источников энергии по сравнению с авиационным керосином;

- определение классов летательных аппаратов, для которых использование альтернативных видов топлива и источников энергии является наиболее эффективным и представляется наиболее вероятным (исходя из готовности технологий) в краткосрочном, среднесрочном и долгосрочном периодах прогнозирования;

- учет влияния применения технологий на полноту решения государственных задач в области развития авиационного транспорта РФ;

- увязку государственных задач в сфере развития авиационного транспорта России, перспектив создания авиационной техники гражданского назначения и технологий в области применения альтернативных видов топлива и источников энергии.

## **НЕКОТОРЫЕ АСПЕКТЫ ПРОБЛЕМЫ ОБЛЕДЕНЕНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ**

С.С. Волков, О.В. Стройкина, А.Л. Рыбалкина

Обледенение самолетов является одной из сложных многофакторных проблем эксплуатации воздушного транспорта. Обледенение планера ведет к ухудшению аэродинамических и летных характеристик воздушного судна (ВС). При этом возможны повреждения конструкции и нарушения работы силовой установки, самолетных систем, а также приборов, связанных с приемниками воздушного давления. Лед, образовавшийся в статических отверстиях или датчиках угла атаки, может исказить вводимую в системы пилотажных приборов информацию об абсолютной высоте, воздушной скорости и угле атаки.

Работа по преодолению этого опасного явления ведется практически с начала авиационных пассажирских перевозок. Были уточнены принципиальные основы решения этой проблемы, разработаны новые правила, технические требования, эксплуатационные рекомендации, усовершенствованы средства и методы защиты самолетов, что играет большую роль в повышении безопасности полетов. Однако авиационные происшествия продолжают иметь место.

В работе приводится анализ мировой статистики авиационных происшествий, связанных с обледенением, более чем за 20 лет. Было



выявлено, что в период с 1990–2001 гг. около 3% всех авиационных происшествий связаны с обледенением; в России с 2001 по 2013 г. произошли два авиационных происшествия с самолетами и три с вертолетами. В работе показано, что основными причинами авиационных происшествий являются: изменение аэродинамических характеристик при отложении льда на крыле ВС; помпаж двигателя в результате попадания льда, повлёкший разрушение конструкции; невключение противообледенительной системы при обледенении в воздухе; решение не проводить противообледенительную обработку самолета; повторное обледенение после обработки противообледенительной жидкостью при длительном ожидании вылета.

Таким образом, показано, что проблема обледенения ВС продолжает оставаться актуальной и является совокупностью неблагоприятных метеоусловий и человеческого фактора. Для снижения влияния проблемы обледенения ВС необходимо правильно оценивать степень опасности при неблагоприятных метеоусловиях, отслеживать условия, способствующие образованию льда, не допускать вылета без противообледенительной обработки при возможности образования льда.

## **ОБ АВИАЦИОННЫХ ИНЦИДЕНТАХ, СВЯЗАННЫХ СО СТОЛКНОВЕНИЕМ ПТИЦ С ВОЗДУШНЫМИ СУДАМИ**

Е.Ю. Крашенинников, А.С. Семёнов, А.Л. Рыбалкина

Каждый год в мире происходит около 5 тысяч случаев столкновения воздушных судов (ВС) с птицами. В нашей стране максимальное количество столкновений было зарегистрировано в 1987 г. — 393 случая. Динамика столкновений снижается вплоть до 1994 г., а в последующие годы колебания происходят в достаточно узких рамках: от 43 до 68 регистрируемых столкновений в год.

В работе проанализированы сведения об инцидентах, связанных со столкновениями с птицами для самолетов Ту-154 и Ту-204 за 2003–2011 гг. Получено, что более 70% столкновений происходит днем, а наиболее опасными являются высоты до 200 метров. При этом около 40% столкновений имеет место на этапах снижения и посадки ВС, а 60% — на этапах взлета и набора высоты.

Анализ последствий столкновений показал, что наиболее уязвимыми являются двигатели — на них приходится 40% столкновений, крылья — 33%, лобовое стекло кабины — 16 %, фюзеляж — 7% .

Проанализированы пути снижения опасности столкновений. В аэропортах птиц, обычно, привлекают пища, вода и укрытие. Способы



предупреждения скопления птиц в районе аэропорта делятся на две категории:

1. Изменение условий на местности: устранение источников корма, уменьшение площадей, выделяемых под сельское хозяйство вблизи аэропортов, устранение мусорных свалок, уменьшение количества водоемов, уменьшение мест укрытия птиц, выбор видов растений, которые не дают семян или ягод, привлекающих птиц, и не обеспечивают места для укрытия.

2. Отпугивание птиц: средства акустического отпугивания (газовые пушки, крик тревоги, крик опасности, крик хищников), средства визуального отпугивания (пугала, чучела хищников), отпугивающие химические вещества, ловушки, использование ловчих птиц.

В работе приведен обзор методов борьбы с птицами в аэропортах московского авиационного узла.

Таким образом, для снижения количества столкновений птиц с ВС необходимо совершенствовать и разрабатывать новые средства предупреждения наличия птиц на аэродроме и средства отпугивания, что в итоге приведет к повышению уровня безопасности полетов.

## **АНАЛИЗ СТАТИСТИКИ АВИАЦИОННЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ И ИНЦИДЕНТОВ, СВЯЗАННЫХ С ПОПАДАНИЕМ ЭЛЕКТРИЧЕСКИХ РАЗРЯДОВ НА ВОЗДУШНЫЕ СУДА**

Е.И. Трусова, А.Л. Рыбалкина

Одним из наиболее частых и непредсказуемых явлений, возникающих внезапно и так или иначе угрожающее безопасности полётов, является электризация воздушных судов (ВС) и попадание молний в ВС. Они могут привести к авиационным происшествиям и инцидентам.

В работе проведен анализ наиболее значимых авиационных происшествий (АП) самолётов, связанных с попаданием молний в воздушные суда (ВС). Показано, что начиная с 1963 г. наблюдался ряд авиационных происшествий, связанных с поражением ВС молниями. Наиболее опасна молния для низколетящего самолёта, так как в этом случае летательный аппарат может сыграть роль проводника тока молнии из облака в землю. Известны случаи поражения самолётов молнией на взлете и посадке, а также на стоянке, которые закончились катастрофами или уничтожением летательного аппарата.

Также в работе была проанализирована статистика авиационных происшествий и инцидентов самолётов ТУ-154 и ТУ-204, произошед-



ших в результате попадания в ВС электрических разрядов. Показано, что поражение ВС электрическими разрядами чаще всего происходит на этапе захода на посадку — 45%; 33% приходится на этап набора высоты, наименьшее количество приходится на этап полета на эшелоне — 22%.

Проанализировав погодные условия, в которых происходило поражение ВС электрическими разрядами, получено, что поражение ВС электрическими разрядами чаще всего наблюдается в условиях грозовой деятельности — 64% и реже - в условиях кучево-дождевой облачности без грозы — 25%, а также в условиях слоистой облачности — 11%.

Удар молнии в корпус самолета без обеспечения защиты от электрических разрядов может привести к пожару, порче обшивки и, в конечном итоге, к АП. Но, в большинстве современных самолетов имеется защита от электрических разрядов. Анализ повреждений вследствие попаданий электрических разрядов показал что, наиболее частыми последствиями являются повреждение обтекателя РЛС — 43%, обгорание электрических разрядников — 43% и оплавление обшивки ВС — 14%.

Помимо этого, были проанализированы факторы, сопутствующие возникновению инцидентов. Показано, что ряд инцидентов, связанных с электризацией ВС, включает в себя сопутствующий человеческий фактор: недостаток сведений о метеобстановке, несвоевременное предупреждение экипажа о неблагоприятной метеобстановке, а также ошибки экипажа при управлении ВС в неблагоприятных метеоусловиях.

Таким образом, проблема поражения ВС электрическими разрядами продолжает оставаться актуальной. Воздействие неблагоприятных внешних условий, таких как грозы, электризация ВС, обледенение и т.д., является причиной авиационных происшествий и инцидентов как непосредственно, так и сопутствуя проявлению человеческого фактора.

## **АЭРОДИНАМИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ДИРИЖАБЛЯ ПРИ ЕГО ДВИЖЕНИИ ЧЕРЕЗ АТМОСФЕРНЫЕ СТРУЙНЫЕ ТЕЧЕНИЯ**

Та Суан Тунг, Н.В. Семенчиков

Проведено численное исследование аэродинамических характеристик дирижабля с круговым поперечным сечением при наличии



гондолы и без неё при его движении через атмосферные струйные течения различного типа. Решение задачи осуществлялось с помощью программного комплекса Ansys Fluent 15 (лицензия № 00632255).

Моделирование обтекания и расчет аэродинамических характеристик корпуса дирижабля с удлинением  $\lambda = 4,5$  были проведены для случаев восходящей воздушной струи, натекающей на дирижабль со стороны гондолы, и поперечной струи, ось которой составляла угол  $\beta$  с базовой плоскостью дирижабля. Число Рейнольдса было равно  $Re = (1,43 \dots 5,3) \times 10^6$ . Трапециевидные консоли оперения дирижабля имели профиль НАСА 0006, рули отклонены не были, носовое усиление корпуса в расчетах и работа винтовых движителей не учитывались. Ширина струйной области в ее начальном сечении на границе счетной области была равна двойной длине корпуса дирижабля. Течение в окрестности корпуса предполагалось турбулентным.

В результате расчетов выявлены особенности обтекания, получены зависимости коэффициентов аэродинамических суммарных сил и моментов дирижабля от определяющих параметров.

Показано, что расположение дирижабля относительно центра струйного течения, ширина струйного течения, соотношение скорости поступательного движения дирижабля и осевой скорости струи, ориентация дирижабля относительно оси струйного течения определяют величины и знак аэродинамических сил и моментов, действующих на дирижабль. При пересечении границ струйного течения дирижаблем абсолютные величины коэффициентов аэродинамических сил и моментов дирижабля могут во много раз превышать их значения в свободном от струйного течения пространстве, и тогда, когда дирижабль полностью находится в струйном течении.

В частности, найдено, что когда дирижабль перемещается через восходящую воздушную струю, уменьшение поперечного размера сечения корпуса в плоскости, перпендикулярной оси струи, приводит к значительному уменьшению максимальных значений модуля коэффициента аэродинамической осевой силы и коэффициента нормальной силы.

Установлено, что при перемещении дирижабля через поперечную струю гондола оказывает существенное влияние на аэродинамические характеристики дирижабля и их изменение по определяющим параметрам.



## ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕПЛОБАРЬЕРНОГО ПОКРЫТИЯ НА РАБОЧИХ ЛОПАТКАХ ТУРБИНЫ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ

В.В. Древняк, Р.Г. Равилов, М.А. Петрова, В. М. Самойленко,  
Саадатибаи Мехди

Использование теплобарьерных покрытий (ТЗП) для охлаждаемых лопаток является актуальным направлением совершенствования газовых турбин. В отличие от широко применяемых жаростойких покрытий, ТЗП защищают не только поверхность лопаток от высокотемпературной коррозии, но и материал лопатки от разупрочнения в результате воздействия высоких температур. ТЗП выравнивает температуру поверхности лопатки и понижает термические напряжения в ней при работе двигателя на стационарных и переходных режимах.

Температурное поле современных охлаждаемых рабочих лопаток является весьма неоднородным. Градиент температуры по поверхности и сечению стенок лопаток приводит к возникновению значительных термических напряжений, достигающих наибольших значений на нестационарных режимах работы двигателя.

Известно, что одной из важнейших функций (ТЗП) является создание теплового барьера для защиты материала детали от перегрева. Поэтому при проектировании ТЗП необходимо с достаточной точностью знать теплофизические характеристики разрабатываемого покрытия.

В случае отсутствия обтекания поверхности покрытия охлаждающим воздухом, оценочный расчёт температуры стенок можно провести по формулам:

$$T_{\text{пов.п.}} = T_{\text{г}} - q/\alpha_1 \quad (1),$$

$$T_{\text{пов.вн.}} = T_{\text{охл}} + q/\alpha_2 \quad (2),$$

где,  $\alpha_1$  и  $\alpha_2$  – коэффициенты теплопередачи со стороны потока продуктов горения и со стороны охлаждающего воздуха, тепловой поток к стенке лопатки:  $q = k (T_{\text{г}} - T_{\text{охл}})$ , где обобщённый коэффициент теплопередачи:

$$k = \frac{1}{1/\alpha_1 + \delta_1/\lambda_1 + \delta_2/\lambda_2 + 1/\alpha_2} \quad (3),$$

где,  $\delta_1$ ,  $\delta_2$  – толщины стенки лопатки и керамического слоя ТЗП в мм,

$\lambda_1$ ,  $\lambda_2$  – теплопроводность стенки и керамического слоя ТЗП в ккал/м\*ч\*град.



Как видно из представленных зависимостей, расчёт требует знания основных теплофизических характеристик керамических слоёв, учитывая имеющуюся зависимость от изменения толщины и структуры.

Авторами был проведен расчет температурного поля лопатки с применением ТЗП толщиной 80 и 160 мкм, а также без покрытия. Расчет проводили методом тепловых расчетов плотности теплового потока с дальнейшим определением эффективности ТЗП – выраженная в перепаде температур создающим покрытием.

Результаты расчета показали, что в зоне входной кромки действует максимальная температура, притом, что на корыте покрытие находится практически в изотермических условиях. Видно, что необходимо применять ТЗП на рабочих лопатках ГТД с целью обеспечения его долговечности.

Результаты расчета показали, что увеличение толщины керамического слоя вдвое позволило увеличить перепад температуры между поверхностью керамики и под керамическим слоем также практически вдвое. Однако приращение перепада температуры по сравнению с внутренней полостью не достигнуто двух кратного увеличения, где в охлаждении лопатки участвует и система охлаждения. Это свидетельствует о том, что с увеличением толщины ТЗП его эффективность, как теплового барьера, падает.

Таким образом, установлено, что толщину керамического слоя нецелесообразно увеличивать больше 100...120 мкм на лопатках высоконагруженных двигателей. Это приводит к увеличению массы лопатки и нагрузки на ротор турбины, при этом увеличение эффективности теплового барьера за счет применения ТЗП не достигается. Кроме того, увеличение толщины ТЗП приводит к снижению адгезионной прочности между керамикой и металлическим подслоем.

## **ПСИХОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ЛЕТНОГО МАСТЕРСТВА**

М.Б. Меликова

Доклад посвящен анализу структуры смысловой регуляции деятельности летчика-профессионала, включая высший психологический регулятор действий — «чувство самолета».

Профессиональное развитие летчика бывает двух типов — условно-рефлекторный, с преобладанием навыков; смысловой, построенный на умениях, вершиной которого является летное мастер-



ство. Наличие летного мастерства позволяет летчику самостоятельно действовать в условиях новизны и неопределенности.

В общем смысле, это — способность к творчеству, основанная на смыслообразовании, с кибернетической точки зрения — обеспечение функции адаптивного звена системы, вырабатывающего решения в нестандартных ситуациях полета. Феноменология летного мастерства включает 1) «чувство самолета» (летное чувство, чутьё, интуицию) как высший психологический регулятор действий летчика, 2) эстетические переживания полета, 3) значимые неинструментальные сигналы о поведении самолета, 4) подпороговые сенсорные и моторные кванты, обеспечивающие тонкую связь с объектом, 5) появление индивидуального стиля.

Основной компонент летного мастерства — «чувство самолета» — представлен сознанию как «слияние с объектом управления»: 1) «самолет как продолжение моего тела», 2) «движение самолета как продолжение моего движения».

При построении психологической модели летного мастерства принимались во внимание исследования аутоэтических продуктивных состояний «потока» (М. Чиксентмихайи), философские принципы «у-вэй» («недеяния») как совершенства в овладении ремеслом, научные достижения в изучении единства интуитивных процессов, включая познание и наслаждение искусством со «схемой тела» (Ф. Варела, Я. Панксепп, М. Корсакова-Крейн), труды Н.А. Бернштейна, Ф. Горбова, В.А. Пономаренко, А.В. Запорожца, Ю.К. Стрелкова, В.А. Толочка, Д.Н. Завалишиной, А.А. Обознова, а также «музыкальные метафоры» (модели восприятия музыки и стилеобразования).

Феноменологические наблюдения обобщены в виде модели инвариантной структуры психической регуляции управляющих действий. В смысловой регуляции деятельности летчика выделяются несколько уровней: операционально-смысловой, эстетический, ценностно-смысловой (духовно-нравственный). Умение как единица смысловой регуляции предполагает, что взаимодействие «летчик–самолет» включает не только контур управления, но и контур настройки «психологического регулятора» действий. Психологический регулятор как связующее звено может раскрываться логической схемой в «оптическом поле» сознания, проприо-кинестетической формулой «схемы тела», высшей «гармонической формулой» мозга.

Летное мастерство начинается с образования «Психологической инварианты» летной деятельности — это результат развития естественных сенсомоторных механизмов пространственной ориентировки и перемещения. Человек, пропуская через себя пространство и время



полета (Ю.К. Стрелков), обнаруживая в них операциональные смыслы — способность оказывать и испытывать воздействие, становится «Человеком Летающим». В докладе названы факторы формообразования «Человека Летающего», а также функциональные (предметно-целевые) детерминанты летной деятельности, усвоение которых определяет целесообразность управляющих действий.

Проведено разграничение ядерных и собственных Ф-детерминант, принадлежащих «инварианте класса» (например, закономерности полета самолетов и вертолетов), а также «инварианте объекта» (поведение конкретного летательного аппарата). «Психологическая инварианта» ориентации и перемещения в пространстве служит предпосылкой развития «Акмеологической инварианты» смыслообразования.

## **ВИРТУАЛЬНОЕ ВЗАИМОДЕЙСТВИЕ «ЛЕТЧИК–САМОЛЕТ»: ВЛИЯНИЕ НА ЛЕТНОЕ МАСТЕРСТВО**

М.Б. Меликова

Рассмотрено влияние виртуального типа человеко-машинного взаимодействия в «стеклянных кабинах» гражданских самолетов на психологические основы летного мастерства. Проанализированы факторы утраты физического смысла управляющих действий летчика.

Взаимодействие «летчик-самолет», соответствующее высшему уровню психической регуляции деятельности, является синергетическим, объединяющим сильные стороны человека и техники. В традиционных кабинах ЛА обнаруживаются ряд неэффективных типов человеко-машинного взаимодействия, понижающих адаптивные возможности человека (директорный, символический, тренажерный).

Признаками высокоавтоматизированных («стеклянных») кабин являются: дисплеи, бортовой навигационный компьютер с кнопочным интерфейсом, боковая ручка управления, отсутствие загрузки на рычагах управления, цифровая электродистанционная система управления, «жесткая схема» ограничения параметров (программное блокирование управляющих сигналов летчика), концепции взаимодействия «менеджер полета» и «тёмная кабина» (появление индикации только при отклонении от заданного режима).

Приведены различия подходов «агрессивной автоматизации» и «Человеко-центричной автоматизации» управления, поддерживающего классические схемы человеко-машинного взаимодействия. Данные



технические новшества создают технические предпосылки виртуального взаимодействия «летчик–самолет». Управление самолетом «через компьютер» является целевым (летчик назначает «задающий блок» для автоматики), автоматика моделирует поведение «идеального объекта» для человека как слабого звена системы.

По сравнению с пилотированием традиционных летательных аппаратов деятельность «стеклянного пилота» трансформирована. Пилотирование как управление силами и моментами, действующими на самолет, заменяется 1) программированием бортового компьютера («кнопочный пилот»), 2) пилотированием несуществующего в природе объекта («виртуальный пилот»).

Препятствием к активизации высших механизмов психической регуляции (обретению «чувства самолета») в «стеклянной кабине» служат:

1. Обеднение и деформация неинструментальной информационной модели (НИМ) полета;
2. Затруднение построения «сенсомоторных шкал», отражающих поведение объекта;
3. Затруднение построения «межпараметрических шкал», образующих координированную информационную модель полета;
4. Отсутствие ресурсной модели объекта – основы адаптивного поведения летчика;
5. Распад исследовательского контура взаимодействия (контура настройки психологического регулятора деятельности) ввиду утраты физического смысла действий летчика с органами управления.

В высокоавтоматизированной кабине теряется ощущение реальности полета: автоматикой «отменяются» некоторые законы аэродинамики, предоставляются «безграничные» ресурсы управления, летчик «забывает», что самолет статически неустойчив, что у него существуют физические ограничения.

## **ВНЕШНЯЯ АЭРОДИНАМИКА СИЛОВОЙ УСТАНОВКИ НА ПРОБЕГЕ САМОЛЕТА С ПРИМЕНЕНИЕМ РЕВЕРСА ТЯГИ**

А.А. Комов, С.С. Фадин

Под внешней аэродинамикой силовой установки будем понимать истечение из реверсивного устройства двигателя реверсивных струй, которые могут взаимодействовать с двигателем, управляющими поверхностями самолета и с самим планером самолета на пробеге. Такое взаимодействие приводит к нежелательным последствиям, кото-



рые могут проявляться в виде помпажных срывов в работе двигателя; повреждений рабочих лопаток посторонними предметами, забрасываемых с поверхности аэродрома; изменении характеристик самолета, таких, например, как аэродинамическое сопротивление ( $C_x$ ) и управляемость самолета.

За рубежом внешней аэродинамике силовой установки уделяют достаточно серьезное внимание и стараются направление истечения реверсивных струй организовать таким образом, чтобы воспрепятствовать их попаданию в двигатели. Такое направление истечения реверсивных струй сохраняется на протяжении всего пробега самолета, с момента включения реверса тяги и до момента выключения реверса тяги.

На воздушных судах (ВС) отечественного производства вопросам внешней аэродинамики силовой установки уделяется недостаточное внимание. В нормах летной годности АП-33, сформулированных к двигателю, ограничения в применении реверса и какие-либо требования к внешней аэродинамике силовой установки отсутствуют. Это приводит к забросу реверсивных струй на вход в двигатели, причем попадание реверсивных струй в двигатели происходит на скорости пробега ВС, значительно превосходящей скорость пробега ВС, на которой РЛЭ рекомендует выключать реверс тяги. Это относится, к сожалению, ко всем ВС отечественного производства. Заброс реверсивных струй в двигатели сопровождается забросом твердых посторонних предметов, что приводит к повреждению лопаток компрессора.

Расчетные исследования, проведенные в МГТУ ГА, позволили определить, что остроту указанных выше проблем, связанных с применением реверса тяги на самолете, можно значительно снизить, если не решить полностью, при улучшении внешней аэродинамики силовой установки. Для этого необходимо оптимизировать направление истечения реверсивных струй таким образом, чтобы газовые струи не попадали на вход в двигатели на всем этапе пробега ВС и на его направляющие поверхности.

Для такой оптимизации направления истечения реверсивных струй достаточно провести модернизацию отдельных секций реверсивных решеток двигателя.

Четырехдвигательные самолеты одинаковой компоновочной схемы (ИЛ-476, ИЛ-76МФ и ИЛ-76ТД-90ВД), на которых установлены двигатели ПС-90А-76, имеют неудовлетворительную внешнюю аэродинамику силовой установки.

Причем, к проблемам, связанным с применением реверса тяги на самолете ТУ-204 и ИЛ-96, добавляются следующие проблемы:



– вынужденное применение реверса тяги только наружных двигателей, что увеличивает длину пробега самолета;

– случаи разрушения конструкции задних опор подвески двигателей при воздействии реверсивных струй соседних двигателей.

Анализ посадок самолетов ИЛ-76ТД-90ВД показал, что применение реверса тяги внутренних двигателей приводит к повышенному влиянию реверсивных струй на параметры воздушного потока, втекающего во внешние двигатели. Такое влияние реверсивных струй может привести к помпажным срывам работы внешних двигателей, и поэтому ограничивает применение реверса тяги всех четырех двигателей на пробеге самолета.

Расчетные исследования позволили определить, что указанные проблемы, связанные с применением реверса тяги на самолете ИЛ-76ТД-90, также можно решить при улучшении внешней аэродинамики силовой установки, для чего необходимо организовывать истечение реверсивных струй с учетом компоновки самолета.

Оптимизацию истечения реверсивных струй можно провести за счет применения модернизированных решеток реверсивного устройства.

## **О ВОЗМОЖНЫХ ПРОБЛЕМАХ ЭКСПЛУАТАЦИИ САМОЛЁТА МС-21**

**А.А. Комов**

Повреждение авиадвигателей, вызванное попаданием посторонних предметов (ПП) с поверхности взлетно-посадочной полосы (ВПП), является одним из факторов, влияющих не только на эффективность использования самолета, но и на безопасность полетов.

Исследования показывают, что в настоящее время добиться полной ликвидации ПП с поверхности аэродромных покрытий практически не представляется возможным из-за неизбежного образования повреждений (трещин) вследствие постоянного воздействия на покрытия атмосферно-климатических факторов, воздействий динамических нагрузок колес шасси самолетов и газовых струй двигателей. Кромки трещин выкрашиваются, и, образующиеся посторонние предметы могут попасть в авиадвигатели.

Посторонние предметы с поверхности ВПП попадают в авиадвигатели по различным причинам, одной из которых является заброс колесами шасси при рулении, пробеге и разбеге самолета.



Для обеспечения защищенности двигателей в ЛИИ им. М.М. Громова были проведены натурные исследования по повышению эффективности защитных устройств, устанавливаемых на колесах передней стойки шасси. Исследования показали, что защитные устройства «велосипедного типа» не могут обеспечить защищенность двигателей, а основным фактором, влияющим на защищенность двигателей, является компоновка самолета, точнее компоновочное размещение воздухозаборников двигателей относительно колес шасси.

В результате проведенных натурных исследований удалось создать методику оценки уровня защищенности двигателей от заброса твердых посторонних предметов колесами шасси с поверхности аэродрома. Данная методика позволяет по компоновке самолета определять не только уровень защищенности двигателей, но и рассчитывать количество двигателей по причине повреждения твердыми посторонними предметами, выбрасываемых колесами шасси на этапах разбега и пробеге. Адекватность методики апробирована на расчете количества досрочно снятых с эксплуатации двигателей Д-36 за период 1991–2002 гг.

Расчеты показывают, что эксплуатация самолета МС-21 будет сопровождаться значительным уровнем поврежденных посторонними предметами двигателей. Причем, повреждениям будут подвержены лопатки компрессоров высокого давления двигателей силовой установки № 2.

Показано, что обеспечить защищенность двигателей на самолете МС-21 возможно при помощи защитных устройств пластинчатого типа. Определены конструктивные особенности защитных устройств пластинчатого типа для самолета МС-21.



## **Секция 6. «КОСМОНАВТИКА И ОБЩЕСТВО. ФИЛОСОФИЯ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО»**

### **КОСМОНАВТИКА И ЧЕЛОВЕЧЕСТВО: К.Э. ЦИОЛКОВСКИЙ И М.К. ТИХОНРАВОВ (К 115-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ М.К. ТИХОНРАВОВА) Б.Н. Кантемиров, Ж.К. Баздырева**

С того самого дня, как в человеке зародилась мысль, его внимание было всецело поглощено созерцанием неба. Оно поражало его своею красотой и величием (по: [Фламмарин К. Звездное небо и его чудеса. СПб., 1899]). Но человек не только созерцал небо и восторгался его красотой и величием, он пытался понять небо и подняться в него.

Решение проблемы выхода Человека в Космос предложил и теоретически обосновал К.Э. Циолковский. Принимая концептуальную позицию космистов о необходимости расселения человечества во Вселенной, Циолковский видел возможность решения этой проблемы при помощи техники, в частности, собственно преодоление земного притяжения при помощи ракеты. Теоретическое обоснование решения проблемы преодоления земного тяготения Циолковский опубликовал в своих работах «Исследование мировых пространств реактивными приборами» (1903-1926 гг.), «Ракета в космическое пространство» (1924 г.) и др.

Этим завершаются работы философского обоснования необходимого расселения человечества в Космосе, определения и теоретического обоснования технических средств выхода человека в открытый космос, строительства эфирных городов, и, наконец, ухода человечества от затухающего нашего Солнца в другие солнечные системы.

В результате развития теории и практики ракетной техники была создана первая в мире МБР Р-7 (СССР, 1957 г.). Модернизация ракеты Р-7 позволила нашей стране первой в истории запустить ИСЗ, АМС, пилотируемые КК. Техническое решение Р-7 настолько удачно, что ее модификации летают до сих пор. Во всех этих работах принимал активное участие М.К. Тихонравов. Последние годы своей жизни он посвятил пропаганде и дальнейшему развитию идеи К.Э. Циолковского о расселении человечества во Вселенной.

В своих работах К.Э. Циолковский неоднократно подчеркивал, что ракеты не цель, а средство выхода человека в космическое про-



странство, средство межпланетного полета. Но и это, последнее, для него не цель, а средство получения опыта для осуществления расселения человечества в космическом пространстве. Это и есть цель для него.

«Зачем это делать?» — задает вопрос Тихонравов и поясняет, что в опубликованных работах Циолковского прямого ответа нет. Однако, из отдельных высказываний ученого можно понять, что это — естественный процесс дальнейшего развития цивилизации: человечество в погоне за светом и пространством завоюет себе все околосолнечное пространство (по: [Циолковский К.Э. (1911)]). Тихонравов подводит под этот естественный для Циолковского процесс логическую, научно обоснованную базу, суть которой заключается в следующем. Прежде всего, он отмечает, что деятельность человечества начинает сказываться на всем земном шаре. При дальнейшем возрастании деятельности человеческого общества настанет момент, когда человек почувствует тесноту в своем стремлении к беспрепятственному развитию науки и техники. Об этом сигнализирует нам увеличение населения земного шара. Сознательное противодействие этому увеличению населения, по мнению Тихонравова, противоречит дальнейшему безостановочному развитию человечества и приведет к застою науки и техники, к последующему вырождению и гибели человечества.

Далее Тихонравов производит оценку времени, по истечении которого численность человечества достигнет таких пределов, что ему не останется иного выхода, нежели освоение космического пространства и расселение в нем. При этом в качестве предельной плотности населения он принимает плотность населения Голландии — 400 чел./км<sup>2</sup>. Этого предела человечество достигнет, по оценке Михаила Клавдиевича, к 2117 году, когда общая численность населения Земли будет 60 млрд. человек. Таким образом, ученый заключает, что развитие человечества за пределами Земли, в околосолнечном пространстве, вероятно, нужно отнести к указанным выше срокам.

Далее он переходит к освещению технических вопросов, связанных с расселением в межпланетном пространстве, и задач, поставленных К.Э. Циолковским. Речь идет о методике строительства космических городов и поселений, об использовании астероидов и малых планет в качестве строительного материала.

М.К. Тихонравов показывает современное состояние практических шагов в направлении освоения космоса. Он отмечает, что вряд ли орбитальные станции вблизи Земли превратятся в будущем в города..., т.е. постоянные жилища достаточно большого количества людей будут



служить для научных исследований, народнохозяйственных нужд, как станции космических кораблей для дальних полетов». Большое значение Тихонравов придает полету к астероидам и освоению их, в связи с чем Луну он видит как форпост человечества в космосе. Посещение же Марса и Венеры не представит такого же интереса, как полет к астероидам (по: [Тихонравов М.К. К.Э. Циолковский и будущее // Идеи Циолковского и проблемы космонавтики. М., 1974. С. 136-147]).

Заканчивается этот цикл научных публикаций, посвященных К.Э. Циолковскому, еще тремя статьями [Тихонравов М.К. Полет к астероидам. К проблеме освоения космоса по К.Э. Циолковскому (1972); Достижение астероидов (к проблеме освоения космоса по К.Э. Циолковскому) (1974); Достижение астероидов (1979)]. По существу, это одна статья по проблемам использования астероидов для строительства, космических поселений и городов, связанным с идеей К.Э. Циолковского о расселении человечества в космическом пространстве.

Так видит Михаил Клавдиевич реализацию идей К.Э. Циолковского по освоению космического пространства, при этом он замечает, что целью освоения во всех случаях будет беспрестанное расширение деятельности человечества, а план и метод достижения этой цели явились результатом долгих размышлений и исканий Циолковского (по: [Тихонравов М.К. К.Э. Циолковский и будущее М., 1974])).

## **КОСМИЧЕСКАЯ ФИЛОСОФИЯ, КОСМОНАВТИКА, ФУТУРОЛОГИЯ И ПЕРЕХОД ОБЩЕСТВА К ПЕРСПЕКТИВНОМУ ТЕХНОЛОГИЧЕСКОМУ УКЛАДУ**

С.В. Кричевский

1. Космическая философия в трудах К.Э. Циолковского и других авторов, включая современных (В.В. Казютинский, Л.В. Лесков, А.Д. Урсул и др.), содержит и дополняет гуманитарные и междисциплинарные знания о человеке, обществе, Земле и Вселенной в целостной научной картине мира. Она генерирует новые идеи, являясь мощным «интеллектуальным двигателем» и концептуальной основой космонавтики и космической деятельности (КД), влияя на общественное сознание, развитие науки и практики. Вместе с тем необходимы: а) адекватная философская рефлексия — анализ состояния, проблем и перспектив космонавтики и КД в России и мире в условиях новых реалий, ускорения технологического развития и нарастания глобального



кризиса цивилизации; б) коррекция космической философии и переход ее к новому этапу (циклу) развития.

2. Современная космическая философия расширила свой диапазон, включив в себя концепцию космизма, философию космонавтики и КД, сохранив и усилив при этом свою связь с футурологией, прогнозированием будущего в единстве земных и космических аспектов. Она с чрезвычайным вниманием относится к познанию процессов выживания и развития человека и общества, космического будущего человечества, в т. ч. и для поиска выхода из глобального кризиса XXI века.

3. В современной футурологии лидируют новые теоретические подходы и методы универсальной (глобальной) эволюции и Универсальной («Большой») истории, «глобального будущего», устойчивого «зеленого» развития, кризисного управления и др., прикладные методы и технологии форсайта. Существуют сложные проблемы создания адекватной модели будущего и применения методов и результатов прогнозирования для управления, что обусловлено нарастающими темпами эволюции, рисками и дефицитом времени и ресурсов. Ключевое и актуальное направление — прогнозирование для управления переходом к новым технологическим укладам.

4. Космонавтика и КД в России и мире в XXI веке находятся в состоянии кризиса, порожденного комплексом внутренних и внешних проблем, одна из главных — низкая эффективность техники и КД (по сути — это «технологический тупик» космонавтики и КД), необходим переход к принципиально новым технологиям и технологическим укладам. Существуют «точки роста», в т.ч. идеи, стратегии, проекты, технологии «зеленого» технологического уклада в КД: «Clean Space initiative» (инициатива «Чистый Космос») в Европейском Союзе, в Европейском космическом агентстве (ESA) [ESA, Clean Space. [http://www.esa.int/Our\\_Activities/Space\\_Engineering/Clean\\_Space/](http://www.esa.int/Our_Activities/Space_Engineering/Clean_Space/) (2013)]; «Зеленая» космонавтика в России [Кричевский С.В. «Зеленая» космонавтика для будущего человечества // Земля и Вселенная. 2014. №6] и др.

5. Переход общества к новому технологическому укладу рассматривается как стратегия выхода из глобального кризиса. Вслед за новым 6-м технологическим укладом на основе NBICS-технологий (Глазьев С.Ю., 2009), который уже критикуют как экологически и социально опасный, предлагается переход к следующему, 7-му технологическому укладу: «социо-гуманитарному» (Лепский В.Е., 2013), «зеленому» (Кричевский С.В., 2013, 2014), «перспективному» (Иванов В.В., 2015).



6. Не стоит ограничиваться только инновациями (даже конвергентными NBICS-технологиями). Необходимо переосмысление сущности технологий (представляя технологии как «способы достижения целей, поставленных обществом, в том числе таких, которые никто, приступая к делу, не имел в виду» [Лем С. Сумма технологий. М., 1968. С. 23]) и технологических укладов, учитывая особенности взаимодействия с окружающей средой, эволюцию ее и технологий.

7. Разработана новая модель эволюции технологий и технологических укладов в парадигме глобального будущего и «зеленого» развития (Кричевский С.В., 2015), представляющая рост общего количества технологий, 1–7-й технологические уклады как восходящие ступени интегрального многоукладного технологического уклада, нелинейный переход к «зеленому» технологическому укладу, которые «вписаны» в адаптированный вариант гиперболический кривой Панова–Снукса (эта кривая отражает ускорение эволюции на Земле, прогноз сингулярности и глобальной катастрофы ~ в 2045 г., — по: (Панов А.Д., 2008; Глобальное будущее-2045..., 2013; Футурология..., 2013)).

8. Для обеспечения безопасности и развития человечества необходимо решение данной проблемы (так называемой «Проблемы-2045»): предстоит осуществить сложный переход к адекватному новому перспективному технологическому укладу при остром дефиците времени и ресурсов.

9. Перспективный «зеленый» 7-й технологический уклад реализует управляемый социо-эколого-экономический переход к устойчивому «зеленому» развитию, что при условии глубокого «зеленого» переформатирования всего интегрального технологического уклада позволит отложить или предотвратить глобальную катастрофу, даст шанс на исполнение оптимистического сценария глобального «зеленого» будущего для человека и человечества.

10. Космонавтика и КД должны осуществить свой переход к новым технологическим укладам опережающими темпами и стать лидерами-ускорителями перехода общества к ним.

11. Космическая философия может внести свой вклад в философскую рефлексию, междисциплинарный анализ и гуманитарную коррекцию процесса перехода общества, космонавтики и КД к перспективному технологическому укладу.



## РАЗВИВАЯ ИДЕИ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО ОБ ЭВОЛЮЦИИ

О.А. Базалук

Исследуя идеи К.Э. Циолковского (а также других представителей русского космизма) об эволюции, осуществив анализ понятия «эволюция» в научных теориях космологии, биологии, ноогенезе и философии, мы сделали ряд выводов.

1. Эволюция представляет собой процесс *усложнения*.

2. Это не просто усложнение материального мира, это усложнение структуры вещества, типов взаимодействий и сред существования, для которого характерны единство и борьба противоположностей. Говоря об эволюции, мы подразумеваем усложнение трех составляющих физической реальности: структуры вещества; типов взаимодействия (связей) между его структурными элементами; сред существования, в которых усложнение этих структур и взаимодействий осуществляется, и, в той или иной степени, обуславливает характеристики самой среды.

3. Факторы и причины эволюции можно унифицировать и свести к определенным универсалиям, если допустить, что они вариативны. То есть мы считаем, что эволюция осуществляется, в том числе, и за счет усложнения факторов и причин эволюции. Речь идет об эволюции эволюции или усложнении усложнения.

В эволюции, как усложнении выделяем три основных фактора и две причины, которые благодаря своей вариативности (способности к усложнению) образуют определенное множество иерархий, как в наблюдаемой части Вселенной, так и за её пределами.

I. Основные факторы эволюции.

1. Эволюция в нашей Вселенной — это непрерывный процесс. Непрерывное усложнение, а точнее, непрерывное самоусложнение, обусловленное внутренней активностью, заложенной в основу эволюции в качестве причины. Разнообразные аспекты и проявления этого фактора эволюции изложены в концепциях автогенеза, номогенеза, автопоэзиса и др. Определяющими работами в этом направлении являются исследования К. Бэра, А. Кёлликера, Л. Берга, Э. Копа, Ю.А. Филипченко и др.

Непрерывное самоусложнение, как процесс эволюции, дополняется двумя важными особенностями:

А) Непрерывное самоусложнение осуществляется за счет блочного комбинирования: сочетания, перестановки, размещения и перечисления множества дискретных элементов в структурах, взаимодействиях и средах существования любого состояния материи, которые приводят к разнообразию структур и функций подчиненных единой цели — любой ценой закрепиться в условиях такой же непрерывно усложняющейся среды су-



существования. По ходу непрерывного блочного усложнения структуры, типов взаимодействия и сред существования, происходит непрерывное усложнение структуры и функций самих блоков.

Б) В ходе непрерывного блочного усложнения структуры, типов взаимодействий и сред существования любого состояния материи создаются условия, при которых одни комбинации образуются легче, чем другие. Формирование одних блочных комбинаций подавляет другие комбинации. Таким образом, фактор непрерывного блочного самоусложнения структуры вещества, типов взаимодействия и сред существования осуществляется еще и за счет принципа доминантности (работы об ароморфозе А. Северцова, И. Шмальгаузена и др.).

2. Второй универсальный фактор эволюции — это нелинейность усложнения (понимание сетчатой (ретикулярной) эволюции было высказано Ф. Добржанским, Дж. Хаксли и др.). Нелинейное усложнение, дополняется тоже двумя важными особенностями:

А) Эволюция, как нелинейное усложнение структуры вещества, типов взаимодействия и сред существования — это иерархический процесс. В нашем понимании, иерархическая эволюция, которая наблюдается в нашей Вселенной, есть следствие двух взаимоисключающих («дополнительных») процессов, совокупность которых даёт исчерпывающую информацию о них как о целостном явлении (принцип дополнительности Бора). С одной стороны, среда существования, образованная «материнской» (предшествующей) иерархией, всячески тормозит (сдерживает) непрерывное и нелинейное блочное усложнение «дочерних» организаций. С другой стороны, благодаря все той же «материнской» иерархии, дочерние организации имеют все шансы закрепиться в консервативной «материнской» среде, и в той или иной степени (в зависимости от значимости изменений) повлиять на её организацию (структуру и функции). Таким образом, иерархическая эволюция нашей Вселенной — это взаимоисключающие и одновременно, дополняющие отношения между консервативной позицией «материнской» организации сохранить свою целостность и инвариантность, и революционными посылами непрерывно усложняющихся «дочерних» структур, стремящихся отстоять свое право на существование, тем самым выведя «материнскую» систему на новый для неё уровень усложнения организации.

Б) Нелинейное иерархическое усложнение — это направленный процесс. Направленность, как фактор эволюции, объясняется действиями предшествующих факторов. Так как каждая иерархия подразумевает вложенность «дочерней» организации в «материнскую», то допустимость возможных блочных комбинаций (степень свободы непрерывного самоусложнения), несмотря на кажущееся бесконечное многообразие, ограничено.



«Материнская» организация накладывает ограничения на непрерывное и нелинейное блочное усложнение «дочерней» организации, устанавливая определенный минимум допустимых (благоприятных) вариантов комбинирования. Этот минимум возможных блочных комбинаций (включая и усложнение факторов и причин самого усложнения) и обеспечивает *направленность* эволюционного процесса.

3. Третьим основным фактором эволюции является изоляция, в которой можно выделить три основные формы (как в биологии): пространственную, временную и репродуктивную. Каждая из трех форм изоляции в той или иной степени влияет на непрерывное и нелинейное усложнение структуры вещества, типов взаимодействия и сред существования любого состояния материи.

## II. Основные причины эволюции.

1. Эволюция нашей Вселенной обусловлена активным началом, которое заложено в основу исходных элементов любого состояния материи. Материя неразрывно связана с движением. Вне движения, вне активного начала, материя не существует.

В силу усложнения самих факторов и причин эволюции, активность косной, живой и разумной материи имеет разную природу. Если сравнить Землю, как космический объект, и любой биологический организм, то общим между ними является то, что оба объекта возникли, в том числе, за счет активности непрерывно и нелинейно усложняющихся исходных внутренних организаций, а отличие — в природе энергий внутренней активности.

2. Если первая причина эволюции связана с внутренним источником энергии, изначально заложенным в основу любого состояния материи, то вторая причина эволюции — это действие внешних условий, точнее естественного отбора. Естественный отбор — это внешняя универсальная причина, характерная не только для биологической эволюции, но и для остальных состояний материи. Естественный отбор, как причина эволюции, противостоит активному началу и играет ведущую роль в установлении направленности непрерывного и нелинейного усложнения.

Благодаря действию противоположных причин эволюции: внутренней (активного начала) и внешней (естественного отбора), непрерывное и нелинейное блочное усложнение структуры, типов взаимодействий и сред существования любого состояния материи имеет свои ограничения, очерченные регуляторным компромиссом. Непрерывное и нелинейное усложнение — это постоянный поиск компромисса между стремлением любой материальной организации к инвариантности и целостности, и необходимостью соответствовать условиям внешней среды. Чем сложнее организация, тем она менее устойчива: тем больше энергии она затрачи-



вает на свое содержание и тем большему разрушительному влиянию она подвергается со стороны внешней среды.

Регуляторный компромисс, как следствие взаимодействия внутренней и внешней причины эволюции, не постоянен. Как и все факторы и причины эволюции он вариативен — склонен к усложнению. В нём просматривается механизм положительной обратной связи: усложнение системы ведет к конфликту, снятие которого возможно только путем дальнейшего усложнения.

Таким образом, в эволюции, как усложнении структуры вещества, типов взаимодействий и сред существования, автор выделил три основных фактора (непрерывность, нелинейность и изоляцию) и две причины (внутреннее активное начало и естественный отбор). С нашей точки зрения, все перечисленные факторы и причины эволюции являются универсальными для эволюции любого состояния материи, что позволяет рассматривать эволюцию Вселенной, жизни и человеческого общества в рамках единой, «универсальной» теории эволюции (см. также: [Базалук О.А. Теория эволюции: от космического вакуума до нейронных ансамблей и в будущее (2014)]).

## **АНТРОПОЛОГИЧЕСКАЯ ИДЕЯ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО**

В.И. Алексеева

Рисуя картины космического будущего земной цивилизации, К.Э. Циолковский уделял много внимания антропологическому вопросу. Его учение о человеке имеет многочисленные аспекты. Это социальные качества человека, на которых основываются базовые принципы общества будущего. Это психологический портрет индивида, в котором наилучшим образом сочетаются рационализм и интуитивизм, эгоистическое и альтруистическое начала. Это образ личности с развитым интеллектом и нравственными ориентирами, человека научного мировоззрения. К.Э. Циолковский строит футурологический прогноз облика бессмертного существа, приспособленного к существованию в пустоте космического пространства. Это высшее животное-растение, сочетающее в себе биологические, физиологические, иммортологические и даже нравственные аспекты существа будущего.

Вновь обратиться к этой теме и заострить внимание на оригинальной и во многих аспектах перспективной философской идее К.Э. Циолковского нас побудила брошюра, изданная ученым в Калуге в 1929 году. В ней объединены три статьи, две из которых нам особенно интересны — их названия отвечают рассматриваемой теме. Это статьи «Растение будущего» и «Животное космоса».



Главную роль растения в природе, по мнению К.Э. Циолковского, определяет наличие хлорофилла, преобразующего лучистую энергию солнца в белок. Белок является строительным материалом, как для самого растения, так и для животных и человека. Это свойство определяет фундаментальную роль растения в пищевой цепи на нашей планете. Растение не зависит от других царств в своем существовании, напротив, другие царства полностью зависят от растений. Собственно, в этом и заключается космическая роль зеленого листа, о которой писал К.А. Тимирязев.

Замысел К.Э. Циолковского заключается в том, чтобы в существе будущего соединить свойства растения, животного и человека: придать телу нового индивида хлорофилл для осуществления функции растения; развить лучшие свойства высшего животного (способность к рождаемости, воспроизведению, регенерации) для обеспечения длительного существования; увеличить размеры головного мозга для развития высшего интеллекта. «Как растения, так и животные могут существовать с помощью одной неорганической пищи при наличии солнечной энергии» [К.Э. Циолковский. Очерки о вселенной. М.: ПАИМС, 1992, С. 109]. Если в природе растения, животные и люди существуют отдельно, хотя и тесно взаимосвязаны между собой, то К.Э. Циолковский считает возможным синтез лучших свойств трех этих царств и создание нового существа на новом витке развития органического мира.

На наш взгляд, размышления К.Э. Циолковского об этом анатомо-физиологическом аспекте имеют важную нравственную составляющую. Интеллектуальное существо будущего является не только свободным обитателем открытого космоса, но оно сможет существовать в мире со всеми космическими расами и заниматься вопросами благоустройства вселенной, совершенствованием общества и себя самого. Будучи отчасти растением, оно не будет использовать в пищу ни животных, ни растений, то есть станет обладателем тех высших нравственных начал, к которым должно стремиться.



## **К.Э. ЦИОЛКОВСКИЙ О ДИНАМИКЕ МОРАЛЬНЫХ ТРЕБОВАНИЙ И НРАВСТВЕННЫХ ОРИЕНТИРОВ РАЗВИТИЯ В ПРОЦЕССЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО И СОЦИАЛЬНОГО ПРОГРЕССА**

В.М. Мапельман

На протяжении, как минимум, пяти последних столетий проблема развития постепенно занимала одно из центральных мест в ряду философских, общенаучных и прикладных исследований. Развитие стали рассматривать как противоположность стабилизации, как возникновение любого нового качественного состояния, сопровождаемого интенсивными изменениями в пространстве и времени. Кроме того, за этот период сформулировалась в виде отдельного аспекта (дополнительной грани рассмотрения) задача определения направленности данного процесса, который стали подразделять на эволюционный, относительно постепенный, характеризующийся в основном количественными изменениями, и революционный, относительно быстрый, проявляющийся в качественных кардинальных изменениях.

Особенно активное внимание проблема развития привлекала ученых к себе в периоды серьезных исторических разломов и переустройств. С одним из таких этапов совпала творческая жизнь К.Э. Циолковского. Как представитель своей эпохи он термин «развитие» традиционно связывал в основном с поступательными тенденциями, всякое обновление, усложнение и открытие, прежде всего техническое или естественнонаучное, оценивал как позитивное и даже прогрессивное явление.

К.Э. Циолковский был одним из немногих, кто попытался прописать не только технический, научный и промышленный прогноз на отдаленное будущее, но и попробовал сделать подобное в отношении нравственности. Он выдвинул и стремился обосновать идею глобальной этики, которая только в конце XIX века попала в поле зрения специалистов; дал собственное решение вопроса соотношения экологических и моральных аспектов бытия; указал на то, что развитие космических процессов — это проблема не только естественнонаучная или техническая, но и социальная; предложил свой вариант соотношения нравственности и разумности, добра и истинности.

К.Э. Циолковский полагает, что если этическая доктрина покоится на исключительно благих моральных требованиях и безупречных идеалах, то и построенная на них теоретическая система позволит выработать такие рекомендации для области нравственных отношений, которые бы полностью исключили какие-либо проявления аморализ-



ма. Но ни история нравственности, ни народная мудрость, ни этическая теория подтвердить этого так и не смогли до настоящего времени. Любые попытки снять полностью противоречия нравственности составляли автора ужесточать силу давления, превращая провозглашенную свободу в бесправие каждой личности, подменяя истину властным мнением, царство разума — умственной дисциплиной, а нравственные отношения — физиологическим благополучием.

На основе принципов монизма, механицизма и эволюционизма К.Э. Циолковский создает социальный проект будущего утопического характера, аналогичный популярным западным теоретическим моделям XVIII – XIX веков. В России они нашли своих сторонников и преемников в начале нового столетия. Основу таких проектов составили вера в прогресс, связываемый прежде всего с процессами в естественных науках и технике, и могущество человеческого разума, чрезвычайное внимание к будущему, опора на абсолютно совершенные идеалы, выход за пределы исторического времени в вечность. Ценностная база этической составляющей социально-философской концепции К.Э. Циолковского сформировалась на основе буржуазных идеалов и оценок, характерных для начальных этапов развития капиталистических отношений.

Подобный подход к рассмотрению процесса развития, оценивающий развитие общества критериями технических достижений, экономической эффективности, материального благополучия, до настоящего времени остается чрезвычайно популярным, особенно среди представителей естествознания и техникзнания. В нем присутствует утверждение о разнонаправленности прогрессивных и регрессивных изменений, игнорируется противоположность ориентации научно-технических и социально-нравственных явлений современности, не даются критерии развития. Подобный подход к развитию в теоретическом знании сложился еще в XVIII веке, укрепился в веке XIX, удерживал свои позиции в XX веке, не потерял своей привлекательности и в XXI веке.

## **ФИЛОСОФСКИЕ И СОЦИАЛЬНЫЕ ВЗГЛЯДЫ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО В КОНТЕКСТЕ РАЗВИТИЯ СОВРЕМЕННОЙ ОБЩЕСТВЕННОЙ МЫСЛИ**

Н.А. Зыков

Вовлеченность человека в космические процессы (иногда — неосознанная) присутствует на протяжении всей истории человечества.



Уже древние греки понимали, что во вселенной присутствует гармония (термин «космос» означает «порядок, красота»). Эта тенденция усилилась с началом космической эры человечества, породившей всеобщий энтузиазм, вызванный первыми полетами в космос. В связи с этим вновь проявился интерес к трудам К.Э. Циолковского. Например, в 1968 году, на Международном конгрессе по научной информации в Москве, в докладе В. Кларка «Связь через время и пространство» были проанализированы как научные работы, так и фантастические произведения ученого, а также отмечалось, что многие его идеи еще ждут реализации или уже воплощаются нашими современниками в жизнь.

В лице К.Э. Циолковского мы видим не просто человека, глубоко и всесторонне развивавшего космическую проблематику, а первооткрывателя новой эры человечества, эры обретения им иных масштабов существования. Стремление к расширению своих границ обитания, вероятно, заложено в природе человека, что достаточно ярко проявилось в эпоху великих географических открытий. Освоение космоса раскрыло перед человечеством еще более широкие горизонты. Это не просто территориальная экспансия. Опережающее развитие космонавтики и соответствующих технологий, дают огромный экономический эффект и должны способствовать процветанию общества, так как космонавтика создает высокотехнологичные рабочие места, влияет на развитие смежных отраслей производства, разрабатывает и обкатывает новые технологии, которые затем находят широкое применение в земных условиях.

В последние годы усилился интерес общественности к философии русского космизма. Регулярно появляются статьи, посвященные различным аспектам этого многогранного явления, в научно-популярных и научных журналах, как философского, так и других научных направлений. Переиздаются и издаются философские труды К.Э. Циолковского. Вышел целый ряд учебных пособий, посвященных космистам; защищаются диссертации; регулярно проводятся молодежные научные конференции; успешно действует ряд электронных ресурсов, посвященных русскому космизму. Развитие космических технологий получило зримые очертания. Идет строительство нового российского космодрома. Начата подготовка к дальним космическим экспедициям.

О многоаспектности интереса к наследию К.Э. Циолковского свидетельствуют многие факторы. Появившиеся в последнее время фильмы, радио- и телепередачи по космической тематике не только отмечают заслуги ученого в области техники, но и все чаще речь заходит о его философском и гуманитарном наследии. Образ ученого стал



одним из важных архетипов современной культуры, в том числе молодежной субкультуры. Он появляется в современных фильмах и сериалах, что говорит о том, что идеи ученого востребованы нашими современниками.

Оригинальное сочетание технических идей К.Э. Циолковского и его гуманитарных и социальных взглядов представляет собой уникальный пример энциклопедизма. Какими бы необычными ни казались философские поиски К.Э. Циолковского, они весьма нестандартны. Это не просто декларации по разным философским вопросам, а размышления, имеющие признаки оригинальной системности, носящей целостный характер. Ключевой в них является идея научно-технического прогресса, набиравшего силы в конце XIX – начале XX столетия (время жизни и творчества учёного). В дальнейшем он обеспечил быстрый подъем экономики.

На нынешнем этапе развития общества, когда на первый план выдвинулись новые информационно-коммуникационные технологии, решающим становится производство и распространение научно-технических знаний. Необходимо отметить, что К.Э. Циолковский основательно изучал философские и научные достижения своих предшественников, начиная с античности, стремясь учитывать все лучшие достижения предшествующих поколений. Об этом он сам писал в своих работах (например, в «Этике, или естественных основах нравственности»).

В наше время идеи выдающегося соотечественника по-прежнему актуальны. Произошло как бы переоткрытие его гуманитарного наследия. Публикация философских трудов ученого вызвала большой общественный резонанс. Они включены в учебники философии и естествознания. Их дальнейшее осмысление принесет несомненную пользу науке и обществу.

## **УТОПИЯ КАК СМЫСЛ РУССКОГО СОЗНАНИЯ**

Т.Б. Карулина

«Регулярное» появление утопий в философии — есть проявление симптомов «заболевания» «текущего» общества. Если заговорили об «идеальных обществах», то стоит посмотреть, что же вокруг происходит. Космическая философия К.Э. Циолковского включает в себя вариант построения «идеального общества» и потому служит симптом предвосхищаемой космической истории человека. Тексты К.Э. Циолковского могут быть рассмотрены как конкретный проект по преобра-



зованию (эволюции) общества и человечества, вычленяющие противоречия и проблемы действительности.

Утопические теоретические построения, как правило, фиксируют негативные образы современного им общества, перелицовывая их в «позитивные» описания будущего. Карл Мангейм, немецко-британский философ, говорил, что несоответствие утопии с бытием проявляется в том, что утопическое сознание «ориентируется на факторы, которые реально не содержатся в этом бытии». В русском сознании, интерес, даже страсть к «наилучшему устройству государства» присутствовал, если так можно сказать, исходно, принимая разные формы. Они зачастую были резко полярными: от богоборческих до построения Царства Божия на Земле. И эта полярность, крайность наилучшим образом выражала особенности русского сознания и русского философствования. «С утопизмом мы уже встречались не раз на русской почве — уже в XVIII веке, — и там он явно выступает как суррогат религиозного понимания истории» [Зеньковский В.В. История русской философии. Л.: ЭГО, 1991. Т.1. Ч.2. С. 53]. «Утопическая вера в прогресс» [Там же. С. 79] сменила в русской мысли утопическую веру в моральное или социальное преобразование России. Общим для утопий является ориентация либо на воображаемое, либо на идеальное, либо одновременно на то и другое.

Были ли утопичными социальные идеи Циолковского:

- об естественной эволюции человека как телесного существа;
- об эволюции отдельных земных государств в планетарное президентство, затем в объединения вокруг солнц, и «кучи солнц» в целостный космос;
- о безграничной эволюции человеческого разума, базирующейся на «одном начале, старой Ньютоновской механике», поддержанной надеждой, что «религия приходит на помощь и разрешает наши недоумения» [Циолковский К.Э. Щит научной веры. М.: Самообразование, 2007. С. 14.].

Идеи К.Э. Циолковского иллюстрируют «неизбывную» веру в прогресс человечества: и в отношении духа, и в отношении тела. «Будущее общественное устройство человечества будет таково, что люди будут непрерывно расти в физическом, нравственном и умственном отношении. Все население будет не ниже каждого из самых отборных теперь людей» [Там же. С. 185]. Управляться это общественное устройство будет президентами, «всеобъемлющими людьми», «не есть ли это планетные боги в космосе?» [Там же. С. 185]. Имея опыт артельной жизни, люди живут общинами, где справедливейший судит и исправляет, умнейший и знающий — образовывает, добрейший учит



милосердию, сильнейший — защищает и пр. Всё похоже на коммуны Н.Г. Чернышевского, которые снились Вере Павловне. «То, что я буду говорить об общественном строе, есть только в МОИХ глазах совершенство... Скорее, мои мысли есть только попытка отыскать совершеннейшие формы жизни. Путь к ним особенно труден и мало известен, потому что основан на недостатках и достоинствах человеческой души» [Циолковский К.Э. Миражи будущего общественного устройства. М.: Самообразование, 2006. С. 36]. В работах К.Э. Циолковского совершенно не учитывается реальная ситуация в России (как до- так и послереволюционная), и только однажды мы натываемся на восприятие им происходящего в стране («управляют миром ограниченные полуслепые люди»). Хотя, возможно, К.Э. Циолковского подтолкнула к созданию проекта идеального общества именно революция, как возможность глобальных изменений. При этом он не воспринимал свои проекты как утопию.

Редукция в подходе к религии и приравниванию к ней морали, «вырастали» у него из «естественнонаучного» подхода, лежащего в основе всей его философии: «как и во всех своих трудах, я стараюсь все свести к одному началу, старой Ньютоновской механике» [Циолковский К.Э. Щит научной веры. М.: Самообразование, 2007. С.117]. Подобный подход детерминировал понимание социума как механического соединения тел (наделенных разумом) и дополнялся идеей восходящей эволюции как всего человеческого общества (с определенного времени — всекосмического), так и отдельного человека (его телесности, нравственности и интеллекта). Эволюция социума («суммы веков») была возможна в силу выборности руководителей, рациональном взаимодействии общин, иерархии ячеек социума (при делегировании руководителей из высших ячеек в низшие), слиянии общин в одну и уход с Земли (эфирная жизнь). «Ад на земле уничтожен, нет на ней страдания, пора подумать о планетных мирах, оставших случайно в развитии от земли» [Циолковский К.Э. Миражи будущего общественного устройства. М.: Самообразование, 2006. С. 244]. «Идеальное государство» [Там же. С. 147] начинается с маленькой общины, где связь «между жителями будет двух сортов: экономическая... и нравственная, для взаимного изучения и отбора лучших» [Там же. С.146], что возможно, так как «каждый ученик (и в тоже время учитель), чтобы не сбиться с истины и не уклониться в сторону, может для своего руководства получить книгу с подробным изложением примерного общественного устройства» [Там же. С. 147]. Консолидация человечества будет происходить естественно.



К.Э. Циолковский нигде не описывал специально ни путей, ни механизмов данного процесса, только в «Монистическом материализме» мельком говорится, что человечеству может быть недостаточно солнечной энергии или к объединению приведут вероятные планетарные и космические катастрофы. Представленный социальный идеал и перспективы будущего у Циолковского были рассчитаны на миллионы лет, но, как и полагается в утопических концепциях, механизм предъявлен не был: «Истинный путь к совершенству состоит в том, чтобы ничего ни у кого без согласия не отнимать, не нарушать свободы и желаний ближних... Тогда будет мирен, счастлив и успешен наш путь к идеалу» [Там же. С. 37].

## **ФИЛОСОФИЯ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО И ЭСТЕТИКА В.И. ИВАНОВА В РАМКАХ РУССКОГО КОСМИЗМА**

А.А. Блискавицкий

Русский космизм сформировался в результате плодотворного взаимовлияния философской, эстетической и естественнонаучной мысли. Вячеслав Иванович Иванов (Вяч. Иванов) являлся символизмом и представителем философско-эстетического, а Константин Эдуардович Циолковский — естественно-научного направления космизма. Сравнение их взглядов позволяет выявить особенности данного течения и осознать феномен русского космизма во всём его многообразии.

Вяч. Иванов верил в возможность преображения мира на основе красоты, которая позволяет художнику прикоснуться к высшему миру и преобразить косную материю. Именно искусству, эстетическим проявлениям он отводил центральную роль. Для К.Э. Циолковского красота космоса также очевидна, но он верил в физическое преображение несовершенного земного мира на основе технического прогресса и овладения человеком силами природы. Для Вяч. Иванова и других русских символистов научный путь познания и преображения действительности был недостаточен. Приведение мира в соответствие с божественным замыслом могло быть реализовано лишь в рамках религиозно-эстетического соборного единения людей в процессе Мистерий.

Проблема единения людей и их организации в деле преображения человечества является центральной для обоих космистов, но понимание ими основ этого единения сильно отличается. Вяч. Иванов придерживается соловьёвской линии в видении соборности: единение людей происходит на религиозно-эстетической основе при сохранении



их качеств и индивидуальности, когда каждый участник играет свою роль, как художник-теург, так и простой народ. Происходит великое служение, в котором нет высших и низших. Художник становится органом народной души, он может получить высшее знание и преобразовать его в миф, понятный и доступный народу. Именно слияние в художнике дионисийского и аполлонического начал делает его сопричастным обоим мирам.

К.Э. Циолковский же считал, что должен происходить некоторый искусственный отбор людей, в результате которого выделяются лучшие, осознающие своё космическое предназначение идвигающие рациональную эволюцию. Вяч. Иванов был знаком с подобными идеями и предостерегал от опасностей их реализации. Он описывал, к чему может привести появление такого бездушного муравейника, основанного на иерархии и рациональном построении, — наибольшую предрасположенность к появлениям подобного общества он видел в Германии. В рамках ивановской эстетической парадигмы утилитаризм отторгается, утверждается, что вещный, материальный мир без его творческого одухотворения является завесой, мешающей истинному единению человека с Космосом.

Вяч. Иванов был убеждён, что человечество должно пройти сложный путь, одним из этапов которого станет богоборчество и вера в силы человека, появление сверхчеловека, его возвышение и последующее диалектическое единение с Богом. К.Э. Циолковский не противопоставляет гения-сверхчеловека Богу, а полагает, что его сила и чувствование космоса позволит ему творить в согласии с божественным всеединством (в гармонии с космосом на пути преображения, вплоть до лучистого существования).

Сравнительное исследование позиций двух русских космистов позволяет выявить многие различия в их теоретических построениях, однако необходимо помнить, что оба они — выдающиеся творческие личности, во многом интуитивно познававшие действительность, верящие в свою миссию и личную связь с высшим миром. Оба они не сомневались, что материя является одухотворённой (пусть и потенциально), её можно преобразовать, приближая реализацию высшего замысла. Человек является микрокосмом, он сопричастен высшему миру и способен к сознательному преображению мира земного.



## ПРОБЛЕМА РЕЛИГИОЗНОГО ТВОРЧЕСТВА В МИРОВОЗЗРЕНИИ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО

В.И. Алексеева

Религиозность человека, качество религиозности, качество личной и социальной жизни «человека религиозного» являются важнейшим аспектом качества бытования и функционирования общества. В этом смысле такие вопросы, как наличие или отсутствие религиозного творчества у масс людей – носителей религиозного мировоззрения в рамках различных конфессий действительно является проблемой. Суть проблемы заключается в том, что скрытый от массового сознания потенциал духовных знаний, заключенный во всех мировых религиях, остается недоступным для людей. Результатом этой невыевленности является поверхностное и рутинное понимание религиозных истин; отсутствие научного мировоззрения и активного социального действия. Конечный результат — невозможность прорвать паутину рутинного существования и перейти на новый уровень жизни общества. Масштабными примерами наличия религиозного творчества являются взгляды представителей русской религиозной философии грани XIX и XX веков (В.С. Соловьев, П.А. Флоренский, К.Н. Леонтьев, Л.М. Лопатин, С.Н. Трубецкой, Е.Н. Трубецкой, С.Л. Франк и др.) и ряда представителей русского космизма (С.Н. Булгаков, Н.Ф. Федоров, К.Э. Циолковский, Д.Л. Андреев).

Можно отметить следующие признаки отсутствия творчества у носителей тех или иных религиозных взглядов: безоговорочное доверие к религиозной традиции, религиозному воспитанию; приверженность к мыслительным штампам, сложившимся в различных конфессиях; привязанность к авторитетам, то есть наличие авторитарности; страх перед «другим» знанием, недоверие к парадигмам духовного знания, выработанным далекими духовными течениями; как правило, отсутствие интереса к «иному» или его голое отрицание.

Следствием нетворческого подхода являются: жесткая изолированность парадигм религиозного знания в сознании личности (одна считается истинной, все остальные — ложными); религиозный фанатизм; сужение сознания, что приводит к полной неспособности воспринимать новизну как таковую (новшества в сфере духовного знания, новые тенденции в функционировании церкви и пр.); разделенность людей в обществе по принадлежности к разным конфессиям. Можно сказать, что нетворческий подход к вопросам религии выполняет разделительную функцию, так как зачастую вырабатываются ошибочные представления о самом смысле религиозной веры, о ее потенциале и



конечных задачах, поставленных духовными учителями перед людьми.

Особенности религиозного творчества К.Э. Циолковского отражены в его личных взглядах, образе жизни, научных текстах, отдельных высказываниях. Для ученого был характерен ярко выраженный синтезирующий тип мышления, позволявший сравнивать историческую роль Христа и Будды, дополнять сугубо технические тексты размышлениями о загробной судьбе человеческой души, рационально подходить к толкованию традиционных религиозных текстов, в том числе и канонических Евангелий.

Наконец, ярчайшим примером синтеза в этой области мысли может служить идея Циолковского о необходимости слияния философского, научного и религиозного подходов в понимании и освоении действительности. Суть подобного подхода заключается в том, чтобы соединить, тесно сплавить глубину философских смыслов понимания сущности мира и человека с научными методами познания действительности (одним из главных К.Э. Циолковский считал эмпирическую составляющую, то есть возможность и необходимость проверки духовного знания) и собственно религиозными истинами во всей их полноте.

## **ГЛОБАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ В КОСМИЧЕСКОМ ИЗМЕРЕНИИ**

А.Д. Урсул, Т.А. Урсул

Глобальные проблемы получили свое наименование, на наш взгляд, не совсем удачно, поскольку объективно — это не проблемы, а противоречия. Дело в том, что в то время, когда складывалось это наименование, они не рассматривались с позиций глобального (универсального) эволюционизма и не видно было их продолжения в дальнейшем возможном развитии цивилизации, например, в космическом измерении. По сути, само наименование «глобальные проблемы» было дано потому, что они касаются всего человечества, а поскольку оно обитает только на нашей планете (исключая эпизодические космические полеты), то показалось, что термин «глобальные» может оказаться вполне приемлемым. Глобальное в таком случае отождествляется с общечеловеческим и вместе с тем общепланетарным, а значит, глобальные проблемы — это проблемы всего человечества в целом. Именно в этом смысле: «глобальные проблемы раз и навсегда решить нельзя; однажды появившись, они будут теперь неизменно сопутствовать мировому сообществу и решать их придется постоянно» [Чумаков



А.Н. Глобализация. Контуры целостного мира. М.: Проспект, 2012. С. 42].

Между тем в ракурсе предстоящего, пусть и в отдаленной перспективе, широкого выхода человечества во внеземные пространства, о чем мечтал К.Э. Циолковский, ситуация с глобальными проблемами выглядит несколько по иному. Дело в том, что ряд глобальных проблем окажутся вынесенными в космос, они не исчезнут, выражая общечеловеческие потребности (например, в освоении разного рода ресурсов), не говоря уже о взаимоотношениях человека и общества, социума и цивилизации, многие из которых оказываются вечными в том смысле, что ряд из них будут проявляться в космосе также, как и на Земле. Эти инвариантные общечеловеческие проблемы еще предстоит выявить, но ясно, что они не ограничатся только нашей планетой.

Некоторые из глобальных проблем могут навсегда остаться связанными с Землей, но большинство из них в самом их общем виде, видимо, «перенесутся» в космос и, тем самым, формально перестанут быть глобальными в земном их понимании. Ведь термин «глобальный» имеет два пространственных значения: 1) (от лат. Globus, шар) — охватывающий весь земной шар, планету в целом как космический объект; 2) (от фр. Global, всеобщий, взятый в целом) — распространяющийся на Вселенную, на все мироздание в целом.

Но и в более широком смысле термина «глобальные проблемы» как общечеловеческие проблемы останутся и наши далекие потомки, уже давно живущие в космосе, будут удивляться, почему их «космические проблемы» когда-то именовались глобальными проблемами. Более адекватное наименование — общечеловеческие проблемы, а наименование «глобальные проблемы» окажется временно-земным.

Не только глобальные проблемы, но и другие глобальные феномены целесообразно рассмотреть и с позиций их возможного продолжения вне планеты, что может иметь аналоги в космосе и не ограничиться лишь своим земным вариантом. В принципе, когда развернется широкий выход в космос, глобализация в том виде как мы её сейчас представляем, вполне возможно, закончится. Однако будет это не скоро, во всяком случае, не через десятки лет и не в этом столетии. Сейчас глобализацию мы мыслим как обретение целостности человечества, но при освоении космоса исчезают природные границы и пределы земного шара и для пространственного развертывания дальнейшего цивилизационного процесса появляются возможности «неглобального» и внеземного развития во многих направлениях. При этом вряд ли стоит видеть внеземное развитие (и обживание космоса) как равноправное во всех направлениях и измерениях. Мыслимы некоторые преимуще-



ственные направления космического развития — освоение Луны и Марса, а также создание искусственных космических станций. А в более отдаленной перспективе — освоение экзопланет, тем более, что уже обнаружены кандидаты — планеты земной группы для возможно-го поселения землян.

В отличие от глобализации, формирующей взаимосвязанный целостный глобальный мир, космическое расселение (также в отличие от глобального расселения) окажется для человечества процессом «рассеяния по космосу», утерей былой целостности и, возможно, даже дальнейшего автономного развития разных космических цивилизаций земного происхождения. Однако это не означает, что не будет процессов, подобных глобализации, о них уже шла речь ранее — это процессы освоения Луны как селенизация, освоения Марса как аресизация и т.п. [Урсул А.Д. Человечество, Земля, Вселенная. Философские проблемы космонавтики. М., 1977]. Опыт изучения и реализации глобального расселения и последующей глобализации может пригодиться и для освоения иных экзопланет в далеком будущем и других процессов космического расселения [Кричевский С.В. Расселение человечества вне Земли: проблемы и перспективы // Пилотируемые полеты в космос. 2012. № 1].

Предполагаемые процессы расселения и «глобализации» на иных космических объектах ставят вопрос о более широком видении этого процесса, предполагающего более продолжительное развертывание данного глобального процесса или же рассмотрения более общего, связанного с ним. Ведь внеземные процессы «глобализации» на иных небесных телах будут начинаться с заселения конкретного объекта и поэтому, учитывая такие возможности, также имеет смысл более тщательно выявить закономерности глобального расселения предков современного человека по всей территории Земли, начиная с Африки.

## **СОЦИАЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ В КОНЦЕПЦИИ УНИВЕРСАЛЬНОГО ЭВОЛЮЦИОНИЗМА**

А.И. Дронов

1. В проекции на универсальный (глобальный) эволюционизм социальная деятельность рассматривается под углом зрения встроенности ее в эволюционные космические процессы. Деятельность социумов (в том числе и земной цивилизации) выступает здесь в роли эволюционного фактора, соразмерного с процессами космоэволюции, благодаря которым на разных уровнях во Вселенной идет непрерывная



самоорганизация природных систем. Функция управления и исправления — это основная функция высокоразвитого социума в стратегии его отношения к природе: чтобы исключить возможность преобладания энтропийных процессов, Вселенная порождает внутри себя компонент с растущим негэнтропийным потенциалом. Данный тезис находится в родстве с идеей К.Э. Циолковского об особой роли разумных существ в космосе.

Для Вселенной с момента ее рождения и до настоящего времени характерно превалирование конструктивной космоэволюции, увеличивающей вещественно-полевое, энергетическое и информационное разнообразие физических структур. Вероятнее всего, «сингулярная» степень развития предопределила мировые константы, основные физические принципы и законы, действующие во Вселенной. Закономерным завершением синергетики конструктивных процессов является зарождение и развитие жизни и разума. Не исключено, что еще на «доисторическом» этапе — до «Большого взрыва» — была заложена своего рода «генетическая программа» превращения социума в фактор космоэволюции, выступающий в роли противовеса энтропийным процессам в природе.

2. Представление о распространении цивилизаций во Вселенной строится на основе анализа параметров, при которых допустимо возникновение и развитие разумной жизни. В рамках астросоциологии предпочтительнее исходить из того, что не только во Вселенной, но и в нашей Галактике существуют цивилизации, способные между собой контактировать. Нами также допускается возможность волнообразного космосоциогенеза: приблизительно одновременного (по метагалактическим масштабам) появления развитых цивилизаций на определенных фазах эволюции Вселенной.

Технологического способа установления контакта с космическими цивилизациями пока не найдено. Объяснить «молчание» с их стороны можно тем, что традиционная технология, на уровне которой мы находимся, ставит принципиальные ограничения для установления контакта землян с другими цивилизациями.

Классификация уровней развития космических цивилизаций может быть построена на основе типологизации способов их взаимодействия с природой. Социум имеет тенденцию перехода от простого преобразующего воздействия на природные системы к глобальному управлению ими. На высшей стадии технологический уровень позволяет цивилизации исправлять структурно-функциональные связи систем. Допускается исправление связей, носящих форму законов («Большой взрыв» как космокреатический опыт сверхразума). Исправ-



ление структурно-функциональных связей объектов в существующей конфигурации естественных законов доступно в рамках современной парадигмы научно-технической деятельности. Принципиальный запрет на исправление естественных связей, носящих форму закона, пока никем не сформулирован, но это не доступно традиционной технологии.

3. Концепция роли социального фактора в космозволюции основывается на трех принципах: развития, деятельности и антропном космологическом принципе. Принцип деятельности как объяснительный принцип уже вошел в теорию и методологию физики микромира: выражен в принципах дополнительности Бора и неопределенности Гейзенберга, в соответствии с которыми невозможно исключить из результатов наблюдения эффект «возмущающего» воздействия на элементарные частицы со стороны экспериментатора.

Логично предвидеть дальнейшее проникновение принципа деятельности (социального фактора) в естествознание — и в методологию, и в научную картину мира. Есть ли перспективы распространения принципа деятельности на область астрофизических наук и космологии? Будет ли наука изучать природу космоса в ее естественном, первозданном виде, или в исправленном — заданном человеком, социумом, сверхразумом? Ответ на эти вопросы будет зависеть от масштабов воздействия человека (других разумных сил космоса) на исследуемые объекты реальности.

## **МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В КОСМОСЕ ОТ ПРОГРАММЫ «СОЮЗ–АПОЛЛОН» ДО МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ: СОЦИОКУЛЬТУРНЫЕ АСПЕКТЫ**

Л.В. Иванова

Программа «Союз–Аполлон» (другое название: программа ЭПАС), осуществленная в 1972–1975 гг. СССР и США в результате политической воли была единственным широкомасштабным проектом сотрудничества в пилотируемой космонавтике наших стран в период холодной войны. В то время как технологическая часть программы ЭПАС неоднократно становилась предметом изучения и обсуждения историками науки и техники на основе документов и воспоминаний ряда разработчиков и участников проекта, социокультурные аспекты недостаточно изучены.



Выделим следующие социокультурные аспекты данного проекта: особенности социальных и кросс-культурных отношений, социальная самоорганизация, социокультурный подход, ценностно-нормативная среда, «атмосфера» определенной ментальности и др. С ними связаны и ответы на вопросы:

1. Каким образом перспектива реализации широкомасштабного космического проекта стала возможной в тот момент истории, когда две соперничающие космические державы проводили в космической области политику, основанную на конкуренции и соперничестве?

2. Какие факторы сыграли главную роль в изменении характера международных отношений, способствуя реализации программы ЭПАС?

3. В связи с чем этот проект, с исторической, социологической и социокультурной точек зрения, имел определяющее значение для развития межкультурной коммуникации в советско-американском сотрудничестве?

Осознание и учет новых социокультурных аспектов отношений двух стран в пилотируемой космонавтике в то время позволили выработать эффективный межотраслевой подход для реализации данной программы, который был реализован в государственной политике на стыке науки, промышленности и международных отношений. Для понимания специфики проекта ЭПАС важно заметить, что тогда, в период «Холодной войны», наряду с попытками создать особое пространство для сотрудничества, большое значение имели сложные и противоречивые факторы соперничества и взаимозависимости.

После напряженных длительных политических переговоров и научных контактов в ходе технического совещания в Москве, состоявшегося с 4–6 апреля 1972 года, СССР и США заключили Соглашение, включавшее 17 пунктов, в том числе по организации коммуникации между сторонами.

Ключевыми факторами, от которых зависел успех миссии, по мнению обеих сторон [The Partnership, NASA SP-4029], являлся вопрос коммуникации и языка общения. В соответствии с соглашением, «экипажи должны, как минимум, пройти подготовку на языке другой стороны на уровне, достаточном для взаимного понимания и адекватного взаимодействия, который обеспечил бы нормальное голосовое общение и выполнение требуемых действий».

Алексей Леонов вспоминая об упомянутом периоде, рассказывал, что англоговорящие инструкторы работали с российскими космонавтами в полном режиме. Из общего объема часов — от 2600 до 3100



часов, отведенных на подготовку американского экипажа, около 10% были посвящены языковому обучению.

17 июля 1975 г. в 19 час. 12 мин. 10 с московского времени состоялась стыковка кораблей, ради которой специалисты прошли дорогу длиной почти в 5 лет. В 2015-м году 40-летие этого выдающегося события. Стыковка весьма символично произошла над Эльбой, получив название «Рукопожатие в космосе». Тогда, в 1975-м, исполнилось 30 лет с момента исторической встречи союзников на Эльбе: 25 апреля 1945 года недалеко от немецкого города Торгау встретились части, подразделения 69-й пехотной дивизии 1-й американской армии и нашей, советской 58-й стрелковой дивизии 1-го Украинского фронта. Все это важно вспомнить в 2015-м в связи с 70-летием встречи на Эльбе и нашей общей Победы.

Летчик-космонавт России, член-корреспондент РАН Ю.М. Батулин пишет: «До полета состоялось одиннадцать совместных испытаний техники, шесть совместных тренировок экипажей, шесть тренировок персонала центров управления полетами и более двадцати встреч советских и американских специалистов. ... Но даже не эти количественные характеристики оказываются главными при оценке сделанного. Проект ЭПАС выполняли совместно две страны, которые имели свои технологии, методы проектирования, пользовались разными стандартами и системами единиц, разными языками, причем в каждом специальная терминология далеко не всегда имела точный эквивалент в другом языке. Специалисты подчинялись национальным режимам секретности [Батулин Ю.М. Встреча над Эльбой // Новая газета. №58. 8 августа 2005 г.].

«Мы работали, продвигаясь к общей цели, узнавали друг друга, укрепляли взаимопонимание и взаимное уважение. Результат теперь известен всему миру. Значит мы достигли не только совместимости нашей техники, методов и решений, но и показали, что нам доступна и человеческая совместимость, когда есть добрая воля и желание сообща работать на благо людей Земли» [Никитин Б.В., Рядинский Б.Ф. «Аполлон», Я – «Союз»! Как слышите? // «Союз» и «Аполлон». М.: Политическая литература, 1976. С. 165].

Это был первый опыт мирного сотрудничества в космосе СССР и США, который стал началом широкого международного сотрудничества ряда стран, в т. ч. на орбитальном пилотируемом комплексе «Мир» (1986–2001 гг.) и Международной космической станции (в полете с 1998 г.).

Совместные международные проекты будут продолжаться: несмотря на возникающие напряжения в политике, сотрудничество в



космосе, в основе которого преобладает мотив, направленный на получение новых знаний и технологий для всего человечества, приносит пользу всем, способствует развитию международных и национальных социокультурных коммуникаций в космонавтике и других сферах деятельности. Социокультурные аспекты опыта этого сотрудничества достойны систематического изучения и активного использования в науке и практике.

## **РУССКИЙ КОСМИЗМ КАК ДУХОВНО-ИДЕЙНЫЙ ИСТОЧНИК ТЕХНИЧЕСКОГО ОСВОЕНИЯ КОСМОСА**

Н.М. Солодухо

Можно с уверенностью сказать, что впереди ракеты всегда «летит» мысль, идея, а техническая реализация полета лишь осуществляет мечту человека. Духовные истоки и источник идей российских космических планов и достижений следует искать в работах русских космистов, в числе которых труды К.Э. Циолковского.

В целом философия космизма складывалась на базе идеи холизма, то есть целостности; в российской культурной традиции — это идея «всеединства», развитая прежде всего философом В. Соловьевым.

В основе русского космизма — осознание всеобщей взаимосвязи, существующей в космосе и на Земле, поиск места человека в космическом пространстве, соразмерности макрокосмоса (Вселенной) и микрокосмоса (Человека). И хотя представления космизма об организованном космосе начали формироваться еще в Древней Греции, космизм обрел особой статус многогранной специфической концепции именно в России на рубеже XIX–XX веков. В СССР интерес к учениям космистов, жившим на переходе двух прошлых веков, начал проявляться с 70–80-х гг. XX века, тогда и появился сам термин «русский космизм» (его авторами считаются Ю. Шишина, Н. Гаврюшин, Ф. Гиренок). В отличие от понятия «русский космизм», выражающего специфически национальную российскую концепцию с центральными идеями космоцентризма и антропокосмизма, ранее существовали понятия «космизм», «космическое мышление», «космическая философия» и иные. Так, к космистам (но не к русскому космизму) могут быть отнесены французский теолог и геолог Т. де Шарден и писатель-фантаст Жюль-Верн, которые не опирались на типичную российскую идею всеединства (В. Соловьева, С. Булгакова, П. Флоренского и др.). Существует обширная литература по русскому космизму [Гиренок Ф.И. Русские космисты (1990); Русский космизм (1993); Хайруллин



К.Х. Философия космизма (2003) и др.]. Авторы новых книг: В.Н. Демин, С.И. Шлекин, Б.М. Владимирский. Однако исследования о влиянии русского космизма на техническое освоение космоса пока ограничены (см.: [Ветров Г.С. С.П. Королев и космонавтика. Первые шаги (1994); Алтунин К.В., Гортышов Ю.Ф., Дресвянников Ф.Н. Прогресс отечественной ракетно-космической техники и космизм К.Э. Циолковского (2010); Солодухо Н.М. Идея освоения космоса как составная часть русского космизма (2014)]). Диссертационных работ на эту тему не обнаружено.

Русский космизм в основном представляет триединство направлений: естественно-научного, религиозно-философского, художественно-эстетического. Естественно-научное направление космизма развивали Н. Фёдоров, Н. Умов, К. Циолковский, Н. Холодный, В. Вернадский, А. Чижевский и др. К религиозно-философскому направлению относят В. Соловьёва, Н. Бердяева, С. Булгакова, П. Флоренского, Е. Блаватскую, Н. Рерих, Е. Рерих и др. С художественно-эстетическим космизмом связывают имена В. Одоевского, А. Сухово-Кобылина, А. Блока, А. Белого, В. Хлебникова, М. Врубеля, А. Скрыбина и др.

Хотя русский космизм неоднороден по своим концепциям, мировоззренческим ориентациям и средствам выражения, можно выделить положения, объединяющие его представителей. Существующие работы по выявлению сходства между космистами носят достаточно обобщенный характер. Предлагается выделить совокупность общих положений, имеющих отношение к связи идей космизма и технического освоения космоса:

- 1) представление о всеединстве мира, космоса и человека;
- 2) понимание «соборности» человечества как гуманистического идеала перед лицом космоса; признание роли научного и технического знания в освоении космоса;
- 3) понимание проективной роли человеческой деятельности в эволюционном процессе вселенной;
- 4) преодоление смертности человечества в просторах космоса на основе научно-технического развития;
- 5) утверждение сущностного характера любви и мудрости в глобальном космическом масштабе.

Говоря о технокосмической реализации идей космистов, следует назвать, прежде всего, К.Э. Циолковского, который развивал концепцию антропоцентризма, полагая, что центральное место в космосе занимает человечество и как высшая форма живого оно должно распространиться по космическому пространству, осваивая его. Именно



он обосновал необходимость создания ракеты как реально возможного средства космических путешествий и проделал математические расчеты технических параметров ракеты, способной вывести космический корабль на орбиту Земли. Работы К.Э. Циолковского оказали идейное влияние на Ф.А. Цандера, одного из создателей первой советской ракеты на жидком топливе, и С.П. Королёва, генерального конструктора советской ракетно-космической техники.

Техническое освоение космического пространства началось с запуска с космодрома «Байконур» первого искусственного спутника Земли, подъема на орбиту животных, вывода пилотируемого корабля в космос; затем были совершены автоматический облет Луны зондами, посадки аппаратов на Луну и планеты Солнечной системы, многосуточные орбитальные полеты и многое другое. Выход человека в космос «заземлил», приблизил космическое пространство, показал реальность целого ряда идей русского космизма, которые прежде оценивались только как теоретические предположения или казались лишь фантастичными. То, что раньше воспринималось как проекты космистов, стало обретать характер практически реализуемых проектов. В то же время обнаружились и противоречия между идеалами космистов и практикой освоения космоса: военное противостояние в ближнем космосе, загрязнение Земли и околоземного пространства «космическим мусором», разрыв между значительными затратами и низкой эффективностью космической деятельности и др.

Все это, в свою очередь, послужило толчком к дальнейшему развитию концепции космистов (см. научные труды Н.Н. Моисеева, литературные произведения И.А. Ефремова, С. Лема и др.). В.В. Казютинский, активно исследовавший феномен космизма, выделял следующих авторов, занимающихся разработкой философских концепций космизма: В.И. Алексеева, А.Г. Гачева, Н.К. Гаврюшин, В.Е. Ермолаева, В.В. Лыткин, В.М. Мапельман, И.И. Мочалов, С.Г. Семенова, А.Д. Урсул, Е.Т. Фаддеев, Л.В. Фесенкова, К.Х. Хайруллин, Л.В. Шапошников, В.Н. Ягодинский и др. (по: [Казютинский В.В. Мировоззренческие ориентации современного космизма (2007)]).

Поднятые русскими космистами проблемы созвучны современной научной картине мира, социально-политическим и нравственным проблемам нашей эпохи, а выдвинутые ими положения послужили духовным источником в целом и в частности источником идей технического освоения космоса. В космонавтике нашли отражение и общий гуманистический пафос единения и спасения в будущем человечества путем выхода в космос, заимствованный главным образом у религиозно-философского направления космизма, и более конкретные идеи по



созданию технических средств и организации поселений вне планеты – высказанных, прежде всего, представителями естественного научного направления.

Согласно тому, что человечество не сможет вечно оставаться в своей колыбели на Земле, идеи космистов нацеливают на освоение ближнего и дальнего космоса на базе новых нано- и биотехнологий: уже в XXI веке в перспективе построение станции на Луне, высадка человека на Марс и др.

## **КОСМИЗМ И ПОЭЗИЯ ПРОЛЕТКУЛЬТА**

К.Х. Хайруллин

Космизм — заметное явление русской культуры, и он нашел свое развитие не только в философии и науке, но и в искусстве, литературе, в частности, в поэзии. Рассмотрение в наши дни почти забытой поэзии Пролеткульта (А. Гастев, М. Герасимов, В. Кириллов, В. Александровский, В. Князев. И. Филипченко, В. Казин и др.) интересно тем, что оно позволяет говорить о существовании в России пролетарского космизма как особой формы космизма, в которой революция, классовая борьба, коллективный труд как мироустроительная деятельность и освоение космоса были представлены в их взаимосвязи. Подчеркивалось главное: именно пролетариату как самому революционному и организованному классу доступна всемирность, и он способен, сокрушив иго мирового капитала, установить коммунистический строй на всей планете, объединить человечество и повести его к освоению иных миров.

Общество пролетарской культуры выражало мнение тех, кто считал, что Октябрьская революция открыла новую эру в истории человечества и что вся жизнь должна быть перестроена по-новому. Многие культурные достижения прошлого надо отбросить, поскольку они служили интересам эксплуататорских классов, и выдвигалась программа создания «чистой» пролетарской культуры, как известно, раскритикованная В.И. Лениным. Поэзия Пролеткульта была полна ликования, оптимизма, энергии и ощущения безграничного расширения жизненных горизонтов. Его лейтмотив можно выразить словами: «мы победили и теперь всё можем».

Вполне в духе космизма, В. Кириллов писал: «Биенье сердца я соединяю / С движеньем солнц, кружением планет». Он называл пролетариат «Железной Мессией», который исполнит роль Христа в качестве спасителя и путеводителя человечества. В. Александровский про-



возглашал: «Я — всеобъемлющий, чье имя Пролетарий / Идущий к новым солнцам и мирам». Идея освоения космоса подчеркивалась в стихах пролеткультовцев, которые, правда, не задумывались о реальных средствах подобного освоения. «Мы все возьмем, мы всё познаем, / Пронизаем неба бирюзу». «Зарей крылатою одеты, / Мы в небо дерзостно взлетим, / Громокипящею кометой / Прорежем Млечные пути» (М. Герасимов). Именно последним созданы весьма оригинальные поэтические образы: «Сгребем мы лунною лопатой / С мундира неба ордена»; «Ковшом Медведицы черпнули / Мы счастье Вольного Труда». В поэзии Пролеткульта немало всплесков художественной фантазии и утопических мечтаний. В ней вырисовывается картина светлого грандиозного будущего, в котором человечество заполнит космос своей техникой, изменит орбиты планет и зажжет искусственные солнца. Для пролеткультовцев характерен не только культ рабочего, но и того, с чем он имеет дело: железа, машин, станков, заводов, индустриального труда. Будущее иногда называется машинным раем. А. Гастев считал, что наступит время, когда «сам мир будет новой машиной, где космос впервые найдет свое собственное сердце, своё биение».

Характерные черты пролетарского космизма: культ революции и пролетариата, героизация труда, абстрактный утопизм, гигантомания, титанизм, механицизм, технократизм, коллективизм, доведенные до отрицания значения личностного начала. Своим классовым подходом и растворением личности в коллективе этот вариант космизм резко отличался от христианского (религиозного) космизма, исходящего из самоценности отдельного человека.

Пролетарский космизм подвергали критике за абстрактность, «машинизацию» человека и отрыв от повседневных жизненных проблем. Почти все ведущие поэты Пролеткульта были репрессированы и погибли в конце 30-х — начале 40-х годов XX века.

## РУССКИЙ КОСМИЗМ И СОВРЕМЕННОЕ ОБЩЕСТВО

Ю.А. Кувшинов

К.Э. Циолковский говорил о том, что Земля — это колыбель разума, но нельзя вечно жить в колыбели. 2015-й год юбилейный — 50 лет выхода в открытый космос А.А. Леонова, 60 лет космодрому Байконур. Однако в обществе наблюдается явное снижение устремления к космосу, особенно в сравнении с 60-ми годами XX века. Такая чрезвычайно важная, базовая наука как астрономия в школах не преподается, любительские наблюдения звездного неба сократились. В городах ма-



ло кто вглядывается в звездное небо, тем более, что яркое освещение не позволяет увидеть Млечный Путь.

Резко снизился интерес к научной фантастике, подмененный англо-американскими фэнтези с рыцарями, принцессами и драконами. Теория нового средневековья, выдвинутая в США, срабатывает. На фоне падения интереса к научному знанию заметно выросло внимание к религии и всякого рода мистике. Однако, духовность и религиозность не синонимы, кровавый пример ИГИЛ подтверждает это. Средневековая Европа с ее кострами инквизиции — еще один пример. Джордано Бруно, живший в эпоху Возрождения, был сожжен за утверждение того, что не вызывает сейчас сомнения — Земля круглая, а Вселенная бесконечна.

На сегодняшний день самой распространенной «религией» в мире является товарно-денежный фетишизм. В мировоззрении основательно закрепились тотальный теоцентризм, философия гедонизма и эгоизма. Падение общей культуры, в том числе языковой, ярко демонстрируют результаты ЕГЭ. Ветхозаветная концепция человека как венца природы привела к экологической катастрофе. За последние 40 лет количество животных на Земле уменьшилось на 42%, а пресноводные виды пострадали еще в большей степени.

На современном этапе истории нельзя изолированно рассматривать природные процессы на нашей планете вне связи с космическими явлениями (примером чего является воздействие Солнца на погоду Земли). Необходимо развивать космоэкологию, которая должна рассматривать процессы на Земле в тесной связи с ситуацией в ближнем и дальнем Космосе. Русские космисты уделяли этим связям самое серьезное внимание. Планетарная экология должна рассматриваться как космоэкология. В отличие от животных человек должен ясно осознавать свою тесную связь не только с биосферой, но и с Космосом. По сути, Земля — это большой космический корабль, все обитатели которого являются космонавтами, несущимися в бесконечных просторах Вселенной. Но что будет, если ресурсы корабля иссякнут? Логика социального поведения определяет действия человека. Действия в конечном итоге определяются системой ценностей.

Философский и практический потенциал русского космизма явно недооценивается. Русский космизм на сегодняшний день является одной из наиболее жизнеспособных концепций гармонизации отношений человечества с космосом, с природой. К сожалению, не наблюдаются серьезных попыток реализовать этот потенциал в реальной жизни, практике, образовании. Отсутствуют примеры учета принципов русского космизма на уровне государственного строительства. Практи-



ка — критерий истины и только она может подтвердить потенциал и реальную ценность русского космизма, но для этого нужна воля людей.

К.Э. Циолковский писал: «Все порождено вселенной, она начало всех вещей, от нее все зависит. Человек или другое высшее существо и его воля есть только проявление воли вселенной» [Циолковский К.Э. Воля Вселенной (1928)]. Нужны большие усилия государств и общества, чтобы вернуть прежний интерес к космонавтике, это окажет положительное влияние на ее развитие.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ КОСМИЗМА КАК КОЛЛЕКТИВНОГО МИРОВОЗЗРЕНИЯ**

И.Л. Кирилук

Многие гениальные творения в науке и искусстве были авторскими, то есть были созданы одним человеком, заметно выделяющимся из общей массы окружающих людей или небольшой группой создателей. Таковым является и философское направление, получившее впоследствии название «русский космизм». Патриотам хотелось бы преподнести его как достижение страны, но надо учитывать, что это течение никогда в истории России и мира не принимало массовый характер. Н.Ф. Фёдоров, К.Э. Циолковский, В.И. Вернадский и другие его представители, относимые к космистам, имели весьма узкий круг единомышленников, понимающих и готовых продвигать и развивать подобные идеи.

Однако реализация ряда сложных и долгосрочных инициатив обычно требует коллективного и организованного участия большого числа людей. Поэтому возникает вопрос, способен ли русский космизм как философское течение стать массовой, или хотя бы коллективной идеологией? Является ли её узкая популярность в обществе следствием случайного стечения обстоятельств, или же это следствие особенностей природы человеческой психики? А если её популярность благодаря каким-либо факторам резко возрастёт, приведёт ли это к эффективному решению практических задач? Ведь не удалось же напрямую реализовать идею строительства коммунизма, хотя её поддерживало большое число людей. Важным вопросом также является соотношение космизма и практической космонавтики, деятели которой могут быть слабо знакомы с философской базой. Не тормозится ли развитие космонавтики недостаточным вниманием к её философским аспектам?



Существуют примеры коллективов, объединённых идеями философии космизма. Малоизвестным фактом является существование объединения «биокосмистов» в России 20-х годов XX века. Это направление было связано с анархизмом, включало в себя художников и поэтов. За несколько лет своего существования его сторонники провели множество диспутов в ряде городов России, на которых обсуждались такие темы, как увеличение продолжительности жизни людей, анабиоз, регенерация, космонавтика, енгеника и др. Это движение существовало довольно энергично, но не долго. Некоторые из его лидеров были репрессированы, хотя это случилось, когда пик активности был уже пройден, в 30-е годы.

В современном сообществе близкие идеи обсуждаются и развиваются в ряде течений и объединений с использованием термина «трансгуманизм». В нашей стране они представлены относительно многочисленными объединениями — Стратегическим общественным движением «Россия – 2045» и Российским трансгуманистическим движением. Одним из таких течений также является международное сообщество Less Wrong, которое функционирует не только в сети Internet, но организует собрания своих участников в различных странах мира. Проходят эти собрания и в России, в основном в Москве. Идеи трансгуманизма рассматриваются там наряду с достижениями аналитической философии и когнитивной науки. Таким образом, появляются представители, способные оценивать потенциал реализации романтических идей мечтателей в реальном обществе с учётом особенностей психики и когнитивных искажений реальных людей.

Важным направлением, обсуждаемым в сообществе Less Wrong и ряде других объединений является «эффективный альтруизм», в рамках которого предпринимаются попытки научными методами изучать оптимизацию использования средств, направленных на благотворительность, на сохранение максимального числа человеческих жизней и т.п. Полагаем, что принципы эффективного альтруизма вполне применимы и для развития космонавтики.

## **НАБЛЮДЕНИЕ ПРОХОЖДЕНИЯ ВЕНЕРЫ ПО ДИСКУ СОЛНЦА И РЕФЛЕКСИЯ СОЗНАНИЯ**

А.Г. Пахомов

Проводится сравнение описаний исторических наблюдений прохождения Венеры по диску Солнца 26 мая 1761 г., 23–24 мая 1769 г. и 8–9 декабря 1874 г. с собственными наблюдениями, осу-



ществленными 8 июня 2004 г. и 6 июня 2012 г. Анализируется возможность обнаружения венерианской атмосферы при сходе планеты с солнечного диска. С точки зрения сравнения с наблюдениями прохождений 2004 и 2012 гг., особый интерес представляют описания наблюдений 1874 г., выполненных в Одессе и Луксоре. Рассматриваются экстремальные состояния сознания во время кратковременных астрономических наблюдений и возможность их рефлексии.

Прохождение Венеры по диску Солнца — достаточно редкое, но регулярно повторяющееся астрономическое явление. Если взять всю последовательность чередования прохождений, то выглядеть она следующим образом: 8;  $121\frac{1}{2}$ ; 8;  $105\frac{1}{2}$  лет. Далее вся последовательность повторится сначала, потом ещё и ещё раз... Вот точные даты некоторых прохождений: 7 декабря 1631 г., через 8 лет — 4 декабря 1639 г.; через  $121\frac{1}{2}$  лет 3 июня 1761 г.; через 8 лет — 3 июня 1769 г.; через  $105\frac{1}{2}$  лет — 9 декабря 1874 г.; через 8 лет — 6 декабря 1882 г.; через  $121\frac{1}{2}$  лет — 8 июня 2004 г.; через 8 лет — 6 июня 2012 г.; через  $105\frac{1}{2}$  лет — 11 декабря 2117 г.; через 8 лет — 8 декабря 2125 г. и так далее. В XX веке данных явлений не было вообще, а в XXI веке они уже все прошли.

В случае прохождения перед солнечным диском небесного тела, обладающего атмосферой, рефракция создаёт вокруг части диска этого тела, находящегося за солнечным краем, световой ободок, по яркости сравнимый с фотосферой. Световая кайма может иметь вид двух «усиков» или «рожек», как бы постепенно вырастающих из солнечного края и охватывающих лимб планеты с обеих сторон. При сходе планеты с солнечного диска наблюдаются аналогичные явления. Вид наблюдаемых эффектов может зависеть от свойств инструмента и условий наблюдения.

Взаимодействие чувственной и запредельной составляющих позволяет определить достоверность наблюдательной проверки, которая, в свою очередь, зависит от технических возможностей. При этом желательно подключение множества независимых наблюдателей. В этом случае можно говорить о вступлении в силу нечувственной, если угодно, духовной составляющей. Проверить правильность уникальных наблюдательных выводов возможно только на следующем этапе развития науки. «Между тем, отмечено в истории и литературе множество необъяснимых явлений. Большинство их, без сомнения, можно отнести к галлюцинациям и другого рода заблуждениям, но все ли?» — сказано в очерке К.Э. Циолковского «Воля Вселенной». В этом отношении, явление прохождения Венеры по диску Солнца особенно интересно, даже уникально.



Прохождения осуществляются строго периодически, всегда следуют во времени парами. Возможность верифицировать, проверить собственные наблюдения и наблюдения коллег предоставляется только один раз — следующее прохождение случится более чем через 100 лет. На этом витке наука вступит в следующий этап своего развития.

## **ВЛИЯНИЕ ИДЕЙ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО НА ОСОЗНАНИЕ ОЦЕНОЧНЫХ АСПЕКТОВ КОСМИЧЕСКОГО ТУРИЗМА**

В.П. Бровяков

В работах, представленных на предыдущих Чтениях, было показано, что своими гносеологическими и онтологическими идеями К.Э. Циолковскому удалось оказать влияние на становление и развитие космического туризма.

Изучая труды калужского мыслителя, можно увидеть, что он отчетливо понимал оценочную суть «расселения по мировому пространству», «путешествий без боязни по всей солнечной системе». В работе «Монизм Вселенной» К.Э. Циолковский писал: «Чтобы понять меня, вы должны совершенно отрешиться от всего неясного, вроде оккультизма, спиритизма, темных философий, от всех авторитетов, кроме авторитета точной науки, то есть математики, геометрии, механики, физики, химии, биологии и их приложений». «Я — чистейший материалист. Ничего не признаю, кроме материи» [Циолковский К.Э. Космическая философия. М.: УРСС, 2001. С. 272, 273].

«Космический туризм» — это путешествия людей за пределами Земли в околоземном космическом пространстве и далее, совершаемые с целью познания и активного отдыха.

Процесс познания всегда связан с оценкой: хорошо, безразлично, плохо. Оценка имеет положительную, отрицательную, сравнительную значимость объекта и отличается от экзистенциальных и качественных характеристик, т.е. предметных оценок, и от нормативных, предписательно-оценочных сторон явлений общественного сознания, т.е. субъективных оценок.

В осознании космического туризма субъектом является космический турист, а объектом — любое явление естества, событие на туристическом маршруте, элемент туристического сервиса и т.п.

Оценка — это акт сравнения и выбора того, что признается за ценность. Ценностно-оценочное отношение субъекта к объекту по существу отличается от познавательного. При познавательном подходе



объект выявляется сам по себе, абстрагировано от познающего субъекта, в своих собственных измерениях. При ценностно-оценочном подходе выявляется отношение предмета или процесса к субъекту, отношение к ним субъекта. Познание и оценка взаимосвязаны, и главной ценностью является жизнь, живое, человеческое.

Для космического туриста важны и научные и ненаучные ценности событий, так как он является частью человеческого сообщества, цивилизации и ему свойственна система гуманистических ценностей: этических, эстетических, политических и др. Оценочная позиция космического туриста может совпадать с научной и содействовать пониманию истины, но может и противоречить этому.

Уже существует история космического туризма с анализом прошедших событий и синтезом планов на будущее. Историю космического туризма составляют люди, непосредственно принимающие участие в космических путешествиях, и те, кто своим трудом обеспечивают создание и функционирование космических путешествий.

Космический туризм, зародившийся в нашей стране, развивается, охватывая всё большую часть человечества. Осуществление полетов развлекательного или исследовательского характера, обеспеченное частными средствами, заинтересовало Россию, Казахстан, США, Великобританию, Японию, Испанию, Германию и другие страны.

Потому необходимо развивать новое направление философии — «философию космического туризма», которая должна охватывать философские, социально-гуманитарные идеи, гуманистические ценности и аспекты, в т.ч. в контексте безопасности и развития, включая оценочные аспекты, связанные с изменённым восприятием пространства, «дизайнерских образов» в космических условиях, с изменением работы органов чувств, физических, психологических и социальных реакций на окружающую среду и различные воздействия, а значит и на оценку событий и ситуации в коллективе космических туристов.



## **Секция 7. «К.Э. ЦИОЛКОВСКИЙ И НАУЧНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ»**

### **ОСНОВНЫЕ НАУЧНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ РАБОТЫ СЕКЦИИ «К.Э. ЦИОЛКОВСКИЙ И НАУЧНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ» В ПЕРИОД 2005–2014 ГГ.**

Ю.А. Матвеев, А.А. Позин, В.А. Воронцов, В.М. Шершаков,  
В.И. Флоров, Т.В. Горюн, Е.Л. Новикова

Секция «К.Э.Циолковский и научное прогнозирование» была преобразована на XII чтениях в 1977 году из ежегодного симпозиума той же тематики и названия, который возник в 1972 г. на VII Чтениях. Тогда работу симпозиума возглавили член-корр АН СССР В.И. Сифоров (председатель), д-р, профессор С.В. Шухардин, к-н В.П. Сенкевич и В.И. Флоров.

В своем докладе еще в начале работы секции М.К. Тихонравов определил ее основную задачу в следующих словах: «Основной вопрос, которым необходимо заняться — это вопрос о необходимости и путях освоения космического пространства». Эта задача многие годы формировала область творческих интересов секции. Руководителями секции в разные периоды были, кроме перечисленных, известные ученые: д-р техн. наук Ю.А. Матвеев, канд. техн. наук А.И. Беляков, д-р ист. наук И.В. Бестужев–Лада, канд. техн. наук Ю.В. Сидельников, д-р техн. наук А.А. Позин, д-р техн. наук В.А. Воронцов, д-р техн. наук В.М. Шершаков, д-р техн. наук Г.А. Полтавец. Большую организационную работу вели секретари секции А.А. Токарев, Т.В. Горюн, Е.Л. Новикова.

Обсуждая основные научные результаты работы секции, надо заметить, что прогностическая функция присуща любой научной дисциплине, области исследований и потому имеет место в работе, по существу, всех секций Чтений К.Э.Циолковского. В связи с этим, планируя работу секции, нам представлялось важным, прежде всего, обобщить методические вопросы прогнозных исследований необходимости и путей развития космонавтики, проанализировать опыт и методические приемы К.Э. Циолковского при решении таких задач.

Для определения направлений и перспектив развития космонавтики важно также обсудить среднесрочные и долгосрочные прогнозы совершенствования технических средств и технологий, выявить и оценить факторы и условия, которые могут повлиять на это развитие.



Интерес для секции представляли одновременно отдельные исследования новых технологий, предложения и наработки, опытные данные, которые позволили бы расширить область анализа перспектив развития космических средств, оценить их реалистичность и провести комплексный анализ эффективности таких предложений.

Последние годы много места в работе секции занимали вопросы участия российской космонавтики в международных проектах. Нам представлялось необходимым обсудить эти проблемы в связи с формированием Федеральной программы развития космонавтики, перспективы развития транспортных средств, создания аэрокосмических систем.

Рассматривались технические и технологические аспекты освоения ближнего космоса и изучения планет Солнечной системы (Венеры, Марса, Луны и др.), вопросы повышения технико-экономической эффективности средств дистанционного зондирования поверхности Земли и др. для максимального удовлетворения потребностей, социально-экономических и др. запросов космического хозяйства земли, для решения комплекса научных задач.

Вопросы обеспечения системной безопасности рассматривались широко как основное идейное положение, а также как отдельные направления технологий при реализации проектов. В частности, много места уделялось проблеме обеспечения экологической безопасности, рассмотрению комплекса технических, технологических и организационных средств для решения соответствующих вопросов. Важно было обсудить опыт выполнения таких работ, перспективные направления развития технологий.

Как одно из магистральных направлений развития космонавтики рассматривались вопросы промышленного освоения Луны через развитие производства на Луне и создания космических секторов больших экологических систем на Луне. Были заслушаны доклады по частным научно-техническим вопросам.

В связи со значительной динамикой и неопределенностью социально-экономического и технологического развития, которые наблюдаются последние годы, рассмотрение вопросов прогнозирования перспектив развития, расширения роли и значения космонавтики для сохранения устойчивости цивилизации становятся все более актуальными. Поэтому нам представляется, что основные проблемные вопросы, поднимаемые и обсуждаемые на секции «К.Э. Циолковский и научное прогнозирование» и в последующие годы работы секции будут волновать исследователей, будут интересны общественности, будут способ-



ствовать осмысливанию событий и поиску эффективных путей выхода из кризисных ситуаций.

## **ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ МЕЖДУНАРОДНОГО КОСМИЧЕСКОГО ПРАВА В ОБЕСПЕЧЕНИИ УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**

Ю.Н. Макаров, А.Н. Рудев, А.В. Бондаренко, Э.Г. Семененко

Актуальность проблемы международно-правового обеспечения космической деятельности (КД) Российской Федерации приобрела особую значимость в условиях возрастания конкуренции на мировом космическом рынке усиления противоречий геополитического, международного, научно-технологического, экономического характера, проблем обеспечения долговременного устойчивого развития КД.

Анализ состояния современного международного космического права (МКП) показывает, что в рамках действующего МКП в основополагающих документах не отражены необходимые в современных условиях требования и правовые механизмы обеспечения безопасности и устойчивого развития КД.

Комитетом ООН по космосу в рамках новой космической политики развернуты работы по разработке требований, направленных на предотвращение образования космического мусора (КМ), по решению проблемы предотвращения столкновений космических аппаратов (КА), снижению техногенного засорения околоземного космического пространства (ОКП). Реализация идеи интеграции и применения правовых механизмов предупреждения образования космического мусора, столкновений космических объектов (КО), процесса удаления из ОКП нефункционирующих космических объектов потребовала комплексного подхода к решению широкого спектра научно-технических, международно-правовых и организационных проблем, связанных с обеспечением безопасности КД.

В рамках международного сотрудничества активизировалось использование форм и методов государственно-частного партнерства (ГЧП), позволяющего более эффективно использовать потенциал РКО в условиях обострения конкуренции на мировом рынке космических услуг.

Участившиеся в последнее время столкновения и другие инциденты в космосе потребовали активного развития мер по повышению эффективности и ответственности в КД, обеспечения безопасности функционирования КО, совершенствования механизмов координации



КД государств на основе развития средств национального, глобального мониторинга и усиления на базе национальных средств контроля реализации Руководящих принципов по предотвращению образования космического мусора и оценке уровня опасности глобальной космической обстановки на базе постоянной сети обмена информацией и применения специальных правовых механизмов, улучшающих взаимодействие на базе интеграции действующих международно-правовых механизмов.

Российская Федерация выступила с рядом научно-технических и юридических инициатив, направленных на снижение и нейтрализацию угроз безопасности КД в долгосрочной перспективе, создание института обеспечения устойчивого развития КД в ОКП, актуализацию в повестке дня Комитета ООН по космосу мер по установлению режима обеспечения долгосрочной устойчивости КД, по разработке системы Руководящих принципов по обеспечению государствами устойчивого развития КД в ОКП, недопущение милитаризации ОКП, продвижение Договора по предотвращению размещения оружия в космосе.

В рамках международного сотрудничества в России активизировано использование форм и методов ГЧП, позволяющих более эффективно использовать потенциал ракетно-космической отрасли в условиях обострения конкуренции на мировом рынке космических услуг.

Сегодня активно создаются новые виды и типы космических систем, новые космические технологии, растет число государств-участников КД, осуществляется пересмотр и поиск новых проектно-технологическо-конструкторских решений по реализации перспективной РКТ, в том числе по развитию пилотируемой космонавтики, космических средств орбитального обслуживания, направленных на широкое применение сервисных космических средств для обеспечения ремонта на орбите, дозаправки КО, удаления нефункционирующих КО и проведения других космических операций, которые позволят кардинально изменить структурно-функциональное содержание будущей космической деятельности в околоземном космическом пространстве.

По оценкам специалистов в условиях использования современных достижений в области технологий искусственного интеллекта и применения робототехнических средств создаваемые прорывные технологии орбитального обслуживания, в рамках новой космической политики приобретают новое качество — становятся технологиями двойного применения, обеспечивающими возможности создания принципиально новых видов гражданских и военно-космических



средств, базирующихся на принципах интеллектуализации и интеграции выполняемых функций.

В условиях новой космической политики Комитета ООН по космосу стратегия развития международной правовой базы предусматривает:

- укрепление действующего международно-правового режима с позиции обеспечения безопасности и устойчивого развития КД с учетом интересов РФ (разработка и внесение необходимых изменений в международные правовые акты).

- заключение новых соглашений по проблемам обеспечения безопасности и устойчивости КД, предусматривающих:

- создание международной службы обеспечения безопасности и устойчивого развития КД;

- установление правил поведения в КД и механизмов их реализации, в том числе для новых видов и типов КД;

- создание системы эффективного контроля и международной ответственности за нарушения в КД.

- международное сотрудничество в области прогнозирования космической обстановки и космических операций по предотвращению опасных ситуаций в ОКП;

- развитие системы мер транспарентности и укрепления доверия в КД;

- формирование международного механизма информационного взаимодействия по вопросам контроля безопасности КД по всему спектру угроз.

- переход от разработок по нейтрализации отдельных угроз КД к формированию глобальной интегрированной международной системы обеспечения устойчивого развития КД.

В рамках программы мер по реализации «Основ государственной политики Российской Федерации в области космической деятельности на период до 2030 года и дальнейшую перспективу», утвержденных Президентом РФ, предусмотрено осуществление стратегии обеспечения устойчивого развития КД.



**ПЕРСПЕКТИВНОЕ ПРОЕКТИРОВАНИЕ  
И КОНСТРУКТИВНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ  
ХАРАКТЕРИСТИК КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ  
ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ ПРИ  
НАЛИЧИИ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОГРАНИЧЕНИЙ**

Ю.А. Матвеев, В.А. Ламзин, В.В. Ламзин

Прогнозные исследования развития техники дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) проводят с целью определения рациональных проектно-технологических решений перспективных космических аппаратов (КА) ДЗЗ, а также с целью формирования программ создания КА ДЗЗ и совершенствования космических систем ДЗЗ. Такие исследования выполняются на начальном этапе проектных работ, полученные данные используются для обоснования технического задания на новые разработки.

Различают исследовательские и конструктивные (нормативные) методы прогнозирования. Исследовательское прогнозирование связано с анализом динамики основных характеристик техники (массовых, энергетических, показателей функциональной эффективности и др.), с определением закономерностей изменения последних от времени реализации проекта. Такой анализ проводят на основе опытных данных по образцам прототипам, которые были реализованы в предшествующий период. Полученные закономерности используют для определения (прогнозирования) основных параметров (показателей), которыми должен обладать перспективный образец техники к моменту реализации проекта ( $t_{пр}$ ). В основе такого подхода лежат общие представления о закономерном и эволюционном развитии техники при сохранении основных условий существования.

Конструктивный метод прогнозирования позволяет определить рациональные (оптимальные) проектно-конструкторские решения для перспективного образца техники с учетом особенностей реализации проекта (при учете динамики внешних технико-экономических и организационно-технологических связей), определить рациональные параметры объекта в целом и параметры подсистем, при которых могут быть получены требуемые тактико-технические показатели. В таком случае конструктивный метод прогнозирования техники (КА ДЗЗ), по сути, является методом перспективного проектирования (иногда используют понятие системного проектирования).

Применение конструктивного метода прогнозирования связано с решением двух групп задач:



– задачи анализа развития объектов надсистемы, взаимодействующим с создаваемым техническим объектом и определяющим условия его существования и требования к эффективности функционирования такого объекта;

– задачи перспективного проектирования, оптимизации параметров техники (КА ДЗЗ) с учетом особенностей проектно-конструкторских решений и технико-экономических ограничений.

Рассмотрены вопросы методического обеспечения для решения задач оптимизации параметров перспективных КА ДЗЗ при наличии особенностей проектно-конструкторских решений, определения рациональных параметров модификаций КА ДЗЗ при наличии технико-экономических ограничений.

Проведена сравнительная оценка влияния принятых базовых (ключевых) технологий на эффективность и сроки использования модификаций КА ДЗЗ. Такие исследования позволяют выделить ключевые (базовые) конструкторско-технологические решения (КТР) и найти их рациональные параметры. Под ключевыми (базовыми) технологиями понимаем перспективные КТР основных подсистем, реализуемые при создании КА ДЗЗ и их модификаций в планируемый период, от которых зависит научно-технический уровень, конкурентоспособность и эффективность техники, создаваемой в планируемый период.

## **ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНЫЕ СИСТЕМЫ ОПЕРАТИВНОГО КОНТРОЛЯ И МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА**

К.М. Пичхадзе, В.В. Малышев, А.В. Федоров, В.А. Воронцов,  
Е.А. Фёдоров

На сегодняшний момент развитие бортовых комплексов управления идет по пути создания нового поколения аппаратов, умеющих самостоятельно выбирать режимы работы, автоматически подстраиваться к изменению полетного задания и к появлению отказов в работе основных систем обеспечения полета. Поэтому повышение качества функционирования и определение действительного технического состояния бортовых систем является важной проблемой.

Создание современных бортовых систем требует новых решений сразу во многих направлениях науки и техники, связанных с развитием теории управления полетом. Разработка и внедрение бортовых интегрированных интеллектуальных систем управления и поддержки



принятия решения является важнейшей задачей при проектировании бортовых систем. Поскольку данные системы ориентированы на оперативное вмешательство в работу объекта управления на основе анализа непрерывно меняющихся параметров внешней и внутренней среды, то в таких системах активно используются знания и опыт экспертов. Поэтому такие системы относятся к классу интеллектуальных систем, основанных на знаниях.

В настоящее время в НПО им. С.А. Лавочкина проводятся научно-исследовательские работы по созданию программно-математической модели с элементами интеллектуальной системы оперативного контроля состояния космических аппаратов (КА) для наземного программного комплекса, которые позволят решать такие задачи: возможность создания мер, в том числе и прогнозирования, для парирования непредвиденных нештатных ситуаций в космическом аппарате в случае их возникновения; возможность автоматизации оперативных решений на борту для ликвидации отказов; автономная оценка состояния различных бортовых систем; отработка методов и средств оперативного контроля для бортовых систем КА.

## **БУДЕТ ЛИ В РОССИИ ЭКСПЛУАТИРУЕМАЯ КОСМОНАВТИКА?**

А.Т. Тарасов, В.Д. Кусков, Е.Л. Новикова, Д.А. Самсонов

«Программу освоения околоземного пространства надо готовить заново», - сказал Александр Книвель в статье «Космическая беспризорщина», опубликованной в газете «Военно-промышленный курьер» №20 за 3–9 июня 2015 г.

Автор этой статьи не сомневается в том, что ближний космос должен обслуживаться авиационно-космическими системами (АКС). Основное их преимущество перед традиционным ракетным способом доставки полезных грузов на околоземную орбиту — многообразие, сопутствующая высокой технико-экономической эффективности. И другое важное преимущество — возможность стартовать с нескольких точек. К сожалению, в настоящее время АКС развиваются не в России, хотя именно в России это направление возникло и получило развитие («Спираль», МАКС, «Буран»). Но Книвель не упоминает проект академика И.Ф. Образцова многоцветного транспортного авиационно-космического комплекса (МТВКА «Космоплан») - системы с горизонтальным стартом и посадкой. Это — основа эксплуатируемого космоса. Не разбираясь в сути дела, ракетчики ответили крайне отрица-



тельным ответом на предложение Образцова, представленное Правительству, утверждая, что единственным средством для полета в космос являются ракеты. Наряду с отрицанием АКС, есть проблемы с интеграцией информационных технологий в наземно-космические системы.

В современной информатизации и связи стратегическим направлением принято обслуживание подвижного объекта (в самом широком понимании) средствами подвижной (сотовой) связи и Internet. Подвижная связь развивается весьма быстрыми и активными темпами. Смена эпох оценивается в ~12 лет.

При таких темпах развития технологий подвижной связи выход сотовых систем на космический уровень при принятой стратегии ракетостроения в России принципиально невозможен ни по срокам реализации, ни по затратам ни по эффективности.

Симбиоз космических развивающихся систем телекоммуникации и связи и средств выведения может быть достигнут только при коренном изменении стратегии построения средств выведения от единственного принятого способа доставки ракетой-носителем на параллельное создание АКС с горизонтальным стартом и посадкой. Такой вид средств активно разрабатывается за рубежом (например, Скайлон).

Главным представляется появление принципиально новой информационной экономики, которая становится базовым компонентом новой формы социальной организации, требующей перехода на более высокий уровень развития технологий и знаний. Происходит то, что характеризуется термином «высокое соприкосновение» общества и технологии. Одно из проявлений высокого соприкосновения — формирование социального (коллективного) интеллекта.

По совокупности закономерностей становления и формирования информационного сообщества России все ожидаемые задачи обслуживания социума будут носить комплексный интеллектуальный характер. При этом интеллектуальные функции целесообразно вносить в рамки информационной системы.

Система ГЛОНИС предназначена для обеспечения на системном уровне функции навигации, связи, управления, дистанционного зондирования Земли, мониторинга природной среды и деятельности человека в единой наземно-космической системе.

Информационное сопряжение космического сегмента ГЛОНИС с постоянно действующими наземными информационными системами определяет чрезвычайно высокие требования надежного функционирования космических аппаратов при их нахождении на орбитах. Это



может быть достигнуто только созданием системы эксплуатации многофункциональной наземно-космической системы. Концепция эксплуатируемой системы: многократное использование каждого КА после плановой модернизации и технического обслуживания в наземных условиях; периодичность съема КА с орбиты для модернизации определяется условиями смены эпох систем связи, ориентировочно составляет ~5 лет; система выведения и возврата КА с помощью авиационно-космической системы (АКС) с горизонтальным стартом и посадкой; система эксплуатации АКС, техобслуживания и модернизации КА наилучшим образом реализуется на развитии авиаремонтного завода АРЗ-360 в г. Рязань.

Предлагаемый проект системы ГЛОНИС ориентирован на совокупность отечественных технологий, имеющих начальную проработку. Важным моментом предлагаемого проекта является опережающая разработка теории построения и применения системы.

Современные темпы развития подвижных систем связи очень велики. Если сегодня преобладающим видом сотовой связи является 4G-LTE, то следующая эпоха 5G находится в разработке структуры сигналов. Космический сегмент 5G может состояться только в структуре эксплуатируемой космонавтики, ибо запустить экспериментальный объект, провести испытания и снять его с орбиты для изучения, доработки и, если необходимо, для многократных испытаний не будет стоить затрат, в отличие от использования РН «Ангара». Собственно эксплуатируемая космонавтика должна быть государственной системой, предоставляющей космические услуги для различных космических информационных систем. При такой постановке вопроса негосударственный сектор будет инвестировать средства для ее развития.

В России будет эксплуатируемая космонавтика, если цели и задачи космонавтики будут определяться и решаться на государственном уровне.

## **МЕТОДОЛОГИЯ УПРАВЛЕНИЯ РИСКАМИ ПРИ ОБЕСПЕЧЕНИИ БЕЗОПАСНОСТИ СОЗДАВАЕМЫХ КОСМИЧЕСКИХ СТАНЦИЙ, КОСМИЧЕСКИХ КОРАБЛЕЙ, АВТОМАТИЧЕСКИХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

**К.М. Пичхадзе, В.А. Воронцов, А.Н. Давыдов, В.А. Тихонов**

Под безопасностью космической системы, комплекса, автоматических космических аппаратов понимается способность парировать



негативные предпосылки и воздействующие факторы различного характера с целью обеспечения заданного уровня работоспособности.

В данном докладе обосновано понятие безопасности как свойства космической системы и рассмотрены мероприятия по обеспечению выполнения и подтверждения требований безопасности.

В докладе представлены:

1. Понятие безопасности как свойства космической системы и ее поставляющей.
2. Пути анализа рисков с целью определения неприемлемых рисков и мер по снижению их до приемлемого уровня.
3. Требования к барьерам безопасности.
4. Обеспечение выполнения и подтверждения качественных и количественных требований безопасности.

## **РЕЗУЛЬТАТЫ ВЫПОЛНЕНИЯ РАБОТЫ ПО РАЗРАБОТКЕ ПРЕДЛОЖЕНИЙ ПО ПОСАДОЧНОЙ ЛУННОЙ ПЛАТФОРМЕ С ЛУНОХОДОМ**

А.М. Крайнов, В.А. Воронцов

В докладе представляются промежуточные результаты выполнения научно-исследовательской работы по исследованию возможности адаптации мобильных средств для исследования Луны к перспективной посадочной платформе и разработке предложений по посадочной лунной платформе с луноходом.

Для осуществления планов по исследованию спутника Земли с целью дальнейшего его освоения и колонизации большую значимость имеет обновление имеющегося в стране задела по разработке, созданию, доставке и эксплуатации внеземных роверов различного назначения.

В рамках представленной работы проводится оценка возможности создания космического аппарата (КА) для доставки и функционирования планетохода на поверхности Луны как элемента автоматического космического комплекса отечественной программы исследования Луны, состоящего в настоящее время из одного орбитального, двух посадочных стационарных станций и одного возвращаемого на Землю аппарата с образцами лунного грунта.

В обеспечение унификации мобильной платформы лунохода для выполнения различных задач (в том числе на этапах освоения и колонизации Луны) разработку КА необходимо производить по критерию максимальной массы полезного груза планетохода. С целью со-



кращения сроков и затрат КА для доставки и функционирования лунохода предлагается разрабатывать на основе имеющегося задела КА «Луна-Ресурс /1П».

Сформированы варианты адаптации КА «Луна-Ресурс/1П» для обеспечения доставки и функционирования лунохода. Проведены анализ компоновочных схем расположения лунохода на посадочной платформе и массогабаритных параметров ровера. Исследован объем необходимой адаптации посадочной платформы КА «Луна-Ресурс/1П» для доставки и ввода в действие планетохода.

Проведена оценка вариантов адаптации на соответствие предъявляемым требованиям к КА. Вариант адаптации КА «Луна-Ресурс/1П» с комплексированием систем составных частей имеет преимущества по соответствию предъявляемым требованиям к КА перед вариантами адаптации без комплексирования.

## **КОСМОНАВТИКА И СТРАТЕГИЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ЛУНЫ**

А.М. Кирюшкин, Л.В. Куличкова, В.Д. Оноприенко, А.С. Чижов

Более полувека прошло с начала «лунной гонки» и после ее завершения интерес к Луне угас на длительный срок. Основные идеи по стратегии исследования и освоения Луны первым высказал С.П. Королёв в 1960–1970 годах.

С.П. Королёв рассматривал Луну для решения трех первоначальных задач:

- организация на Луне постоянной научной базы;
- исследование и возможность построения промышленных объектов для использования ресурсов Луны как наиболее близкого к нам небесного тела;
- развитие космической инфраструктуры второго уровня для обслуживания и обеспечения межпланетных космических полетов.

Одна из главнейших задач при полете на Луну — непрерывное радиотехническое обеспечение межпланетного экспедиционного корабля с Землей.

Комплекс радиотехнического обеспечения пилотируемой экспедиции на Луну должен решать следующие основные задачи на всех этапах проведения экспедиции:

- осуществлять телефонную связь с каждым членом экипажа межпланетного экспедиционного корабля (МЭК);
- обеспечивать обмен программно-технологической информацией (межмашинный обмен) между информационно-вычислительным



комплексом ЦУПа и вычислительными средствами всех составных частей экспедиционного комплекса;

- осуществлять передачу команд и программ управления на все составные части экспедиционного комплекса;

- осуществлять двухсторонний обмен несколькими каналами телевизионной информацией между составными частями экспедиционного комплекса и Землей;

- осуществлять прием и передачу в ЦУП телеметрической информации со всех частей экспедиционного комплекса;

- проводить траекторные измерения объектов экспедиционного комплекса;

- обеспечивать прием биотелеметрии от каждого космонавта;

- осуществлять одновременную работу с несколькими объектами лунной экспедиции — орбитальным модулем, посадочным модулем, обитаемой напланетной базой, космонавтами, с подвижными транспортными средствами на поверхности Луны.

Указанные операции должны проводиться круглосуточно с необходимой надежностью и достоверностью независимо для каждого объекта экспедиционного комплекса.

Решение перечисленных задач потребует создания многоканальной радиолинии наземного радиотехнического комплекса (НРТК), позволяющей через одну наземную антенну обмениваться информацией с несколькими объектами МЭК.

Пилотируемые экспедиции к Луне будут состоять из нескольких космических аппаратов (КА), находящихся на разных этапах полета: на траекториях перелета Земля–Луна и Луна–Земля, на орбите искусственного спутника Луны. Управление всеми КА лунных экспедиций должно проводиться одновременно и независимо, причем связь с пилотируемыми аппаратами должна обеспечиваться круглосуточно.

Каждая страна стратегию освоения Луны формулирует в зависимости от своих главных задач и технических возможностей:

1. Для СССР и России основные задачи сформулировал С.П. Королёв:

- первые полёты человека в космос;
- создание ракет и кораблей для межпланетных полетов в космос;

- главная задача - экспедиции на Луну и на планеты Солнечной системы для использования их в научном и производственном плане.

Полеты автоматических станций к Луне Россия планирует осуществить в период 2016–2021 гг. с использованием РН «Ангара», РН «Протон» и РН «Союз».



Предполагается осуществить разработку «кислородно-водородного» разгонного блока для обеспечения вывода на опорную орбиту Земли РН «Ангара-5А»  $G_n = 37$  т в период 2021–2028 гг., а это уже технически обеспечит возможность пилотируемого полета к Луне в период 2026–2030 гг.

Луна — спутник Земли, на котором люди в будущем смогут жить, используя местные лунные ресурсы и материалы, которые станут доступны для человечества при широком использовании современных результатов науки и техники.

2. Для США после полетов к Луне в 1969–1970 гг. на кораблях «Аполлон» в 1986 г. были определены основными задачами на 1986–2036 гг.):

- создание постоянной (обитаемой) базы на Луне и исследование Марса робототехническими средствами в первом–втором десятилетии XXI века;

- в 2010 г. разработана программа комплекса мероприятий и прикладных программ НАСА по освоению планет Солнечной системы робототехническими средствами и астронавтами;

- в 2013 г. доработана программа по исследованию и уточнению модели структуры и эволюции Вселенной.

3. Кроме России и США сейчас на Луну пристальное внимание обратил Китай, а именно:

- в конце 2013 г. китайцы успешно отрепетировали посадку аппарата «Чанъ-Э» на поверхность Луны. Более того, сейчас там работает китайский луноход «Нефритовый заяц». Ни одного другого работающего аппарата на поверхности Луны сейчас нет.

- ученые КНР планируют высадить на Луну человека уже в 2020 г., а затем приступить к постепенной его колонизации, при этом, по мнению специалистов, именно Китай на данный момент является лидером «лунной гонки».

- основная задача - получение редкоземельных руд и металлов, которые сегодня значительно возросли в цене.

4. Япония решает свои задачи, а именно:

- ученые предлагают установить на Луне гигантскую фабрику по сбору солнечной энергии: пояс вокруг экватора Луны, его длина почти 11 тыс. км, ширина — 400 км. Такое Лунное кольцо сможет вырабатывать около 13 тысяч тераватт энергии. Ее с помощью специальных антенн и лазеров будут транспортировать на Землю.

- подобные станции смогут выдавать энергию 24 часа 7 дней в неделю. Их КПД в разы выше, чем у солнечных станций на Земле.



- передаваемая на Землю лунная энергия фактически неисчерпаема, она позволит реализовать идею об обществе, не загрязняющем природу вредными выбросами электростанций.

И, наконец, общая задача для всех стран мира — размещение на Луне систем обнаружения опасных астероидов (как на видимой с Земли стороне, так и на не видимой) позволит обеспечить круглосуточное наблюдение.

Для эффективной работы аппаратуры, развертывания новых, более совершенных систем обнаружения опасных астероидов, обслуживания и ремонта систем на Луне потребуются наличие высококвалифицированного персонала, обеспеченного лунным транспортом. Обитаемая лунная база может стать форпостом и для пилотируемых экспедиций на астероиды. На Луне возможна окончательная сборка из модулей, присылаемых с Земли, космических аппаратов для «охоты» за астероидами.

Дальнейшая модернизация и развитие межпланетных полетов предусматривается в 20-х–30-х годах XXI века с целью выполнения повышенных требований со стороны перспективных космических программ исследования среднего и дальнего космоса, включая реализацию самостоятельной российской программы пилотируемых полетов к Луне.

### **КОСМОНАВТИКА БУДУЩЕГО РЕАЛИЗУЕТСЯ ЧЕРЕЗ ИНТЕГРАЦИЮ МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ КОСМИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

Н.В. Дедов, В.Н. Дедов, А.М. Кирюшкин, Л.В. Куличкова,  
В.Д. Оноприенко, Г.С. Сапрунов, В.М. Чебаненко

Многофункциональная космическая система ретрансляции «Луч» создается ОАО «ИСС» по заказу Роскосмоса. Она предназначена для обеспечения обмена между объектами ракетно-космической техники (РКТ) и центрами управления их полетом (ЦУП) командно-программной, телеметрической, траекторной, телевизионной и телефонно-телеграфной информацией, необходимой для целей управления.

Кроме того, система «Луч» предназначена для:

- ретрансляции информации целевого назначения с полезных нагрузок объектов РКТ в ЦУПы, центры обработки информации и отдельным потребителям;

- ретрансляции на наземные комплексы управления сигналов «Вызов наземного комплекса управления» с различных низколетящих



космических аппаратов-абонентов при возникновении на них нештатных и аварийных ситуаций;

- ретрансляции информации от платформ сбора данных в центры сбора данных и их выносные пункты приема информации космической гидрометеорологической системы Росгидромета;

- ретрансляции информации от аварийных радиобуев в центры сбора данных и выносные пункты приема информации международной космической системы спасения «КОСПАС-САРСАТ»;

- ретрансляции сигналов системы дифференциальной коррекции и мониторинга в системе «ГЛОНАСС».

С запуском третьего спутника для системы «Луч», а именно «Луч-5В» в 2014 г., космическая система ретрансляции становится глобальной и обеспечивает возможность непрерывной и бесперебойной ретрансляции необходимой информации.

«Луч» — это абсолютная система связи, которая позволит не строить большое количество наземных станций, а также океанских кораблей для поддержания связи с космическими объектами. Она позволит «видеть» с помощью «Лучей» работу наших разгонных блоков и низколетящих космических аппаратов на «глухих» витках, то есть вне зон видимости российских наземных средств. Кроме того, «Луч» поможет оперативно получать информацию со спутников дистанционного зондирования Земли, когда они находятся на другой половине планеты. Система «Луч» позволит получать большой объем информации с Российского сегмента Международной космической станции (МКС).

«Луч-5Б» — российский телекоммуникационный спутник-ретранслятор, созданный в ОАО «ИСС» на основе легкой платформы «Экспресс-1000». «Луч-5Б» стал вторым в серии из четырех спутников, являющихся частью многофункциональной космической системы ретрансляции «Луч» (наряду с «Луч-5А», «Луч-5В» и «Луч-4»).

Как и аналогичный спутник «Луч-5А», «Луч-5Б» будет работать с низколетящими космическими объектами с высотой орбит до 2000 км над поверхностью Земли (МКС, космические корабли, а также ракеты-носители, разгонные блоки и др.). «Луч-5Б» будет принимать от них информацию на участках полета, находящихся вне зон видимости с территории России, и ретранслировать ее в режиме реального времени на российские земные станции.

«Луч-5Б» оснащен шестью транспондерами S- и Ku-диапазонов и двумя 4-метровыми трансформируемыми антеннами с узкими диаграммами направленности: одна из антенн работает в Ku-диапазоне частот, другая — в S-диапазоне.

Спутник «Луч-5В» предназначен для обеспечения:



- информационного обмена с российским сегментом МКС и низкоорбитальными пилотируемыми и автоматическими аппаратами;
- передачи телеметрической информации от РН, РБ и других объектов ракетно-космической техники;
- ретрансляции информации от автоматических станций системы сбора и передачи данных (ССПД) «Планета-С» Росгидромета;
- ретрансляции сигналов автоматических радиобуев международной системы поиска и спасания КОСПАС/SARSAT;
- ретрансляции корректирующих сигналов системы дифференциальной коррекции и мониторинга (СДКМ) для потребителей глобальной навигационной спутниковой системы «ГЛОНАСС»;
- обмена телевизионными новостями и программами между телецентрами;
- проведения телемостов, телеконференций и репортажей с территории России и стран ближнего и дальнего зарубежья.

А вот к работе по основному целевому назначению «Лучи-5» приступят только после установки соответствующей абонентской аппаратуры ретрансляции (ААР) на РС МКС, РН, РБ и низкоорбитальных пилотируемых и автоматических аппаратах.

Создание группировки спутников «Луч-5» не было синхронизировано с работами по наземной инфраструктуре, а также с созданием специальной аппаратуры для передачи телеметрических данных с разгонных блоков и космических аппаратов на спутники «Луч». На данный момент не разработана и не изготовлена аппаратура для установки на разгонные блоки «Фрегат», «Бриз-М», ДМ-03 и ракеты-носители. Не изготовлена и не установлена ни на один низкоорбитальный спутник аппаратура передачи данных через «Лучи». Репортажные станции, которые позволили бы вместе с системой «Луч» вести передачу из любого района страны, до сих пор не изготовлены.

С тех пор ситуация немного улучшилась. В апреле 2014 г. на МКС было доставлено оборудование для экспериментальной отработки радиоканала S-диапазона через спутники «Луч-5». В декабре 2012 г. Роскосмос заключил контракт с московским НИИ космического приборостроения по созданию унифицированной ААР, обеспечивающей передачу телеметрической информации в S-диапазоне с РН и РБ на наземные станции приема через спутниковые каналы МКСР «Луч». Аппаратуру ретрансляции через «Лучи-5» планируется устанавливать на всех новых спутниках.



## **КОМПЛЕКСНЫЙ МЕТОД ПРОЕКТИРОВАНИЯ ГОЛОВНЫХ ЧАСТЕЙ ГЕОФИЗИЧЕСКОЙ РАКЕТЫ ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ РАКЕТНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ**

Ю.В. Костев, А.А. Позин, Ю.А. Матвеев

Головная часть (ГЧ) ракеты предназначена для размещения полезной нагрузки (ПН) и защиты ее от внешних воздействий при наземной эксплуатации и полете ракеты. Состав ПН, как правило, включает в себя блок научных приборов. ГЧ состоит из корпуса с элементами крепления ПН и соединения ГЧ с двигательной установкой. В состав ГЧ входит приборный отсек с аппаратурой управления блоком научной аппаратуры, системы стабилизации и определения ориентации ГЧ, а так же головной аэродинамический обтекатель.

Методика проектирования ракетного эксперимента (РЭ) включает в себя решение технических и технологических задач. Возможности техники во многом определяют особенности применяемых технологий. Конструкция ГЧ влияет на эффективность проводимого РЭ и, как показывает опыт, при ее конструировании необходимо учитывать функциональные и параметрические связи ГЧ и подсистемами РЭ. Это позволяет учитывать в конструкции наличие системных (функциональных и параметрических) ограничений.

Конструктивно-компоновочное исполнение ГЧ может быть различным и зависит от разного количества факторов таких, как количество отсеков ГЧ и их расположение, типа носителя, на котором размещается ГЧ, и др.

Однако, опыт разработки ГЧ показал неэффективность создания разных типов ГЧ под каждый РЭ, поэтому нами разработана универсальная ГЧ — базовая платформа, в которой заложен большой потенциал модернизации, позволяющий создавать модификации ГЧ под различные типы РЭ с простым и надежным устройством стабилизации ракеты в полете. По такой технологии разработан ряд конструкций ГЧ, обеспечивающих размещение требуемого числа научных приборов.

Предложен комплексный подход, позволяющий анализировать многообразие особенностей РЭ — применения, эксплуатации и разработки модификаций конструкций ГЧ. При этом решается задача оптимизации параметров ГЧ с учетом заданных параметров ракетного и наземно-измерительного комплекса, а так же системы передачи данных. Предложен алгоритм решения задач по определению эффективности ГЧ, содержащий в себе основные блоки оценки затрат и эффективности.



## **ИССЛЕДОВАНИЕ СРЕДСТВ ПРОВЕДЕНИЯ КОМПЛЕКСНЫХ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ**

Д.А. Князев, О.В. Мезенова, А.А. Позин

Ракетный геофизический эксперимент (РГЭ) основывается на регулярных пусках исследовательских метеорологических ракет (ИМР) по определенным программам с целью оценки состояния среды верхних слоев атмосферы (ВСА) и получения данных измерений для изучения физико-химических процессов под воздействием природных или техногенных факторов или для отработки средств ракетно-космической техники.

Структура РГЭ включает в себя ракетный, наземный и космический сегменты.

К основным средствам проведения РГЭ в части ракетного сегмента относится ракетный комплекс (РК). Конкретный состав, структура и технический облик РК и его основных элементов разнообразны и зависят от его назначения, организационной принадлежности, способа базирования и т.п. Главным элементом РК является средство выведения научной аппаратуры в ВСА с исследовательскими целями — ИМР.

Пуски ИМР, как правило, сопровождаются дистанционными способами измерения различных параметров природной среды наземными, самолётными, спутниковыми измерениями состояния ВСА до пуска, во время и после пуска ракеты. Для каждого РГЭ разрабатывается различный состав блоков научной аппаратуры (БНА) ракеты, а так же различные варианты компоновок головных частей ИМР.

К наземному сегменту РГЭ относятся средства измерения и комплексы, состав которых зависит от целей РГЭ (например, лидарные, оптические, радиолокационные ионосферные, инфразвуковые, магнитные, электростатические наблюдения), а также привлекаемая наземная инфраструктура — средства связи, монтажно-испытательный комплекс (МИК), оснащенный двумя видами оборудования: механосборочным и контрольно-испытательным, обеспечивающими расконсервацию элементов ИМР после транспортировки, проверку работоспособности научных приборов и т.д., а также командный пункт (КП), откуда ведется управление РГЭ и где сосредоточена аппаратура обработки всей собранной информации о состоянии и готовности всех технологических и общетехнических систем старта и бортовой аппаратуры и результатов экспериментов.



В зависимости от поставленных задач в РГЭ используются различные средства его проведения, которые базируются, в независимости от его целей, на станции ракетного зондирования атмосферы (СРЗА), с которой производятся непосредственно запуски ИМР. СРЗА могут быть наземного, морского и самолетного базирования.

К космическому сегменту РГЭ относятся спутниковые средства получения и передачи информации, которые реализуются техническими комплексами, размещаемыми на космических аппаратах.

Комплексные ракетные исследования и эксперименты реализуются в рамках взаимоувязанной программы всех задействованных средств проведения РГЭ.

В работе представлена организационно-техническая структура сегментов РГЭ, исследованы их особенности и предложены показатели определения эффективности.

## **ЧЕРНЫЕ ДЫРЫ — ТРАНСВСЕЛЕНСКИЕ ТОРНАДО**

Р.В. Хачатуров

До недавнего времени Чёрные Дыры считались чисто теоретическими объектами, однако сейчас уже доказано, что в центрах многих Галактик находятся сверхмассивные Чёрные Дыры, вокруг которых вращаются более мелкие. Например, в центре нашего Млечного Пути находится сверхмассивная Чёрная Дыра (около 4,3 миллиона масс Солнца), вокруг которой вращается Чёрная Дыра средней массы (около 5000 масс Солнца) и периодом обращения около 100 лет и несколько тысяч сравнительно небольших. Таким образом, эти объекты являются естественным явлением во Вселенной, при этом плохо изученным. Исходя из классической ОТО, Чёрные Дыры должны полностью поглощать попадающую в них материю и энергию и не излучать ничего. Однако сравнительно недавно в результате астрофизических наблюдений было обнаружено, что практически все крупные Чёрные Дыры, поглощая материю и энергию из аккреционного диска, излучают мощнейший поток энергии (джет), перпендикулярный плоскости этого диска.

Согласно теории Гипервселенной, когда концентрация массы превышает определённый предел, искривление пространства становится настолько сильным, что оно, прогибаясь, достигает параллельной Вселенной, образуя туннель между этими Вселенными, направленный вдоль четвёртой пространственной координаты перпендикулярно трёхмерным пространствам этих Вселенных.



Для наблюдателя, находящегося внутри любой из этих Вселенных, концы этого туннеля выглядят как Чёрные Дыры. Попытки описать эти объекты с помощью классической ОТО приводят к противоречиям и парадоксам, так как это явление просто выходит за границы применимости этой теории. Математическая модель и теория Гипервселенной способна в полной мере объяснить это явление. Являясь туннелем между параллельными Вселенными, каждая Чёрная Дыра может быть двунаправленной — засасывая материю по спирали (подобно торнадо) из аккреционного диска в одной Вселенной, она выбрасывает её в виде энергетического джета в другой, и наоборот. Важно отметить, что хотя Чёрные Дыры являются связью и переходами между параллельными Вселенными, использовать их для путешествий между этим Вселенными нельзя, так как при переходе через такой туннель материя разлагается на элементарные составляющие и выбрасывается в параллельную Вселенную в виде энергетического джета. Образование Чёрных Дыр во многом подобно образованию смерчей и торнадо. В них также возникают как восходящие, так и нисходящие потоки, имеется спиралевидная структура и их также нельзя использовать для безопасных путешествий.

Таким образом, Чёрные Дыры осуществляют связь и обмен материей и энергией между параллельными Вселенными.

## **ДУХ И МАТЕРИЯ В СВЕТЕ КОНЦЕПЦИИ ЖИВОЙ ВСЕЛЕННОЙ К.Э.ЦИОЛКОВСКОГО**

А.В. Колесников

Проблема природы духа до настоящего времени обходится стороной позитивной наукой. Считается, что это не дело науки, а скорее религии или эзотерики. Пытаясь рассуждать на тему духа на страницах официальных научных журналов легко угодить во фрики и распрощаться с научным авторитетом и уважением коллег — нормальных ученых. А ведь между тем сама проблема объективно существует, и от того, что мы ее просто вынесли за рамки научного познания, никуда не делась. К.Э. Циолковский не был столь жестко связан с условностями, принятыми в официальной академической научной среде, и имел мужество, а также обладал достаточной внутренней интеллектуальной свободой для того чтобы прямо рассуждать об этом. При всем при этом чрезвычайно оригинальный ум К.Э.Циолковского обладал весьма развитой научной интуицией, глубину которой нам, возможно, еще лишь предстоит оценить.



Итак, феномен духа, несомненно, существует в каждом из нас, но мы, тем не менее, считаем природу этого явления научно не познаваемой, а попытки включения проблематики духа в планы исследований склонны считать лженаукой. Следует признать, что грани здесь действительно достаточно тонкие и спекуляции на почве проблемы познания природы души действительно возможны.

Нейрофизиология пока не приводит нас к сколько-нибудь вразумительному общему пониманию физической природы психики и субъективного восприятия себя и себя в мире и во времени. Пока нам не удастся разглядеть «я» за биоэлектрическим шумом живых функционирующих нейронных ансамблей. Где прячется наше «я», на чем основано, как появляется и куда исчезает. На эти вопросы ответить пока сложно, но, тем не менее, вопросы эти существуют, а значит, могут и должны ставиться в рамках научного познания.

Рассматривая физические свойства материи мы почему-то напрочь забываем о таких вещах как «я», душа или психика. Мы априорно убеждены в том, что все это лишь некие далекие проявления свойств высокорганизованных структур, которые не имеют отношения и никак не проявляются на фундаментальном физическом, атомно-молекулярном, квантовом уровне организации материи. Циолковский же высказывал столь смелую, столь же простую и обоснованную мысль о том, что зачатками пси-свойств должны обладать уже самые фундаментальные физические единицы вещества. В природе нет границ, а, следовательно, нет и пропасти между живой и неживой материи. Живая Вселенная — одна из самых спорных и часто критикуемых идей Циолковского. Однако, она же, возможно, является и одной из наиболее глубоких и пророческих его мыслей. Речь, разумеется, не идет о вульгарном одушевлении природы, характерном для ранней мифологии, или о некоторых современных поверхностных околонаучных концепциях.

Рискнем высказать мысль, что идеи панпсихизма К.Э. Циолковского об отсутствии границ в природе между живой и неживой материей могут и должны иметь под собой реальную почву. Более того, идеи эти в будущем могут оказаться не просто отвлеченным, абстрактным, философским теоретизированием, но лечь в основу новой парадигмы техники, а именно, чувствующих, ощущающих, по сути — живых машин. Как это не может показаться странным, фантастичным или сумасбродным с позиции традиционного современного мировоззрения, но именно там, возможно, лежит путь сильного, конструктивного решения проблемы создания истинного искусственного интеллекта. Не компьютерной программы, а именно искусственного «я», личности,



обладающей ощущением своего бытия во времени и в мире. Подобные машины будут незаменимы в процессе исследования и освоения дальнего космоса, миров иных звезд.

## **О РЕАЛИЗАЦИИ ПОСАДКИ ПЕРСПЕКТИВНЫХ ПОСАДОЧНЫХ АППАРАТОВ НА ГРУНТ ВЕНЕРЫ**

С.П. Буслаев

Посадка космического аппарата (КА) «Вега-2» 15 июня 1985 г. завершила пятнадцатилетнюю серию успешных посадок из десяти советских аппаратов на поверхность Венеры. Одной из причин этого являются тяжёлые внешние условия у поверхности планеты — большое давление и высокая температура. Тем не менее, в настоящее время ведутся работы над посадочными аппаратами для будущих исследований Венеры. Это, например, российский проект «Венера-Д», американские проекты Venus Flagship Design Reference Mission (DRM), разрабатываемый совместно в Jet Propulsion Laboratory (JPL) и в California Institute of Technology (Caltech), а также посадочный аппарат проекта Venus Intrepid Tesseract Lander (VITaL), разрабатываемый совместно в NASA Goddard Space Flight Center (GSFS). Рассматриваются также концепции проектов венерианских планетоходов и даже концепции доставки грунта с Венеры. Для возможности функционирования аппарата при температуре 470 градусов в течение длительного рассматривается возможность применения охлаждающего устройства с использованием двигателя Стирлинга.

В последние годы особую актуальность вновь приобрела задача удара КА о поверхность Венеры при посадке. Дело в том, что приоритетными районами для будущих посадок перспективных венерианских аппаратов учёные сейчас считают районы с местностью типа тессера (от греч. — «черепица»). Эта местность образовалась после тектонических деформаций, и поверхностный слой там может быть сложен наиболее древними породами. Рельеф этой местности представлен уступами высотой до 1 км, грядами высотой 1-2 км, склонами с углами до 30 градусов. На таком неровном рельефе опасность переворота посадочного аппарата существенно выше, чем она была у советских аппаратов типа «Венера», которые садились в достаточно равнинных районах. В связи с этим требуется более подробное изучение динамических процессов, происходящих при ударе КА о поверхность грунта Венеры.



В частности, в динамике ударного движения КА необходимо более тщательно учитывать влияние плотной атмосферы Венеры, плотность которой у поверхности планеты в 14 раз меньше плотности воды. При этом часть газа, окружающая КА, участвует в движении КА, становится «присоединённой массой» и должна учитываться в уравнениях движения КА в системе «посадочный аппарат + присоединённая масса атмосферы + грунт». Влияние плотной атмосферы может и уменьшать и увеличивать опасность переворота и требует математического и экспериментального исследования.

## **О НЕКОТОРЫХ ПЕРСПЕКТИВНЫХ МЕТОДАХ УПРАВЛЕНИЯ СОЗДАНИЕМ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ В XXI ВЕКЕ В АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ**

И.В. Апполонов, В.Д. Оноприенко, К.Д. Пантелеев, Г.С. Сапрунов,  
К.В. Семёнов

В докладе анализируются наиболее перспективные, ранее разработанные методы (в основном в 60-е–80-е гг. XX века) и разрабатываемые в настоящие годы методы и модели по управлению различными сложными системами (техническими, технологическими, производственными, организационно-экономическими и другими) для целей их последующего более тщательного изучения и возможной адаптации применительно к новым задачам управления созданием сложных, наукоемких, конкурентоспособных систем в аэрокосмической отрасли в ближайшее, среднесрочное планирование до 2020 г., программное планирование до 2030 г. и более отдаленную перспективу XXI века.

К таким методам по мнению авторов относятся: метод жесткого детерминированного управления; метод ситуационного управления; метод конфигурационного управления; метод вложения задач с идентификацией; метод, базирующийся на теории катастроф; метод, базирующийся на теории хаоса и фрактальном моделировании; функциональный метод управления; общесистемный метод управления.

В докладе кратко излагается содержательная сущность каждого из перечисленных методов с указанием их разработок применительно к различным сложным системам и формулируются рекомендации по их более детальному изучению в рамках специально постановочных научно-исследовательских работ и опытно-конструкторских работ применительно к управлению разработками как отдельных важных комплексов и комплектующих изделий ракетно-космической техники, так и к сложным системам в целом (как пилотируемым так и не пило-



тируемым космическим кораблям).

Особое внимание в докладе предполагается уделить двум последним из числа перечисленных методам управления как наиболее важным и достаточно полно представленным в публикациях последних лет, однако, требующих усилий по их практическому внедрению в ходе разработки типовых технических проектов по управлению созданием сложной наукоемкой техники и средств технологического оснащения ее производств в рамках интегрированных автоматизированной системы управления (АСУ) и системы автоматизированного проектирования (САПР).

Последнее предложение по использованию этих методов в АСУ и САПР нам представляется как обязательство реализации методов, так как это предполагает эффективный конечный результат при их внедрении.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ НА УСТАНОВКАХ ВОЗДЕЙСТВИЯ НА МАТЕРИАЛЫ ТЕПЛОЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ СПУСКАЕМЫХ АППАРАТОВ ВЫСОКОСКОРОСТНЫХ ЧАСТИЦ**

А.Ф. Клишин, А.М. Никитин, С.А. Сыромятников

В условиях космического пространства воздействию высокоскоростных частиц подвергаются внешние поверхности элементов и систем конструкции космического аппарата (КА). Для некоторых типов КА последствия ударного воздействия высокоскоростных частиц могут иметь негативный или даже критический характер. В первом случае ухудшаются физико-механические свойства материалов и покрытий элементов (систем) конструкции КА. Во втором случае элемент или система КА выходит из строя (т.е. теряет работоспособность), что может создать аварийную ситуацию для всего КА. Для предупреждения такого исхода необходимо применять специальную защиту элементов и систем КА критичных к воздействию метеороидов.

В состав ряда автоматических межпланетных станций входит спускаемый аппарат (СА), который обычно располагается снаружи её. В отдельных случаях габариты СА значительные и определяют габариты КА. Такая ситуация характерна при сравнении размеров десантного модуля (ДМ) и перелётного модуля (ПМ) изделия «ЭкзоМарс».

Высокая вероятность воздействия метеорных частиц на материалы тепловой защиты ДМ за время перелёта изделия до Марса опреде-



ляется следующими факторами: большая продолжительность перелёта ( $\sim 8$  месяцев); значительная ( $\sim 20 \text{ м}^2$ ) площадь внешней поверхности ДМ, имеющая теплозащитное покрытие (ТЗП); между орбитами Марса и Юпитера находится пояс астероидов — источник основных метеороидных потоков.

Отметим, что ТЗП ДМ при воздействии метеороидов является «критичным элементом», а тепловая защита ДМ — «критичной системой» изделия «ЭкзоМарс». Предполагается, что характер взаимодействия высокоскоростных ударников с неметаллическими материалами будет значительно отличаться от взаимодействия этих ударников с металлическими преградами (последние давно применяются в качестве эффективной экранной защиты от воздействия высокоскоростных средств поражения).

Рассматриваются расчётно-экспериментальные методики, которые отрабатываются для определения стойкости ТЗП к воздействию высокоскоростных тел и последующей оценке их теплозащитных свойств при заданных теплосиловых испытаниях в высокоскоростных потоках.

## **СОВЕРШЕНСТВОВАНИЕ УСТРОЙСТВ СИСТЕМ РАЗДЕЛЕНИЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

В.В. Горовцов

В настоящий период развития космической техники одним из важнейших компонентов служебных систем космического аппарата (КА) является система разделения и отдельные пиротехнические устройства, позволяющие в очень короткий промежуток времени произвести ряд необходимых операций, таких как: отделение КА от ракеты-носителя (РН); расчеховка и разворот антенн и вынос штанг с приборами; сброс отработавших узлов и агрегатов и т.д.

Для успешного выполнения этих операций они должны обладать быстроедействием, большим энергозапасом, минимальной массой.

В течение длительного времени основными пироэнергодатчиками указанных устройств были пиропатроны, имеющие электрический мостик, при подаче на него электрического тока определённой величины мостик воспламеняет заряд пиротехнического состава, который генерирует рабочий газ высокого давления.

Потенциальная энергия рабочего газа с помощью устройств «поршень–цилиндр» преобразуется в механическую работу, обеспечивающую нужное перемещение или отделение агрегатов и устройств.



Для примера можно рассмотреть устройство системы отделения крупногабаритного КА от РН. Эта система состоит из восьми пирозамков-толкателей, четырёх пиротехнических газогенераторов (ПГГ), коллектора, служащего для выравнивания давления в системе и подводящих трубопроводов к пирозамкам-толкателям.

Система, имея хорошие характеристики и высокую надёжность, имеет сравнительно большую массу и недостаточную технологичность.

Помимо пиротехнических устройств значительное место в этом ряду занимают детонационные системы, использующие кристаллические высокоэнергетические материалы (КВМ), на основе которых были разработаны разрывные болты и удлинённые заряды, которые были применены при разработке систем разделения КА «Венера», «Марс-96» и др.

Обладая высокой энергоёмкостью, системы на КВМ имеют крупный недостаток — большое акустическое воздействие на конструкции и приборы КА.

Применение нового вида высокоэнергетических материалов — эластичных (ЭВМ) позволило сделать устройства пироавтоматики на принципиально новом уровне, используя заряды ЭВМ в виде малых зарядов (массой 0,2...0,5 г.) сложной формы.

Система, созданная на основе ЭВМ, выполняющая те же функции, что и предыдущая, имеет меньшую массу (12 кг против 26 кг предыдущей), более высокую надёжность за счёт кольцевого соединения всех детонационных замков с помощью трансляторов детонации, что обеспечивает срабатывание всей системы даже при отказе трёх из четырёх электродетонаторов системы.

Также увеличивается надёжность блока управления пироагрегатами за счёт уменьшения количества команд, подаваемых на пиропатроны (пиропатронов четыре — вместо восьми).

В результате широко применимы ЭВМ в конструкции системы разделения для ряда КА. В НПО им. С.А. Лавочкина был разработан целый ряд детонационных замков с усилием разрушения 3, 5, 10 и 17 т, а также унифицированные трансляторы детонации наружным диаметром 4,5 мм в трубке из нержавеющей стали.

Транслятор позволяет (допускает) изгиб при монтаже радиусом не менее 20 мм, что обеспечивает их монтаж в кране стеснённых условиях конструкции КА.



## **ПРОЕКТИРОВАНИЕ ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ЭКРАНОВ БОРТОВОЙ КОСМИЧЕСКОЙ АППАРАТУРЫ**

В.А. Тришкин, А.А. Позин, В.М. Шершаков

За годы, прошедшие после создания К.Э. Циолковским научных работ по освоению космического пространства, космос прочно вошёл во многие важные сферы человеческой деятельности и уже в недалёком будущем прогнозируется значительное увеличение числа космических аппаратов различного назначения, способными создавать в окружающем пространстве мощные электромагнитные помехи. Помехи, воздействуя на электронные узлы и компоненты, вызывают отказы и сбои в работе приборов. Следствием процесса совершенствования электронных компонентов, миниатюризации, уменьшения рабочих напряжений, является снижение пороговых значений энергии, приводящих к повреждению электроники или сбою, поэтому одной из основных конструкторских задач, при проектировании аппаратуры, является обеспечение устойчивой работы при наличии внутренних и внешних источников электромагнитных излучений. Одним из основных средств обеспечения надёжной работы в условиях воздействия помех, является экранирование.

Задача проектирования заключается в создании такой конструкции, которая выполняла бы все возложенные на неё функции, не влияя существенно на параметры экранируемых и окружающих элементов. Конструкция экрана должна учитывать функциональное назначение защищаемого элемента. При экранировании отдельного узла, экран проектируется, прежде всего, исходя из размеров данного узла и влияния экрана на характеристики окружающих элементов. В случае экранирования прибора, экраном, как правило, служит корпус, который должен совмещать в себе ряд других важных функций: защиту от пыли, влаги, механических воздействий и перегрузок, ионизирующих излучений, поддержание заданного теплового режима и т.д.

Характеристикой, определяющей защитные свойства конструкции экрана, принято считать эффективность экранирования, вычисляемую как отношение напряжённостей электрического или магнитного поля в отсутствии экрана и при его наличии. Эффективность конструкции экрана складывается из ряда факторов, где наибольшую роль играют влияние на эффективность наличия отверстий, щелей, зазоров, служащих путями проникновения электромагнитной волны в пределы экранированного пространства, а также резонансные процессы, снижающие, при определённых условиях, эффективность экранирования до неприемлемого уровня. Таким образом, проектирование конструк-



ций экранов заключается в создании замкнутого сплошного электропроводящего контура, удовлетворяющего необходимым заданным расчётным значениям эффективности, конструктивным, технологическим и другим требованиям и ограничениям. Заранее точно определить характеристики эффективности реального экрана практически невозможно, так как очень трудно учесть влияние всех действующих факторов, поэтому для определения эффективности экранирования используют расчётные и экспериментальные методы оценки.

В данной работе приведены основные способы создания экранированных конструкций космических приборов, различные виды материалов, применяемых при экранировании, а также краткий обзор методик для расчётов эффективности экранирования различных типов экранов.

## **СПОСОБЫ ХРАНЕНИЯ ЭНЕРГИИ ПЛАНИРУЮЩЕГО ВЕНЕРИАНСКОГО АТМОСФЕРНОГО ЗОНДА**

В.А. Воронцов, А.В. Родионов

Зонд «Ветролёт» в составе проекта «Венера-Д» предназначен для исследования атмосферы Венеры в процессе длительного дрейфа.

Планируется, что аппарат будет парить в венерианской атмосфере больше месяца. Для поддержания его работоспособности необходимо столько электроэнергии, что использованием даже самых ёмких батарей не обойтись.

Благодаря знаниям о свойствах атмосферы, полученных в предыдущих миссиях на Венеру, в которых использовались аэростатные зонды, для решения проблемы энергообеспечения можно использовать энергию ветра и Солнца.

В этом докладе рассматриваются возможные способы хранения энергии, применения методов по её частичному возмещению, таких как: солнечные батареи, ветрогенераторы и РИТЭГи (радиоизотопные термоэлектрические генераторы).



## **СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ОСНОВНЫХ ПРОЕКТНЫХ ПАРАМЕТРОВ ВЕНЕРИАНСКОГО АТМОСФЕРНОГО ЗОНДА**

В.А. Воронцов, С.А. Чалов, Б.В. Любезный

Исследования атмосферы планеты Венера, проводимые в 1985 г. аэростатными зондами космических аппаратов «Вега», позволили получить информацию о глобальной циркуляции атмосферы, а также её составе, процессах и явлениях происходящих в ней. В настоящее время учёными проявлена заинтересованность в более глубоких исследованиях Венеры и сформирован комплекс научных задач, которые планируется реализовать в миссии проекта «Венера-Д». Для решения поставленных задач необходимо длительное исследование атмосферы планеты с использованием современных методов и научной аппаратуры.

В качестве технического средства для проведения длительных исследований атмосферы целесообразно использовать атмосферный зонд «Ветролёт». Срок активного существования «Ветролёта» должен составлять не менее 7 суток. Естественными условиями, необходимыми для дрейфа «Ветролёта» являются сила и градиент ветра, меняющиеся по высоте, что обеспечивает возможность проведения столь длительных исследований.

В докладе приводится системный анализ, а также приведены оценки основных исследуемых параметров.

## **ОСОБЕННОСТИ ТЕПЛООБМЕНА И УНОСА ТЕПЛОЗАЩИТНОГО ПОКРЫТИЯ ПРИ ТОРМОЖЕНИИ СПУСКАЕМЫХ АППАРАТОВ В ГЕТЕРОГЕННОЙ АТМОСФЕРЕ**

А.Ф. Клишин, А.М. Никитин

Считается, что принципиальные вопросы теплообмена спускаемых аппаратов (известных форм) при аэродинамическом торможении в атмосфере планет достаточно исследованы. Это положение справедливо для гомогенной (однофазной) среды. В тех случаях, когда в атмосфере планеты присутствуют составляющие твердой фазы (в виде ледяных, пылевых и других твердых мелких образований) возникает необходимость оценить влияние этого фактора гетерогенности среды на теплообмен и унос материала теплозащитного покрытия (ТЗП) спускаемого аппарата (СА) при аэродинамическом торможении. Это



утверждение относится и к СА, разрабатываемым для входа и торможения в атмосфере Марса.

Существенный уровень названного влияния был продемонстрирован уже при первой посадке аппарата на поверхность Марса. СА «Марс-3» (НПО им. С.А. Лавочкина) достиг поверхности планеты 02.12.1977 г. Сеанс связи был ~ 20 сек, как потом стало известно - в условиях глобальной пылевой бури. Особенности бури и ее последствия фиксировал с 10.11.1971 г. первый искусственный спутник Марса «Маринер-9» (США), который передал за год работы на орбите около 7300 кадров поверхности Марса. Информация о наличии пыли была учтена учеными НАСА, и влияние гетерогенности (двухфазностисостава) атмосферы исследовалось до создания СА «Викинг-1, -2» (пуски в августе и сентябре 1975 г.) Все последующие американские разработки СА для посадки на поверхность Марса были выполнены с учетом присутствия пыли в атмосфере планеты.

По известным зарубежным публикациям отработка ТЗП десантного модуля (ДМ) экспедиции «ЭкзоМарс-2016» (ЕКА) проведена с учетом возможного воздействия на него двухфазности атмосферы при аэродинамическом торможении. Этот подход намечено осуществить и при создании тепловой защиты ДМ изделия «ЭкзоМарс-2018» путем проведения серии расчетно-экспериментальных работ с использованием вновь созданных алгоритмов вычисления теплообмена ДМ в двухфазной атмосфере и специальных устройств по разгону и вводу в плазменные потоки малоразмерных частиц (диаметром от 5 до 100 мкм) со скоростями до  $1000 \pm 200$  м/с. Решение названных задач потребует разработки совершенно новых (пока не апробированных) методик расчета теплосилового воздействия пыли атмосферы на высокоскоростное тело (поверхность СА).

Рассматриваются известные и новые данные по названной проблеме, которые подтверждают, что наличие твердых частиц в атмосфере Марса может существенно повлиять как на параметры траектории торможения СА, так и на процессы тепло- и массообмена в ударном слое и на поверхности тепловой защиты аппарата.



# **ПРОРЫВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ В ТЕХНИКЕ И ТЕХНОЛОГИИ МЕЖЗВЁЗДНОГО ПОЛЕТА: АКТИВНОЕ ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ГРАВИТАЦИИ В ДВИГАТЕЛЬНЫХ СИСТЕМАХ КОСМИЧЕСКИХ КОРАБЛЕЙ**

А.И. Казыкин

Основной проблемой межзвёздного полёта являются огромные расстояния между звёздами, что сопряжено с большой продолжительностью перелёта. При использовании термоядерных тяговых систем путешествие даже к самым близким звёздам, находящимся в радиусе 10 световых лет, затянется на многие десятки и сотни лет. Это обстоятельство вызывает вполне обоснованный скепсис в целесообразности межзвёздных экспедиций с участием человека. Многолетний опыт изучения этой проблемы привёл автора к убеждению, что самым мощным средством борьбы с пространством и временем является гравитация. Активное использование гравитации в движителях космических летательных аппаратов будет означать качественный скачок в их развитии и позволит человечеству совершить прорыв в дальний космос.

Свойства гравитационного привода изучались посредством теоретического моделирования мобильных динамических систем с компактным концентратом массы и полевой структурной связью. Результатом этого исследования стала концепция космического корабля «Гравитационный тандем» (ГТ). В качестве компактного концентрата массы рассматривались, в частности, чёрные дыры астероидного спектра масс – порядка  $10^{16} - 10^{20}$  кг. Такие чёрные дыры обладают огромным энергетическим потенциалом, сильной гравитацией и исключительной компактностью. В структуре ГТ маломассивная черная дыра выполняет три основных функции: концентрата массы, источника энергии и рабочего тела. На основе качественного анализа и расчётно-го моделирования показано, что величина экстремальных ускорений пилотируемых систем такого типа ограничивается только приливными силами и может достигать  $10^4 - 10^5$  м/с<sup>2</sup> без возникновения перегрузок в космическом корабле.

Фундаментальные свойства гравитации потенциально наделяют исследуемые динамические системы ГТ комплексом уникальных качеств: безинерционным принципом движения; инвариантностью темпа времени в земной и корабельной системах отсчёта; неракетным физическим механизмом ускорения.

Объединение этих трёх составляющих в единую технологию движения приводит к кардинальному сокращению продолжительности



пространственных перелётов и создаёт теоретические предпосылки к неограниченному расширению сферы потенциального проникновения человечества во Вселенную.

Из теории следует, что в идеальных условиях при собственном ускорении  $10^5 \text{ м/с}^2$  межзвёздный космический корабль типа ГТ способен преодолеть расстояние до ближайшей звезды Проксимы Центавра (4,3 св. года) за 9,5 часов; расстояние до Туманности Андромеды (2,2 млн. св. лет) — за 20,5 часов; Метагалактику (13,7 млрд. св. лет) пересечь за 28 часов.

Подготовку и осуществление пилотируемой межзвёздной экспедиции нельзя рассматривать как самостоятельную научно-техническую задачу. Это долгосрочная, многоэтапная и комплексная программа, которая во многом будет определять стратегию космической деятельности человечества. Работы по созданию межзвёздного корабля любого типа, вне зависимости от физических принципов, заложенных в его конструкцию, должны быть интегрированы в процесс широкомасштабного индустриального освоения Солнечной системы. Для постройки как «тихоходного» звездолёта на термоядерной тяге, развивающего скорость порядка 10%–20% от скорости света, так и «сверхскоростного» космического корабля типа ГТ, необходимы следующие базовые предпосылки: организация космического производства; разработка и освоение вземных сырьевых и энергетических ресурсов; формирование развитой транспортно-космической, инженерно-космической и социально-космической инфраструктуры, охватывающей околоземное пространство, Луну, пояс астероидов и планеты-гиганты.

Что касается реализация идеи ГТ, то здесь придётся осваивать абсолютно новые для нас технологии. В первую очередь, это технологии производства маломассивных искусственных чёрных дыр. Для этого потребуются ускорительно-накопительные комплексы нового поколения, на много порядков мощнее Большого адронного коллайдера. Квантовый распад чёрных дыр приводит к образованию интенсивной радиации в виде жёсткого гамма-излучения, что потребует обеспечения надежной защиты при использовании этих технологий, а также предопределяет размещение подобных производственных комплексов на безопасном расстоянии от Земли.

Область применения ГТ не ограничивается только межзвёздными полётами. Он может быть ключевым звеном в системе защиты Земли от потенциально опасных космических объектов. Обладая беспрецедентно высокой мобильностью и возможностью «гравитационной



буксировки», ГТ в состоянии перехватить и обезвредить практически любой объект, угрожающий столкновением с Землёй.

## **СПУСКАЕМЫЙ АППАРАТ ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕНЕРЫ**

В.А. Воронцов, С.В. Иванов, С.Г. Орлушин

Спускаемый аппарат предназначен для обеспечения доставки в атмосферу и на поверхность Венеры исследовательских зондов.

Зонд для исследования атмосферы — планирующий зонд «Ветролёт» предназначен для проведения комплексных научных исследований в атмосфере планеты Венеры в процессе длительного дрейфа. «Ветролёт» дрейфует в атмосфере планеты за счёт использования аэродинамического устройства. Принцип действия планирующего зонда заключается в использовании внешних условий на планете, а именно, наличия постоянного и сильного ветра, а также градиента ветра, изменяющегося по высоте.

Для перемещения зонда в атмосфере используются две аэродинамические поверхности — планирующий и тормозной парашюты.

Зонд для исследования поверхности Венеры — посадочный аппарат — предназначен для проведения научных экспериментов с помощью устройств и приборов, обеспечивающих анализ состава и свойств грунта в месте посадки, а также параметры атмосферы у поверхности. Посадочный аппарат, размещенный внутри теплозащитной оболочки, состоит из силового гермоконтейнера с внутренней теплоизоляцией, приборного отсека с научной аппаратурой, парашютного контейнера, тормозного парашюта, аэродинамического тормозного щитка, цилиндрической антенны связи с орбитальным аппаратом и посадочного устройства, поглощающего энергию удара при посадке.

Размещение в спускаемом аппарате планирующего зонда и посадочного аппарата позволяет провести комплексные исследования атмосферы и поверхности планеты.

## **ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ СРЕДСТВ КОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ**

Чо Хюнчжэ, Ю.А. Матвеев

На основе опытных данных, приведенных в литературе, проводится анализ развития средств космического мониторинга, совершен-



ствования космических аппаратов (КА) дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ).

Рассматриваются направления совершенствования средств ДЗЗ. Исследования показывают, что во многих случаях повышение эффективности космических систем ДЗЗ при реализации в планируемый период связано с модернизацией базовой системы, с созданием модификаций КА, с введением в строй эффективных подсистем модуля целевой аппаратуры.

Представлены данные статистического анализа закономерностей совершенствования характеристик КА ДЗЗ, определяющих их функциональную эффективность (относительного линейного разрешения, массы КА и подсистем, энерговооруженности, надежности и др.), а также затраты на реализацию проектов. Получены оценки перспектив развития техники средств ДЗЗ в случае среднесрочного прогнозирования. При проведении исследований используются приемы регрессионного анализа, статистические методы прогнозирования.

Результаты работы могут быть использованы при определении требований к новым разработкам, при решении задач управления развитием техники и технологии средств ДЗЗ.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ИНЕРЦИОННЫХ КОСМИЧЕСКИХ ЗОНДОВ-ПЕНЕТРАТОРОВ ДЛЯ НАУЧНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ЛУНЫ**

К.К. Дудкин

В настоящее время большой интерес представляет исследование внутреннего строения Луны. Это дает ключ к решению проблемы происхождения Земля-Луна, пониманию ранней истории и эволюции планет земной группы, а также спутников других планет. К тому же, по последним данным, на Луне может присутствовать вода, и детальное изучение этого вопроса даст ответ, насколько возможна обитаемая база на Луне. Эффективным направлением изучения Луны являются зонды-пенетраторы.

Однако, при проектировании пенетраторов, возникают следующие проблемы: большие перегрузки при проникновении в реголит и необходимости демпфирования научной аппаратуры; выбор рациональной конструктивно-компоновочной схемы; выбор необходимой научной аппаратуры; выбор районов посадки; связь нескольких пенетраторов между собой (например, при сейсмических исследованиях).



В настоящее время сложились следующие подходы к решению указанных проблем: использование различных типов демпфирующих устройств; минимизация перегрузок и увеличение глубины проникновения как критерий при выборе компоновки; учет толщины реголита как одного из критериев для выбора места посадки и выбора научной аппаратуры; использование орбитального аппарата для организации связи между пенетраторами.

В данном сообщении рассмотрены некоторые проблемы, связанные с проектированием космических зондов-пенетраторов, выбора места их посадки и состава научной аппаратуры.

## **АТМОСФЕРНЫЕ ПРИЛИВЫ — ИСТОЧНИК СТРАННЫХ АТТРАКТОРОВ ПОГОДЫ НА ЗЕМЛЕ**

А.А. Гаврилов

С помощью разработанной термогидродинамической модели зарождения и эволюции неустойчивых возмущений в земной тропосфере впервые показано, что атмосферные приливы, в том числе и лунные, могут порождать странные аттракторы погоды на Земле. Рассчитанные пространственные и временные масштабы странных аттракторов погоды, обусловленных Луной, позволяют отнести их к классу глобальных метеорологических процессов.

С помощью численного моделирования на разработанной модели показано, что незначительные по величине атмосферные лунные приливы, могут инициировать зарождение значительных, превышающих их по амплитуде на 2–3 порядка, глобальных возмущений температуры, давления, плотности и скорости ветра в тропосфере обоих полушарий. Построенные широтно-высотные изолинии меридиональных функций тока растущих нестационарных решений наглядно продемонстрировали, что глобальные возмущения, которые инициируют атмосферные лунные приливы, представляют собой цепочку тороидальных (тэйлоровских) вихрей, расположенных в тропосфере по направлению меридиана от одного полюса до другого.

Численные эксперименты показали, что характерное время нарастания амплитуды неустойчивого возмущения обратно пропорционально долголетнему волновому числу  $s$  атмосферного лунного прилива, инициирующего это возмущения в зональном потоке.

В качестве примера приведены результаты численных экспериментов по зарождению и эволюции неустойчивого возмущения, инициируемого атмосферным лунным полусуточным приливом. Харак-



терное время нарастания амплитуды для рассматриваемого неустойчивого возмущения изменяется от 82 час. зимой до 154 час. летом. Значения квазипериода для неустойчивого возмущения составляет около 18 суток зимой и возрастает до 23 суток летом.

На основании анализа результатов численных экспериментов делается вывод, что порождаемые Луной странные аттракторы могут в значительной степени формировать земную погоду в среднеширотной и высокоширотной тропосфере обоих полушарий на временных интервалах длительностью больше недели. В заключение подчеркивается, что полученные результаты не имеют мировых аналогов.



## **Секция 8. «К.Э. ЦИОЛКОВСКИЙ И ПРОБЛЕМЫ КОСМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА»**

### **ПРОБЛЕМЫ ПОДГОТОВКИ И ПРОВЕДЕНИЯ ЭКСПЕРИМЕНТОВ ПО РОСТУ КРИСТАЛЛОВ В КОСМОСЕ**

И.А. Прохоров, И.Л. Шульпина, Ю.А. Серебряков,  
Е.Н. Коробейникова

Проведенные к настоящему времени в России многочисленные эксперименты по выращиванию кристаллов в космосе (более 800) показали принципиальную возможность получения в условиях микрогравитации кристаллов с уникальными по микрооднородности характеристиками. Однако по совокупности требуемых параметров и воспроизводимости результатов на данном этапе космические кристаллы уступают образцам, выращиваемым по передовым земным технологиям. Многочисленные специфические факторы орбитального полета оказывают заметное влияние на процесс кристаллизации и осложняют получение совершенных и однородных кристаллов. Успешному проведению экспериментов иногда мешают факторы, связанные как с известными рисками эксплуатации ракетной техники (например, взрыв на старте ракеты с автоматическим космическим аппаратом (АКА) «Фотон-М1»), так и со сложностью выполнения экспериментов на автоматическом оборудовании. В частности, известны такие факты отказа в работе оборудования: нарушение в работе ростовой печи с вращающимся магнитным полем (АКА «Фотон-9»), заклинивание механизма перемещения ампулы в печи (АКА «Фотон-12»), аварийное отключение оборудования в результате нарушения состава атмосферы из-за совмещения технологических и биологических экспериментов (АКА «Фотон-М4»); во время транспортировки с места посадки АКА «Фотон-10» из-за нештатной ситуации на вертолете был проведен сброс и разрушение аппарата.

Детальный анализ реальной структуры кристаллов GaSb(Te), выращенных по программе наземной подготовки космических экспериментов на борту АКА «Фотон-М4» подтвердил ранее полученные результаты об улучшении реальной структуры кристаллов при росте в условиях ослабленной термогравитационной конвекции. Полосы роста в перекристаллизованной части кристалла не были выявлены даже наиболее чувствительным плосковолновым методом рентгеновской топографии. Однако в целом структура кристалла оказалась хуже за



счет образования двойников, малоугловых границ и крупного дефекта в срединной части кристалла. Одной из причин этого является снижение требований к качеству исходных кристаллов в экспериментах последнего времени. Исходный кристалл оказался не только сильно-дислокационным, но и содержал твердые частицы-включения, которые высадились на первичном фронте кристаллизации, продекорировав его. Источником крупного дефекта в середине кристалла стала крупная твердая частица, вызвавшая образование области сильных напряжений и серии двойников. Однако в центральной части кристалла вблизи границы перекристаллизации длиной 8 мм наблюдалось снижение плотности дислокаций и повышение совершенства структуры кристалла в сравнении с затравкой. Это подтверждается уменьшением полуширины рентгеновской двухкристальной кривой качания с 6,5" до 5,7".

Снижение требований к качеству исходных кристаллов обусловлено, прежде всего, отсутствием должного финансирования работ, связанных с подготовкой экспериментов и использованием необходимых по качеству исходных кристаллов.

*Исследования проведены при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Правительства Калужской области (проект № 14-42-03034).*

## **ВЫРАЩИВАНИЕ ВЫСОКООДНОРОДНЫХ КРИСТАЛЛОВ ПОЛУПРОВОДНИКОВ В КОСМИЧЕСКИХ И НАЗЕМНЫХ УСЛОВИЯХ**

Ю.А. Серебряков, Б.Г. Захаров, Е.Н. Коробейникова, В.С. Сидоров,  
И.А. Прохоров, В.Н. Власов, В.К. Артемьев, В.И. Фоломеев

Повышение макро- и микрооднородности распределения легирующей примеси и совершенства структуры в выращиваемых монокристаллах полупроводников является одними из важнейших задач материаловедения. Решение проблемы однозначно связано с управлением процессами тепломассопереноса в расплаве таким образом, чтобы обеспечить получение необходимых качественных показателей. Сильная термогравитационная конвекция в расплавах приводит к неустойчивости параметров роста и появлению микро неоднородностей распределения примеси в виде полос роста с периодом расположения в несколько десятков микрон. Минимизация конвективных процессов в расплаве позволяет значительно повысить качество выращиваемых кристаллов. В пределе приближение к диффузионным условиям тепломассопереноса дает возможность проводить рост монокристаллов на



основе самоорганизации структурных элементов и получать более однородные кристаллы.

Такие условия могут осуществляться при выращивании кристаллов полупроводников в условиях микрогравитации на борту космических аппаратов (КА) при практическом отсутствии термогравитационной конвекции. Космические эксперименты продемонстрировали возможность получения в условиях микрогравитации кристаллов полупроводников с уникальными характеристиками микрооднородности. Однако новая технологическая среда оказалась более сложной, чем представлялось ранее. Многочисленные специфические факторы орбитального полета КА (остаточные квазистатические микроускорения, вибрации, сложный характер изменения малых массовых сил), а также доминирующая роль конвекции Марангони оказывают заметное влияние на процесс кристаллизации и осложняют получение совершенных и однородных кристаллов.

Разработанные технические и технологические подходы с учетом результатов математического моделирования процессов тепломассопереноса в расплавах Ge:Ga и GaSb:Te позволили минимизировать вышеперечисленные возмущающие воздействия для получения высокооднородных кристаллов в космосе. Применение полученных знаний позволило оптимизировать условия кристаллизации и в наземных условиях при росте легированных кристаллов германия и антимонида галлия вертикальным методом Бриджмена с осесимметричным подводом тепла сверху. При этом в расплаве значительно ослабляются термогравитационная, термокапиллярная и вибрационная виды конвекции и формируются близкие к диффузионным условиям тепломассопереноса, необходимым для получения высокосовершенных монокристаллов. В докладе также рассматриваются результаты наземной подготовки космического эксперимента на борту автоматического КА «Фотон-М4».

*Исследования проведены при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Правительства Калужской области (проект № 14-42-03034).*

## **РЕАЛИЗАЦИЯ МЕТОДА ТЕМПЕРАТУРНО-УПРАВЛЯЕМОЙ КРИСТАЛЛИЗАЦИИ БЕЛКОВ В УСЛОВИЯХ МИКРОГРАВИТАЦИИ**

**И.Ж. Безбах, Б.Г. Захаров, В.И. Стрелов, Б.В. Чернышев**

Для решения прикладных задач генной инженерии и структурной биологии, а также для разработки новых лекарственных препара-



тов ощущается острая необходимость в получении высокосовершенных кристаллов белков. Кристаллы белков используются для установления пространственной структуры биомакромолекул методами рентгеноструктурного анализа. Поэтому в настоящее время кристаллизация белков превратилась в важную самостоятельную область.

Актуальной и важной задачей является разработка новых эффективных методов, аппаратуры и технологий получения высококачественных кристаллов биомакромолекул, в особенности в условиях микрогравитации, в которых можно минимизировать влияние внешних воздействий и гравитации.

Предлагаемый авторами подход к решению проблемы получения кристаллов с высоким совершенством структуры заключается в реализации метода температурно-управляемой кристаллизации, обеспечивающего раздельное управление процессом кристаллизации белков как на этапе их зародышеобразования, так и в процессе дальнейшего роста образовавшихся кристаллов.

Данный метод является более технологичным и более эффективным для получения высокосовершенных кристаллов белков по сравнению с традиционными. Управление температурой влияет на растворимость белков и скорость роста кристаллов, оставляя концентрацию неизменной. При этом появляется возможность регулировать количество зародышей и скорость роста кристаллов, тем самым процесс кристаллизации становится управляемым и воспроизводимым.

Разработанный летный образец научной аппаратуры (НА) в условиях наземной отработки и космического эксперимента практически реализует метод температурно-управляемой кристаллизации белков. Этот метод за счет использования рентгеновских капилляров не требует большого количества растворов белка, исключает возможность повреждения кристаллов при проведении дифракционных исследований. Был успешно реализован алгоритм автоматического изменения температуры, позволяющий по определенному закону приближаться к требуемому пересыщению.

На автоматическом космическом аппарате (АКА) «Фотон-М4» были проведены успешные летные испытания НА (июль–сентябрь 2014 г.) при выращивании в условиях микрогравитации высокосовершенных кристаллов белка лизоцима.

Высокий уровень совершенства полученных кристаллов (все они характеризуются уровнем дифракционного разрешения не хуже 1,54 Å) свидетельствует о перспективности использования данного метода и НА.

Для эффективного функционирования автоматизированной



установки кристаллизации белков авторы считают необходимым создание вспомогательной и в то же время автономной установки для лазерной диагностики процессов зародышеобразования, которая в земных условиях может использоваться и для определения температурной зависимости растворимости исследуемых белков.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований и Правительства Калужской области (грант № 14-42-03119).*

## **АНАЛИЗ ОБРАЗЦОВ МЕЛКОДИСПЕРСНОЙ СРЕДЫ ВНЕШНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ РОССИЙСКОГО СЕГМЕНТА МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ В КОСМИЧЕСКОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ «ТЕСТ»**

В.А. Шувалов, Т.В. Гребенникова, Е.А. Дешева, А.В. Сыроешкин,  
О.С. Цыганков, Е.В. Шубралова

Известно, что поверхность Международной космической станции (МКС) в процессе своего движения по орбите взаимодействует с набегающим потоком остаточной атмосферы, собирает и адсорбирует дисперсные частицы из околоземного пространства (околообъектовой среды), продукты эрозии материалов и сгорания топлива, а также бактерии и споры грибов. Наличие осадочной среды может привести к развитию деструктивных процессов на поверхностях модулей МКС и снижению ее эксплуатационных характеристик. Один из методов определения физико-механического состояния МКС заключается в экспериментальном изучении состава, структуры, размеров частиц дисперсной среды, покрывающей внешнюю поверхность МКС. Отбор образцов пылевой компоненты этой среды, изоляция ее от внешней контаминации, доставка на Землю и анализ физических, химических, биологических характеристик позволит не только определить возможные механизмы развития деструктивных процессов, но и получить информацию о состоянии окружающей МКС среды.

Космический эксперимент (КЭ) «Тест» нацелен на реализацию этих исследований. Он включает два этапа: космический и наземный. На первом этапе осуществляется отбор проб дисперсной среды космонавтом – оператором в процессе операции «Выход» в специально разработанный пробоотборник. Пробы на станции герметизируются, упаковываются в стерильный пакет, затем возвращаются на Землю и доставляются в лабораторию. На втором этапе отобранные образцы в стерильных условиях извлекаются и проводится лабораторный анализ морфологии дисперсного вещества (космозоля). Исследования показали, что в образцах дисперсной среды присутствуют частицы различ-



ных размерных фракций. По своему происхождению собранная пыль может быть отнесена к тропосферному аэрозолю морского и терригенного происхождения. Этот факт подтверждает и присутствие ДНК бактерий *Delftia* sp. и *Mycobacteria* sp. (составляющая до 40% морского гетеротрофного бактериопланктона). Анализ сиквенсов («текстов») ДНК *Mycobacteria* sp. с поверхности МКС показал ее идентичность бактериям, собранным в последние десятилетия во многих экспедициях из поверхностного микрослоя арктических морей. Загрязнение поверхности МКС дисперсными частицами тропосферного аэрозоля требует специального рассмотрения вопросов старения материалов станции и их коррозионной устойчивости в условиях космической радиации и, как следствие, продолжения и расширения экспериментальных исследований на различных элементах конструкции МКС.

## **РАЗРАБОТКА ПЛАСТИКОВЫХ НЕСУЩИХ ПЛИТ АКТИВНЫХ ВИБРОЗАЩИТНЫХ УСТРОЙСТВ ДЛЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

В.А. Мелик-Шахназаров, В.И. Стрелов, Д.В. Софиянчук,  
А.А. Трегубенко

Большое число приборов и оборудования, используемых на космических аппаратах (КА), нуждаются в эффективной защите от вибрации, особенно технологическое оборудование для выращивания биологических и неорганических кристаллов.

Вибрации оказывают существенное влияние на процесс выращивания кристаллов полупроводниковых материалов и особенно биокристаллов из-за того, что белковый кристалл построен из огромных (в атомном масштабе) частиц, удерживающихся на своих позициях в кристаллической ячейке сравнительно малыми силами. Соответственно, малая величина сил, обеспечивающих рост кристалла, приводит к значительной зависимости процесса роста от влияния вибрационных воздействий на раствор белка.

При построении активного виброзащитного устройства (АВЗУ) необходимо учитывать функции передачи не только электронных цепей, но и всех механических узлов: несущей плиты, упругих опор, акселерометров, сервисных магнитоэлектрических движителей.

Несущая плита является центральным узлом АВЗУ, на ней располагаются упругие опоры, группа акселерометров и группа магнитоэлектрических движителей. В петлевой функции передачи АВЗУ несущая плита, установленная на упругие опоры, описывается как мно-



гомодовый резонатор с собственными частотами (три торсионными и тремя поступательными)  $\sim 10$  Гц. Поскольку при частотах выше 10 Гц фаза этого звена цепи авторегулирования постоянна, устойчивость регулирования обеспечивается достаточно просто.

Однако для АВЗУ с высоким коэффициентом подавления вибрации ( $\approx 60$  дБ) и широким активным диапазоном частот (0,2–1000 Гц) кроме шести упомянутых локальных колебаний приобретают значение объёмные поперечные моды плиты. Они ограничивают активный диапазон частот и максимальный коэффициент подавления колебаний АВЗУ, так как вызывают понижение фазы в цепи авторегулирования. Для несущей плиты размерами  $600 \times 600 \times 30$  мм активный диапазон ограничивается группой поперечных резонансов в области частот от  $\sim 1$  кГц до  $\sim 3,5$  кГц.

Показана перспективность конструкции несущей плиты из пластика, в которой высота резонансов может быть понижена как за счёт высоких упругих потерь в пластике, так и за счёт её оптимальной геометрической формы. Коэффициент передачи  $i$ -го резонансного максимума в цепи авторегулятора определяется соотношением  $K_i \sim Q_i (l_i/h)^3 \omega_i^2$  где  $Q_i$  — добротность резонанса,  $l_i$  — длина поперечной волны,  $h$  — толщина плиты,  $\omega$  — частота резонанса. Сильная кубическая зависимость  $K_i$  от отношения длины волны к толщине плиты позволяют подбором размера и толщины плиты, а также коэффициента упругих потерь материала  $\eta = 1/Q$  получить необходимые (достаточно малые) величины  $K_i$ , не сужающие заданный активный диапазон частот АВЗУ.

Пластики характеризуются большими, в сравнении с металлами, упругими потерями, а также малым удельным весом ( $1,1 - 1,5$  г/см<sup>3</sup>). Последнее позволяет при необходимости существенно увеличивать толщину плиты так, что её вес остаётся в разумных пределах. Кроме того, существует возможность использовать пластики с наполнителями, способными изменять как плотность, так и упругие потери конструкции.

Экспериментальные исследования на модельных осцилляторах в виде брусков из органического стекла показывают, что резонансные пики высотой в  $\approx 25$  дБ на алюминиевой плите толщиной 3 см, понижаются до  $\approx 2$  дБ на плите из органического стекла толщиной 10 см. Полученные результаты показывают перспективность использования пластиков в качестве материала для несущих панелей высокоэффективных АВЗУ.



## **АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ МОБИЛЬНОГО РОБОТА ПРИ РАБОТЕ НА ВНЕШНЕЙ ПОВЕРХНОСТИ РОССИЙСКОГО СЕГМЕНТА МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ**

Д.В. Бабайцев

Внекорабельная деятельность (ВКД) — это деятельность в открытом космическом пространстве, на внешней поверхности космического аппарата (КА), в негерметичных или разгерметизированных отсеках КА. В докладе приводится анализ системы ВКД на Российском сегменте (РС) Международной космической станции (МКС), оценка эффективности и влияние на нее использования мобильного технологического робота.

В настоящее время в мире существует и проектируется большое количество робототехнических систем (РТС) космического назначения. По характеристикам и функциональному назначению РТС делят на грузовые транспортировочные манипуляторы и мобильные роботы (МР). Грузовые манипуляторы являются специализированным инструментом для переноса крупногабаритных объектов и в некоторых случаях используются для стыковки КА. МР является более универсальным средством, который должен выполнять большое количество операций, частично заменяя собой космонавта в скафандре.

Для оценки эффективности внедрения МР в систему ВКД необходимо формализовать и унифицировать типовые операции для человека и робота, определить накладываемые на систему ограничения и критерии эффективности.

За время существования МКС на РС было проведено более 40 выходов в открытый космос. На основе анализа накопленной информации (параметры выполненных задач и операций, интерфейсы внешней поверхности, инструменты и средства фиксации, а также результаты работ) строится модель системы ВКД, унифицированная относительно действующего актора.

Ограничениями, накладываемыми на моделируемый актор, являются: требования безопасности экипажа и живучести станции; требования досягаемости всех предполагаемых мест работы; требования обеспечения страховки и фиксации в месте работы.

Критериями эффективности являются надежность (вероятность успешного выполнения операции), качество выполнения операции и затраты времени.

Предварительный анализ эффективности системы ВКД МР на РС МКС, с учетом предполагаемого облика МР, позволяет сделать следующие выводы:



- внедрение МР расширит возможности экипажа МКС по обслуживанию и эксплуатации станции;
  - внедрение МР должно осуществляться без снижения безопасности экипажа и станции, а его использование не должно идти в ущерб функциональным возможностям экипажа;
  - эффективное использование МР возможно только при условии взаимной адаптации его и инфраструктуры ВКД.
- Системный подход к проблеме и внедрение новых технологий робототехники обеспечат создание и эффективное применение МР на РС МКС.

## **РАБОЧИЙ ЦИКЛ ТУРБОГЕНЕРАТОРНОЙ СОЛНЕЧНОЙ ЭЛЕКТРОСТАНЦИИ БОЛЬШОЙ МОЩНОСТИ ДЛЯ ОРБИТАЛЬНОЙ ТРАНСПОРТНО-ЗАПРАВОЧНОЙ СТАНЦИИ**

Н.Е. Третьяков

В докладе рассматривается штатный рабочий цикл турбогенераторной солнечной электростанции (ТСЭС) большой мощности (более 2000 кВт) для орбитальной транспортно-заправочной станции (ОТЗС). Цикл состоит из двух частей, т. к. ОТЗС движется по низкой околоземной орбите (НОЗО) и периодически попадает в тень Земли. Каждая часть (и светлая, и тёмная) длится примерно 40 мин. (эта длительность изменяется в зависимости от высоты орбиты ОТЗС, которая периодически изменяется со временем в пределах 400–500 км).

## **КОСМИЧЕСКИЙ ЭРГОДИЗАЙН И ЭРГОНОМИКА**

Н.М. Козлова, Т.Б. Нестерович, Т.В. Миронова

В последние годы в отечественной космонавтике все больше внимания уделяется развитию инжиниринга и промышленного дизайна. Речь идет об учете требований эргономики и технической эстетики при выполнении работ и услуг, касающихся составления технических заданий, проведения научных исследований, технико-экономического обоснования проектных предложений, инженерных изысканий, разработки технических проектов новых и реконструкции действующих производств, возведения объектов, создания и модернизации образцов техники, машин, оборудования, установок, приборов и изделий, их испытаний, эксплуатации и безопасного функционирования.



Важность эргономического обеспечения космического производства, а также дизайнерских работ и услуг при создании, испытании и эксплуатации авиационно-космической техники трудно переоценить. Актуальность разработки проблем эргодизайна и эргономики в авиакосмической отрасли вытекает из распоряжения Правительства Российской Федерации от 23 июля 2013 г. № 1300-р об утверждении «Дорожной карты» по развитию инжиниринга и промышленного дизайна в 2013–2018 гг. Целями эргодизайна, в том числе в авиакосмической отрасли, является проектирование сложных технических объектов, средств труда, изделий и предметов с эстетическими и эргономическими свойствами, соответствующими непрерывно растущим и меняющимся потребностям современного человека и позитивно влияющими на качество жизни и обеспечение его эффективной деятельности по управлению, обслуживанию и использованию технически сложных систем, средств труда, изделий и различных объектов путем полного учета при проектировании функциональных возможностей человека и его индивидуальных особенностей. Реализация плана мероприятий «Дорожной карты» в части инжиниринга и промышленного дизайна в авиакосмической отрасли позволит обеспечить повышение надежности авиакосмической техники за счет эргономического обеспечения ее создания и эксплуатации и повышения эффективности и безопасности профессиональной деятельности лиц опасных профессий.

Намеченные в «Дорожной карте» планы, программы и меры по развитию эргодизайна и проведению эргономических исследований и разработок предусматривают активное участие эргономистов в работах по развитию инжиниринговой деятельности и промышленного дизайна в авиакосмической отрасли, в том числе по подготовке и внедрению эргономических стандартов и нормативов, созданию инжинирингового центра и координации действий экспертного сообщества по решению проблем эргодизайна и эргономического обеспечения надежности, безопасности и эффективности профессиональной деятельности летного состава и космонавтов, а также специалистов, участвующих в разработке, испытаниях и эксплуатации авиакосмической техники.



**ОЦЕНКА НАУЧНОЙ РЕЗУЛЬТАТИВНОСТИ ПРОГРАММЫ  
НАУЧНО-ПРИКЛАДНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ  
И ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА РОССИЙСКОМ СЕГМЕНТЕ  
МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ  
НА ОСНОВЕ БИБЛИОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ**

Г.Ф. Карабаджак, А.В. Афанасьев, А.В. Пеклевский, И.Ю. Репин,  
В.Н. Чикирёв

Рассмотрены результаты «Долгосрочной программы научно-прикладных исследований (НПИ) и экспериментов, планируемых на Российском сегменте МКС (РС МКС)». Приведены основные библиометрические показатели на основе данных выполнения программы за период 2000–2014 гг.

В качестве основных исходных данных для анализа результативности проведённых космических экспериментов (КЭ) рассматривались показатель публикательной активности, количество опубликованных статей в научных и научно-технических отечественных и зарубежных изданиях и их индекс цитируемости. Были собраны соответствующие статистические данные по каждому КЭ.

Библиометрические показатели изучались в различных аспектах: по отдельным КЭ, по каждому научному направлению программы НПИ, по программе в целом на годовых интервалах.

Наблюдения показали, что ежегодный показатель публикательной активности по результатам программы НПИ является индикатором общего состояния дел в области исследований и экспериментов в космосе, испытывая масштабные колебания при пересмотре программы исследований, запуске новых модулей или их переносе. Объясняется это тем, что счёт КЭ идёт не на единицы, и не на десятки, а на сотни. Это позволяет применить к неявным связям и закономерностям силу статистических подходов.

Сопоставление библиометрических показателей позволяет делать выводы об успешности как отдельных КЭ, так и отдельных групп КЭ, объединённых по направлениям исследований. Полученные на основе объективных данных количественные оценки позволяют формировать рекомендации по совершенствованию программы исследований.

В 2017–2018 гг. планируется запустить модули второго этапа развития РС МКС. Введение в состав РС МКС новых модулей (хотя бы нескольких) кратным образом увеличит значения рассматриваемых показателей результативности программы НПИ. При реализации такого сценария показатель публикательной активности на рубеже 2020 г.



гарантированно уйдёт в область четырёхзначных значений (тысяч), к четырёхзначному рубежу приблизится и суммарное количество выполненных КЭ. Это означает, что точность результатов применения статистических подходов в прогнозировании и библиометрических показателей в оценке научной результативности программы НПИ будет неуклонно возрастать.



## **Секция 9. «К.Э. ЦИОЛКОВСКИЙ И ПРОБЛЕМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОСМОНАВТОВ»**

### **НАУЧНЫЕ ИТОГИ РАБОТЫ СЕКЦИИ 9 «К.Э. ЦИОЛКОВСКИЙ И ПРОБЛЕМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОСМОНАВТОВ» НА XXVIII–L ЧТЕНИЯХ (1993–2015 ГГ.)**

М.Н. Бурдаев, А.А. Митина, И.Г. Сохин

Профессиональная деятельность космонавтов является одним из основных необходимых условий выполнения заданий в пилотируемых полетах. От того, насколько рационально она организована, зависят качество и стоимость получаемых результатов, эффективность использования пилотируемых космических кораблей и станций и, в конечном итоге, перспективы развития пилотируемой космонавтики в целом. Поэтому профессиональная деятельность космонавтов постоянно должна быть предметом самого пристального изучения и совершенствования.

В связи с этим в декабре 1992 г. Организационным комитетом Научных чтений, посвященных разработке научного наследия и развитию идей К.Э. Циолковского было принято решение о создании в их структуре девятой секции, основная тематика которой посвящена профессиональной деятельности космонавтов. Секция получила название «К.Э. Циолковский и проблемы профессиональной деятельности космонавтов».

Появление этой секции обусловлено не только исключительной актуальностью и общностью ее тематики. Ее создание имеет целью широкое обсуждение и дальнейшую разработку всего комплекса проблем, непосредственно связанных с профессиональной деятельностью космонавтов в полетах и на Земле. Она должна стать новым координационным центром научных исследований с целью поиска путей, методов и средств повышения эффективности пилотируемых космических полетов на основе анализа содержания, условий и организации работы космонавтов.

Оргкомитет создал руководящую группу секции в составе двух сопредседателей: заместителя начальника Центра подготовки космонавтов по научной и испытательной работе, кандидата технических наук, старшего научного сотрудника Крючкова Бориса Ивановича, ведущего научного сотрудника того же Центра, доктора технических



наук, профессора Бурдаева Михаила Николаевича и ученого секретаря секции, космонавта-испытателя, кандидата технических наук, старшего научного сотрудника Кричевского Сергея Владимировича.

В 1993 г. в состав руководства секции был введен представитель научно-производственного объединения «Энергия» летчик-космонавт, кандидат технических наук Стрекалов Геннадий Михайлович. Таким образом, в составе руководства девятой секции присутствовали три профессиональных космонавта, что отличало ее от других секций Чтений.

На начальном этапе работы секции были рекомендованы следующие основные тематические направления докладов и сообщений:

- разработка научного наследия и развитие идей К.Э. Циолковского;

- изучение и уточнение целей, областей, задач и содержания профессиональной деятельности космонавтов;

- методы и средства подготовки космонавтов и экипажей пилотируемых космических аппаратов (ПКА);

- эффективность деятельности космонавтов;

- безопасность пилотируемых космических полетов и деятельности космонавтов;

- правовое регулирование профессиональной деятельности космонавтов;

- социальная защита космонавтов;

- отбор кандидатов для подготовки и выполнения пилотируемых космических полетов;

- совершенствование эргономических характеристик ПКА.

Девятая секция начала свою работу в январе 1993 г. с подготовки к XXVIII Научным чтениям. С тех пор по 2014 г. включительно было проведено 22 заседания секции.

В докладе подводятся научно-исторические итоги работы секции, приуроченные к 50-м юбилейным Научным чтениям памяти К.Э. Циолковского.

## **К ВОПРОСУ О МЕТОДИЧЕСКОМ ОБЕСПЕЧЕНИИ ПОДГОТОВКИ КОСМОНАВТОВ**

Г.Д. Орешкин, А.И. Кондрат, Э.Н. Степанов, А.И. Шуров

Методическое обеспечение подготовки космонавтов представляет собой комплекс мероприятий, направленный на:

- обеспечение процесса подготовки космонавтов организацион-



но-методической и учебной документацией;

- повышение педагогического мастерства специалистов по подготовке космонавтов;
- совершенствование самостоятельной работы космонавтов;
- улучшение всех форм, видов и методов подготовки с учетом состояния и перспектив развития пилотируемой космонавтики.

Основная цель методического обеспечения состоит в формировании адаптированной системы подготовки космонавтов к различным пилотируемым программам космических полетов, нацеленной на повышение ее эффективности и качества.

Важным направлением методического обеспечения подготовки космонавтов является повышение качества профессионального уровня специалиста по подготовке космонавтов, посредством наращивания количества знаний о новых методиках, приемах, технологиях и умений за счет адаптации их в своей деятельности.

В связи с этим, повышение качества профессионального уровня и педагогического мастерства специалиста по подготовке космонавтов рассматривается как многоуровневый процесс накопления широкого спектра информации. Такая направленная ориентация определяет необходимость нового подхода к формированию в ее процессе профессионально-значимых личностных характеристик, самоорганизации и педагогического творчества специалиста.

Традиционно в Центре подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина уделяется большое внимание повышению квалификации в предметной области, а обучению теории и методике процесса преподавания, непрерывному улучшению алгоритмов и технологий образовательной деятельности в настоящее время уделяется недостаточно. Многие специалисты, осуществляющие подготовку космонавтов, не имеют педагогической подготовки.

На практике приходится сталкиваться с невозможностью осуществления определенной частью специалистов повышения уровня своего педагогического мастерства, обучения на курсах повышения квалификации, прохождения стажировки, изучения и внедрения новых технологий обучения (из-за финансово-экономических и трудностей). Однако внедрение инновационных педагогических технологий потребует от них умения адаптировать учебный материал с индуктивного изложения в логику индуктивно-дедуктивного проблемного изложения целой темы и моделировать в процессе подготовки профессиональную деятельность космонавтов.

В докладе представлены основные задачи методического обеспечения, раскрываются ее формы. Проводится анализ состояния мето-



дической работы головного подразделения Центра по подготовке космонавтов. Особое внимание уделено обучению и повышению квалификации специалистов по подготовке космонавтов в области теории и методики процесса преподавания, непрерывному улучшению алгоритмов и технологий образовательной деятельности.

## **О ВОЗМОЖНОСТЯХ ПРОВЕДЕНИЯ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ОПАСНЫХ СИТУАЦИЙ ЭКИПАЖАМИ ОСНОВНЫХ ЭКСПЕДИЦИЙ С БОРТА РОССИЙСКОГО СЕКТОРА МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ**

Г.Д. Орешкин, А.И. Кондрат, А.Н. Ядренцев

Развивающийся процесс глобального разрушения среды обитания человечества создает угрозы не менее опасные, чем военная угроза. Это, в свою очередь, потребует привлечения огромных ресурсов для сохранения естественных условий жизни людей и переориентацию усилий человечества для обеспечения своей экологической безопасности. На состояние безопасности влияет множество факторов в самых разных сочетаниях, часть из которых может быть неизвестна. Выделяются два типа опасных факторов — природные и антропогенные. Основанием для этого служат причины, их вызывающие: в первом случае они связаны с природными процессами, во втором — с деятельностью человека.

В технологическом процессе обеспечения безопасности наиболее важной составляющей является своевременный, объективный, глобальный и комплексный мониторинг опасных ситуаций (факторов опасности). Возможности полноценного использования космических средств для выполнения мониторинга опасных ситуаций (МОС) являются одним из важных направлений научных исследований.

Под МОС понимается регулярный контроль источников опасных ситуаций, а также анализ и прогноз их изменений в пространственно-временных координатах.

События последних лет, связанные с активизацией международного терроризма, экстремистских организаций (роль которых играют целые государства), использующих современное вооружение и технологии в масштабах регионов, показали, что наиболее актуальными задачами МОС, в том числе с использованием космических средств, являются следующие:

— контроль возникновения и развития локальных и межнациональных конфликтов военного характера;



– оценка динамики и масштабов проводимых мобилизационных мероприятий, учений войск, перемещения сил быстрого реагирования и других военных приготовлений в различных регионах и на театрах военных действий;

– контроль за выполнением международных договоров, касающихся охраны окружающей среды, вооружения или Вооруженных сил;

– поиск, обнаружение и выдача экипажем данных о координатах местоположения разыскиваемых наркоплантаций, несанкционированных взлетно-посадочных полос, объектов международного терроризма, экстремистских организаций (государств);

– поиск, обнаружение и выдача экипажем данных о координатах местоположения разыскиваемых наземных и морских объектов, терпящих бедствие на море или суше, а также подвергшихся нападению террористов;

– контроль и прогнозирование возникновения чрезвычайных ситуаций социального, природного и техногенного характера и оценка их последствий (массовые миграции населения, землетрясения, наводнения, пожары, аварии атомных электростанций, газопроводов, промышленных объектов, последствий террористических актов) и др.

В докладе рассматриваются возможности проведения экологического мониторинга опасных ситуаций с борта РС МКС и ее роли в системе обеспечения экологической безопасности государства.

## **РАЗРАБОТКА ТРЕБОВАНИЙ К СОЗДАВАЕМОМУ ИНТЕГРИРОВАННОМУ КОМПЛЕКСУ ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПОДГОТОВКИ КОСМОНАВТОВ**

Б.А. Наумов, В.П. Хрипунов

Современный комплекс технических средств подготовки космонавтов (ТСПК), являясь составной частью российской системы подготовки космонавтов, предназначен для проведения подготовки космонавтов к полету на всех типах ПКА, на всех этапах подготовки в соответствии с целями, задачами и программой предстоящего космического полета.

Проведенный системный анализ позволил выявить общие для всех существующих в настоящее время ТСПК недостатки: несвоевременность создания ТСПК; использование различных сред моделирования; расширение номенклатуры вычислительных средств (рабочие станции, персональные компьютеры и т.д.); использование разнотипного технологического оборудования и т.д. Причинами возникновения



данных недостатков является отсутствие единой методологии создания и эксплуатации ТСПК. Таким образом, на сегодняшний день сложилась объективная необходимость пересмотреть подходы по созданию, модернизации и эксплуатации технических средств подготовки космонавтов. Предлагается объединить всю совокупность технических средств подготовки в интегрированный тренажерный комплекс на единой методологической, технической и организационной базе.

Согласно расчетам применение технологии создания тренажеров для подготовки космонавтов в составе тренажерных комплексов позволяет на 30% уменьшить стоимость тренажерных средств, сократить сроки создания тренажера на год и более, повысить эффективность их эксплуатации и модернизации.

Под интеграцией ТСПК понимается рациональное объединение разнообразных технических средств подготовки космонавтов в единый, совместно функционирующий комплекс технических средств интегрированной системы.

Интеграция ТСПК является, в той или иной степени, двусторонним процессом, предполагающим как перестройку сложившейся системы управления тренажерными средствами, так и адаптацию технических решений.

В докладе рассматриваются подходы по разработке требований к создаваемому интегрированному комплексу технических средств подготовки космонавтов. Представлена классификация требований.

## **БЕЗОПАСНОСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ АНТРОПОМОРФНЫХ РОБОТОВ-ПОМОЩНИКОВ ПРИ ВНУТРИКОРАБЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОСМОНАВТОВ**

Б.И. Крючков, Ю.Б. Сосюрка, В.М. Усов

Одно из перспективных направлений развития космической робототехники представлено антропоморфными робототехническими комплексами (РТК), рассматриваемыми в качестве помощников экипажа при выполнении операций внутрикорабельной деятельности (ВнуКД) в пилотируемых полетах.

Применение мобильного робота-помощника, совершающего те или иные двигательные акты в стесненных условиях рабочей среды, в которой одновременно выполняют ВнуКД другие члены экипажа, может представлять опасность для жизни и здоровья космонавтов и являться источником связанных с этим неблагоприятных событий в пилотируемом полете. Тем самым, возникает новая, ранее не исследо-



ванная задача практической эргономики, связанная с обеспечением безопасности эксплуатации РТК, предназначенных для поддержки ВнуКД экипажа пилотируемого космического комплекса (ПКК).

В числе системно-технических решений, направленных на повышение безопасности полета, в докладе рассматриваются варианты, отвечающие следующим принципам проектирования и применения эргатической системы «космонавт – РТК – рабочая среда»:

- антропоцентрический подход к подготовке и принятию значимых для планирования и реализации полетных задач решений при распределении функций в человеко-машинной системе, предусматривающий, что конечное решение всегда остается за космонавтом, особенно в случае непредвиденной обстановки и нерасчетных режимов полета;

- обеспечение безопасности ВнуКД посредством выполнения экипажем процедур контроля безопасного функционирования как отдельных звеньев эргатической системы, так и системы в целом;

- повышение роли высокотехнологичных решений при обеспечении безопасности совместно выполняемых работ космонавтом и роботом-помощником.

Согласно этим принципам, наряду с традиционно применяемыми в промышленной робототехнике организационно-методическими решениями «оградительного» характера, необходимо активно внедрять на борт ПКК программно-аппаратные средства, ориентированные на применение распределенных информационных систем контроля и основанных на ряде новых технологий — систем технического зрения (СТЗ), систем дополненной реальности и информационного оповещения на основе автоматического речевого синтеза и др.

Это означает необходимость поиска новых путей в сфере повышения «интеллектуальности» РТК: создания системы самодиагностики работоспособности (актуаторов, сенсоров, системы управления нижнего уровня); создания набора сенсоров для надежного контроля удаленности РТК от предметов окружающей среды; повышения точности его позиционирования и навигации; создания технологий так называемого «интеллектуального окружения», позволяющего повысить ситуационную осведомленность космонавта и расширить возможности визуального контроля «поведенческой активности» РТК за счет наделения среды свойством интерактивности.

При этом первостепенную роль играет учет условий эксплуатации ПКК, таких как:



- выделение внутри отсеков станции зон, которые необходимо отнести к «особо опасным» при планировании маршрутов и манипуляционных действий РТК;

– наличие безопасных маршрутов передвижения мобильного РТК вблизи смонтированных в рабочих зонах стоек с аппаратурой, механический контакт с которой крайне нежелателен и с точки зрения ее дальнейшей эксплуатации, и с точки зрения непрогнозируемых отказов;

– наличие на маршрутах передвижения РТК пунктов надежной фиксации РТК или протяжки лееров и расстановки поручней;

– наличие мест фиксации мехатронного робота большой массы на маршрутах его перемещения и пунктов для стационарного хранения РТК в упакованном виде и пополнения его энергии;

– ограничение значений скорости и ускорения кинематических звеньев конструкции РТК для избегания случаев неконтролируемого разрушения внутренней обшивки и проникновения движущихся частей РТК в «запанельное пространство».

Все зоны двигательной активности РТК представляется необходимым оборудовать средствами защиты человека-оператора (ЧО) и средствами наблюдения (контроля перемещения активных агентов). В докладе представлена рабочая классификация факторов риска при использовании РТК для совместной деятельности экипажа с роботом, обобщенная схема анализа рисков и рассмотрены направления снижения вероятности негативного их проявления в пилотируемых полетах.

## **ТРАЕКТОРИИ ПИЛОТИРУЕМОГО ПОЛЕТА К ЛУНЕ**

А.Т. Митин, А.А. Митина

Центральной задачей исследований планет Солнечной системы в ближайшие десятилетия должно стать детальное изучение Луны, а также начало её освоения.

Луна, как естественный спутник Земли и наиболее близкое к ней небесное тело, представляет огромный научный интерес для исследования. На Луне отсутствует атмосфера, что создает на Луне уникальные условия для проведения научных исследований с помощью размещаемых на её поверхности астрономических обсерваторий, пунктов наблюдения за Солнцем и Землёй. Луна обладает значительными минеральными и энергетическими ресурсами.



Следовательно, программы пилотируемой отечественной космонавтики по освоению Луны будут перспективными в ближайшие 10-20 лет.

Для реализации этих исследований необходимо разработать и осуществить программу пилотируемых полетов на Луну. Такой проект должен предусматривать выбор оптимальных схем полета в зависимости от решаемых задач, но всегда направленных на обеспечение безопасных доставки экипажей на Луну и их возвращения на Землю.

В докладе рассмотрены некоторые особенности траекторий полёта к Луне и возвращения на Землю: схемы облета Луны и посадки на Луну на базе существующих технологий; схемы полета на Луну, принятой в настоящее время РКК «Энергия» применительно к полету на Луну пилотируемого транспортного корабля нового поколения.

## **КОНТРОЛЬ КАЧЕСТВА ВЫПОЛНЕНИЯ ОПЕРАЦИЙ СБЛИЖЕНИЯ И СТЫКОВКИ НА ТРЕНАЖЕРАХ ПИЛОТИРУЕМЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ**

М.Н. Бурдаев, В.Н. Саев

В докладе рассматриваются вопросы представления инструктору информации о параметрах относительного движения пилотируемых космических аппаратов (ПКА) при выполнении экипажем динамических операций на тренажерах сближения и стыковки.

На основе единого методологического подхода относительное движение ПКА и важнейшие характеристики процессов управления были представлены в аналитических и геометрических формах на плоскости промаха в виде семейств траекторных годографов положений и изолиний обобщенных параметров. Вводится понятие предельных рубежей причаливания, которое позволяет рассчитать и наглядно показать предельные на минимальной дальности рубежи причаливания и обобщенные характеристики процессов их реализации. Предлагаются формы отображения информации, позволяющие инструктору контролировать качество выполнения экипажем тренировочного упражнения, вовремя фиксировать ошибки экипажа, которые не позволяют правильно и в отведенное время выполнить упражнение.

Использование векторных обобщенных годографических параметров движения и ограничений процессов управления позволяют:

- сделать более наглядными и более содержательным отображение управляемых динамических процессов;
- повысить скорость считывания информации инструкторами с



экранов дисплеев за счет оптимизации выбора и обобщения используемых графических образов;

- создать и использовать возможность прогнозирования инструктором изменения управляемых динамических процессов;

- расширить состав ограничений при управлении относительным движением ПКА;

- существенно уменьшить время обнаружения инструктором ошибок космонавтов при выработке решений на управление динамическими процессами за счет избыточности информации;

- снизить утомляемость инструктора за счет сокращения количества выполняемых ими элементарных вычислительных и логических операций.

Результаты исследований реализованы в виде модели системы отображения информации о процессе сближения, предъявляемой инструктору, в составе системы восстановления и воспроизведения процесса тренировки на тренажерах пилотируемых космических аппаратов.

## **МЕТОДИЧЕСКОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ ОПЕРАТОРОВ ТРЕНАЖЕРА РОССИЙСКОГО СЕГМЕНТА МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ**

Е.В. Полунина

Комплексный тренажер Российского сегмента Международной космической станции представляет собой сложную, с точки зрения количества функциональных элементов и связей между ними, человеко-машинную систему, в которой человеку отведены следующие функции: управление включением и загрузкой вычислительных узлов тренажера; управление обменом между моделирующими комплексами; управление исходным состоянием тренажера; контроль и управление ходом тренировочного процесса, текущим состоянием и параметрами информационной модели РС МКС, в том числе вводом и снятием нештатных ситуаций; ускорение длительных моделируемых процессов и циклограмм работы бортовой аппаратуры с использованием существующих механизмов ускорения.

Для успешного решения перечисленных выше задач оператор, во-первых, должен быть профессионально подготовлен: знать моделирующие возможности тренажера, структурную схему, интеграционные связи между подсистемами; знать и уметь использовать существующие механизмы управления тренажером и тренировочным процессом,



информационной моделью РС МКС; в объеме отрабатываемых на тренажере полетных операций знать штатную логику функционирования бортовых систем и полезной нагрузки РС МКС, знать и уметь осуществлять функции управления ЦУП Российским сегментом. Во-вторых, должен иметь достаточное информационное и методическое обеспечение в виде описаний, инструкций, методик, рекомендаций, которые отвечают на вопросы каким образом на различных этапах проведения тренировки действовать оператору для обеспечения эффективной и качественной подготовки экипажей на тренажере.

В докладе рассматриваются структура тренажера, функции, выполняемые операторами различных подсистем тренажера. Приводится состав методического обеспечения операторов и требования к нему, разработанные на основе анализа функций операторов. Основным объемом методического обеспечения приходится на методики управления моделями бортовых систем Российского сегмента и динамических режимов Международной космической станции в процессе проведения тренировки. Главным требованием, предъявляемым к методическому обеспечению операторов, является полнота содержащихся в методическом обеспечении указаний на всех этапах проведения тренировки. Для того чтобы методики можно было применять на практике в реальном времени они должны быть предельно лаконичны, не содержать лишней информации, подробных объяснений. Информация должна быть легкодоступна и легко воспринимаема. В каждом разделе методик информация должна быть ограничена рамками планов проводимых на тренажере тренировок.

Исходя из приведенных выше требований разработано методическое обеспечение для операторов подсистем тренажера при подготовке и проведении тренировки.

## **МЕЖДУНАРОДНОЕ СОТРУДНИЧЕСТВО В КОСМОСЕ**

А.А. Курицын, А.А. Ковинский

Начало практическому международному сотрудничеству в области пилотируемых космических полетов положено реализацией в июле 1975 г. советско-американской программы «Союз»–«Аполлон» (ЭПАС). Программа ЭПАС была утверждена соглашением между СССР и США о сотрудничестве в исследовании и использовании космического пространства в мирных целях от 24 мая 1972 г. На всех этапах разработки и осуществления этого проекта Центр принимал самое активное участие.



Очередной страницей международной пилотируемой космонавтики стали полеты на советских космических кораблях «Союз» и орбитальной станции «Салют-6» интернациональных экипажей с участием космонавтов социалистических стран по программе «Интеркосмос» в 1978–1981 гг.

Для подготовки к совместным полетам в декабре 1976 г. в Центр прибыли кандидаты на космический полет из Чехословакии, Польши и ГДР (по два представителя из каждой страны). С марта 1978 г. к ним присоединились их коллеги из Болгарии, Венгрии, Кубы, Монголии, Румынии, а в апреле 1979 г. — из Вьетнама. Всего по программе «Интеркосмос» было осуществлено 9 пилотируемых полетов с участием космонавтов из перечисленных выше стран.

В дальнейшем международные полеты осуществлялись на основе двухсторонних соглашений. На орбитальной станции «Салют-7» выполнено два подобных полета. Первый — советско-французский — в 1982 г. и второй — советско-индийский — в 1984 г.

Качественно новый этап международного сотрудничества в области пилотируемых полетов связан с орбитальным научно-исследовательским комплексом «Мир». На первом этапе международные полеты осуществлялись по классической схеме экспедиций посещения. Подобным образом были выполнены советско-сирийский (1987 г.), второй советско-болгарский и советско-афганский (1988г.) космические полеты.

В дальнейшем программы международных исследований с участием иностранных космонавтов выполнялись во время пересменок экипажей основных экспедиций. Именно так осуществлялись полеты космонавтов и астронавтов Франции (трижды), Японии, Великобритании, Австрии, ФРГ и Европейского космического агентства (ЕКА).

Углубление интеграционных процессов — объективная реальность, необходимое условие дальнейшего развития космонавтики. Свидетельством тому является впечатляющий проект строительства на орбите Международной космической станции (МКС). Основные участники данного проекта: Россия, США, Европейское космическое агентство, Япония и Канада. Развертывание станции начато в 1998 г. запуском функционально-грузового корабля, разработанного и построенного российскими специалистами. Активное и непосредственное участие в осуществлении данного проекта принимает Центр подготовки космонавтов им. Ю.А.Гагарина. Подготовка первого экипажа МКС в составе: Сергей Крикалёв, Юрий Гидзенко и астронавт Уильям Шеперд началась в октябре 1996 г. С 1996 до 2015 г. в Центре прошли



подготовку 42 основных международных экспедиций на МКС и 17 экспедиций посещения.

Всего же на март 2015 г. в Центре прошли подготовку почти 150 основных и дублирующих международных экипажей. На советских и российских космических кораблях и орбитальных станциях работали 104 подготовленных в Центре иностранных космонавтов из 28 стран.

## **ОСНОВНЫЕ ПОДХОДЫ ПО ОПРЕДЕЛЕНИЮ РАЦИОНАЛЬНОЙ СТРУКТУРЫ КОМПЛЕКСА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ ПОДГОТОВКИ КОСМОНАВТОВ**

Б.А. Наумов, Д.В. Путилин

Параллельно с разработкой нового пилотируемого космического аппарата (орбитальный модуль, транспортный пилотируемый корабль), создается комплекс технических средств подготовки космонавтов (ТСПК). Основная задача комплекса ТСПК заключается в обеспечении технической подготовки экипажей по конкретным летным изделиям с возможностью приобретения знаний, умений и навыков работы с их бортовым оборудованием как в штатных так и в нештатных ситуациях. Комплекс ТСПК представляет собой совокупность комплексных и специализированных тренажеров, функционально-моделирующих стендов и обучающих стендов. В целом, все задачи, возлагаемые на экипаж должны перекрываться функциональными возможностями комплекса ТСПК.

Усложнение космической техники, многократное увеличение количества уникальных полётных операций, проводимых на борту космических кораблей, привело к существенному увеличению количества тренажных средств подготовки космонавтов и их усложнению. По сравнению с программой «Восток» количество ТСПК по программе международной космической станции увеличилось в 20 раз.

Учитывая тенденцию увеличения количественного состава ТСПК, номенклатуры технических средств, номенклатуры аппаратно-программного состава тренажерных средств, номенклатуры обеспечивающих средств сегодня актуальны вопросы исследования структуры комплекса ТСПК.

Структура является важнейшей характеристикой комплекса ТСПК, так как при одном и том же составе компонентов, но при различном взаимодействии между ними меняется и назначение комплекса, и его возможности. Структурно комплекс ТСПК может состоять из совокупности автономных тренажерных средств, интегрированного



тренажерного комплекса или совокупности автономных средств и совокупности тренажерных комплексов.

В докладе показаны основные подходы по определению рациональной структуры комплекса ТСПК. В основе предлагаемых подходов лежит определение наиболее характерных свойств различных структур комплексов ТСПК. При выборе того или иного варианта структур предлагается использовать некоторые показатели эффективности: оперативность, централизация, периферийность, живучесть, объем.

## **МОДЕЛИРОВАНИЕ РАКЕТНЫХ ДВИГАТЕЛЕЙ МАЛОЙ ТЯГИ В КОСМИЧЕСКИХ ТРЕНАЖЕРАХ**

М.В. Михайлюк, Е.В. Страшнов, Д.М. Логинов

Для выполнения задач ориентации, коррекции орбиты, сближения, причаливания, торможения и т.д. на космических видеотренажерах необходимо моделировать работу реактивных двигателей. Такое моделирование включает описание параметров двигателя в системе 3D моделирования, создание виртуальной системы управления двигателем, расчет динамики его работы и визуализацию работы двигателя в виртуальной сцене. Программный комплекс, разработанный в Научно-исследовательском институте системных исследований Российской академии наук (ФГУ ФНЦ НИИСИ РАН), включает в себя все эти подсистемы.

В специально разработанном конструкторе в рамках системы трехмерного моделирования 3DS MAX для объекта типа реактивный двигатель можно задать следующие параметры: максимальную силу тяги, время непрерывной работы, минимальную продолжительность одного включения, величину паузы между включениями и т.д. Эти параметры используются при моделировании работы двигателя в подсистемах управления и динамики.

Для выполнения некоторой операции подсистема управления по степени воздействия оператора на управляющий элемент (ручка управления, джойстик и т.д.) и показаниям датчиков скоростей определяет набор двигателей и вычисляет силы тяги, которые они развивают при данном воздействии. Эти значения управляющих сигналов передаются в подсистему динамики.

Подсистема динамики вычисляет новые положения и ориентации (углы Эйлера или кватернионы) всех управляемых виртуальных объектов (моделей космических модулей) с учетом их масс-



инерционных характеристик (масс, тензоров инерции и т.д.). При этом моделируется как непрерывный режим работы двигателя (когда тяговое усилие создается на протяжении всей его работы), так и импульсный режим (двигатель включается и выключается с определенной частотой).

Подсистема визуализации синтезирует изображение виртуальной сцены видеотренажера (на большом экране, мониторе компьютера или шлеме виртуальной реальности) с учетом данных, полученных из подсистемы динамики. Выполняется также визуализация газов, вытекающих из сопла двигателя.

Работа всех подсистем происходит в масштабе реального времени, т.е. полный цикл выполняется за время, не превышающее 40 мсек. Это позволяет обеспечить частоту синтеза кадров изображения не менее 25 к/с, что создает у оператора видимость непрерывного и гладкого движения динамических объектов. Данные разработки могут быть использованы в космических тренажерах для отработки задач сближения, стыковки, торможения, посадки и т.д.

## **УЛУЧШЕНИЕ ОБУЧАЮЩИХ ФУНКЦИЙ ТРЕНАЖЕРА КОСМИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА «РАСТЕНИЯ» С ПОМОЩЬЮ ТРЕХМЕРНОЙ ИНТЕРАКТИВНОЙ МОДЕЛИ ОРАНЖЕРЕИ «ЛАДА»**

О.А. Кутепова, А.М. Гутаров

Тренажером для подготовки биологического космического эксперимента (КЭ) «Растения» является опытно-технологический образец аппаратуры космической оранжереи «Лада». Работа тренажера запрограммирована на процесс натурального выращивания растений. Без реального осуществления каждого последовательного шага на этапе монтирования аппаратуры, тестовой проверки и цикла выращивания растений тренажер не работает. Полный цикл выращивания в оранжереи растений в зависимости от их вида занимает от 30 до 90 суток — время, нереализуемое для процесса подготовки и многократного повторения операций в режиме практического обучения космонавтов.

В докладе рассмотрены пути улучшения обучающей функции имеющегося тренажного опытно-технологического образца космической оранжереи «Лада» за счет создания и использования ее трехмерной интерактивной модели.

В случае подготовки КЭ «Растения» именно 3D-модель обеспечивает целевое назначение тренажера, т.е. позволяет реализовать его



основные целевые функции: моделирование функционирования объекта; обучающие возможности (формирование и поддержание у космонавтов навыков работы с аппаратурой и программным управлением).

3D-модель идентична реальному образцу оборудования оранжереи «Лада». Логика работы модели соответствует логике работы реальной аппаратуры.

Для обеспечения обучающей функции в 3D-модели реализованы: моделирование всех составных частей оборудования; моделирование возможности интерактивного взаимодействия с отдельными блоками и элементами оборудования; моделирование монтажа и подключения аппаратуры; автономная работа с программным управлением аппаратуры; имитация работы аппаратуры в заданных условиях; имитация динамики роста растений в сжатом (регулируемом) масштабе времени; иллюстрация растений и их стадий роста; имитация работы с растениями (посадка, прореживание, опыление); управление процессом тренировки и обучения (многократное повторение любых действий с аппаратурой и растениями, возврат на любой предыдущий этап).

Использование 3D-модели позволяет на практических занятиях в классе в отсутствии тренажного опытно-технологического образца аппаратуры формировать устойчивые практические навыки работы с космической оранжереей «Лада» и программным управлением аппаратуры.

Представленная в докладе трехмерная интерактивная модель оранжереи «Лада» применяется в наземной подготовке космонавтов на этапах подготовки в группах и экипажах МКС. Методика подготовки к проведению КЭ «Растения» на 3D-модели оборудования позволяет сделать обучение практически самостоятельным и автономным.

## **КОНЦЕПЦИЯ РАБОТЫ С ТАЛАНТЛИВОЙ СТУДЕНЧЕСКОЙ И УЧАЩЕЙСЯ МОЛОДЕЖЬЮ ПО ФОРМИРОВАНИЮ ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО И НАУЧНОГО ИНТЕРЕСА К РАЗВИТИЮ КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ НА БАЗЕ «КОСМОЦЕНТРА»**

О.Е. Захаров, Ю.И. Онуфриенко, Ю.О. Веденина

Проект развития Космоцентра (КЦ) — образовательная инициатива и социальный проект Роскосмоса, целью которого является поддержка уникальности и обеспечение развития систем образования в регионах расположения предприятий космической отрасли на уровне



самых высоких современных требований. Проект предлагается к реализации с 2016 г.

Проект КЦ — это система конкурсов, рассчитанных на разные возрастные категории, а также многочисленные инновационные практики, стажировки и семинары в России и за рубежом по актуальным вопросам образования.

Замысел проекта не в поучении работников образования в городах расположения предприятий космической отрасли, а в системной поддержке уникальных и неординарных практик, которые уже сложились или складываются благодаря мероприятиям проекта в системах образования этих городов. В рамках проекта стоит задача вовлечения работников образования, в различных формах, в модернизацию технологий работы с детьми. Проект КЦ в этом смысле становится действительно школой работы с детьми и педагогами.

В регионах, тесно связанных с космической промышленностью и наукой, необходимо создавать профориентационные центры по типу КЦ ЦПК. Преподавать там могут представители промышленности и образовательных учреждений аэрокосмического профиля, готовящие персонал для отрасли.

КЦ ЦПК, как головная организация, может и должен организовывать и проводить обучение регионалов, проводить мастер-классы, межрегиональные и международные конкурсы.

Для этого необходимо: финансовое обеспечение; штат обученных и мотивированных сотрудников; модернизация оборудования; разработка образовательных программ; лицензирование образовательной деятельности.

Разработка новой системы непрерывного дополнительного образования от детского сада до высшего учебного заведения позволит с малых лет ориентировать Слушателей на аэрокосмические специальности, а проведение практик, семинаров, мастер-классов будет способствовать возрождению интереса к данной отрасли.

Несмотря на столь длительную перспективу реализации концепции, в конечном итоге они принесут положительный эффект, стимулируя приток квалифицированных, молодых, мотивированных кадров, что, безусловно, позитивно скажется на осуществлении программы освоения космического пространства.



## **ПРОБЛЕМЫ ПОЖАРНОЙ БЕЗОПАСНОСТИ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ И ЭТАПЫ СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ ПОДГОТОВКИ ЭКИПАЖЕЙ ПО ДЕЙСТВИЯМ ПРИ ПОЖАРЕ**

Ю.С. Чеботарев, В.И. Варавва

Пожарная безопасность на борту международной космической станции имеет одно из самых важных значений. От надежности систем пожарообнаружения и пожаротушения, готовности космонавтов к нештатным ситуациям и от оперативности их действий зависит не только безопасность и здоровье экипажа, но и спасение станции, и сохранение работоспособности бортового оборудования. Минимизация времени реагирования бортовых систем на появление признаков пожара, а также автоматизация работы этих систем представляет собой актуальную и важную задачу. Одной из задач данной работы является обращение внимания специалистов-разработчиков на важность проблемы пожарной безопасности для исключения возможных причин возникновения угроз жизни экипажу космического корабля.

Многолетний опыт эксплуатации космических станций, начиная с «Салют» и до действующей на данный момент Международной космической станции, дает понимание особенностей возникновения и протекания пожароопасных ситуаций, о специфике борьбы с пожаром и о других опасностях, сопутствующих пожарам. Необходимо отметить, что использование средств пожарообнаружения и пожаротушения на космических кораблях усиливает свою актуальность при решении задачи обеспечения безопасности космических кораблей при выполнении программ межпланетных полетов.

В докладе приводятся результаты анализа наиболее вероятных причин возникновения пожара и методов борьбы с ним; результаты анализа развития систем пожарообнаружения и пожаротушения на космических станциях, развития тренажеров Центра подготовки космонавтов им. Ю.А. Гагарина для подготовки космонавтов по данной тематике. Предлагаются варианты решения проблем обнаружения и тушения пожара, обеспечивающие повышение надежности и качества работы систем.



## **ЗАМЕНА БУМАЖНОЙ БОРТОВОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ЭЛЕКТРОННУЮ**

Е.В. Лебедева, Г.И. Падалка, М.Б. Корниенко

К.Э. Циолковским написано много работ, посвященных межпланетным полетам. Сейчас человечество вплотную приблизилось к полету на Марс. Во время полета важен каждый грамм полезной нагрузки, включая и суммарный вес бумажной документации, вес которой может составлять не один десяток килограмм. Поэтому необходимо использовать альтернативные способы перевозки и чтения документации.

Для корабля «Союз» в 2015 г. была успешно протестирована экипажем в составе Г.И. Падалки и М.Б. Корниенко электронная бортдокументация, состоящая из 6 книг. Перевод бумажной документации в электронную заключается в создании файла формата pdf, в котором прописываются ссылки на другие страницы и книги.

Чтение бортдокументации производится с планшета формата 8.4 дюйма. Его характеристики достаточны для загрузки и открытия больших файлов объемом от 50 Мб и оперативного перехода по ссылкам.

Недостатки использования планшета заключаются в ограниченном заряде аккумулятора и возможных сбоях работы операционной системы. Основной расход аккумулятора идет на обеспечение работы емкостного экрана планшета, поэтому важным аспектом экономии заряда является ограничение яркости подсветки. Дополнительно на планшете отключаются системы беспроводной связи, такие как Wi-fi, GPS, Bluetooth и т.д. Защититься от сбоя операционной системы на 100% нельзя, но предусмотреть большую часть возможных сбоев вполне возможно.

Преимущества использования планшета состоят в дополнительных функциях, которые неоспоримо превосходят бумагу. В первую очередь это почти неограниченное количество книг и документации, которую можно хранить на картах памяти формата microSD, которые можно менять. Значительно повышается качество и эргономичность работы по проведению космических экспериментов и монтажно-демонтажных работ экипажа. Также с помощью планшета можно использовать фото- и видеосъемку, делать в бортдокументации голосовые пометки и т.д.

Специалистами РКК «Энергия» была разработана прошивка планшета для использования на кораблях «Союз» и МКС, которая успешно используется в настоящее время.



**ФОРМИРОВАНИЕ ГЛОБАЛЬНО-ОРИЕНТРОВАННОЙ  
ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЙ СРЕДЫ В РАМКАХ РЕАЛИЗАЦИИ  
ПРОЕКТА «ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНАЯ ЛАБОРАТОРИЯ  
КОСМИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ И БИОЛОГИИ» ДЛЯ  
ВЫЯВЛЕНИЯ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА ШКОЛЬНИКОВ  
В ОБЛАСТИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КОСМИЧЕСКИХ ПОЛЕТОВ**

Е.В. Глухарева, И.А. Кузьмина, К.И. Сапарова

Преодоление глобальных проблем во всех сферах жизни является одной из задач современного мира. Традиционные методы решения проблем оказываются неэффективными в планетарных масштабах. Поиск принципиально новых способов решения требует внесения радикальных изменений в образовательную деятельность современной школы. Сегодня на первый план выходят задачи приобретения учащимися способности быстро адаптироваться к изменяющимся условиям жизни и готовности влиять на эти условия для достижения, как личного успеха, так и общественного прогресса.

Выпускник школы должен осмысленно действовать в ситуации выбора, грамотно ставить перед собой цели и достигать их. В современной школе образовательный процесс должен быть поставлен на качественно новую основу, ориентируясь на будущее, на прогнозируемые изменения, отражающие процесс перехода к постиндустриальному информационному обществу.

Одной из отраслей, остро испытывающей дефицит молодых, квалифицированных, глобально мыслящих кадров, является обеспечение космических полетов. Данная отрасль является неотъемлемой частью современной космонавтики и включает такие вопросы, как разработка средств и методов жизнеобеспечения, сохранения здоровья и работоспособности членов экипажей космических кораблей и станций в полетах различной продолжительности и степени сложности. Причиной недостатка квалифицированных кадров являются высокие требования, предъявляемые к специальностям естественнонаучного и медицинского направления.

Способствовать решению этой проблемы поможет реализация проекта «Экспериментальная лаборатория "Космическая медицина и биология"».

Цель: формирование глобально-ориентированного мышления у школьников через развитие интереса к области космической медицины и биологии.

Задачи:



– развитие личности учащегося на основе его собственного внутреннего потенциала с ориентацией на общечеловеческие ценности и в соотношении с лучшими научными и технологическими достижениями человечества в области космических исследований;

– воспитание у школьников чувства ответственности за настоящее и будущее мира, в котором они живут;

– развитие у школьников интереса к научно-исследовательской и проектной деятельности в области космической медицины и биологии;

– познание предметных и метапредметных связей предметов естественнонаучного цикла;

– формирование у школьников интереса к профессиям, связанным с биологическим и медицинским обеспечением космических полетов.

Результаты апробации: анкетирование (опрос среди учащихся); наблюдение; результаты участия в олимпиадах, конкурсах, научно-практических конференциях.

## **КОМПЛЕКС ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ КОЛЛЕКТИВНОГО ПОЛЬЗОВАНИЯ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКОГО ИСПЫТАТЕЛЬНОГО ЦЕНТРА ПОДГОТОВКИ КОСМОНАВТОВ ИМЕНИ Ю.А. ГАГАРИНА И ВОЗМОЖНОСТИ ЕГО РАЗВИТИЯ**

К.Б. Кузнецов

Центр подготовки космонавтов (ЦПК) является уникальным и единственным учреждением в своей отрасли. ЦПК объединяет в себе большое число различных структур, подразделений, систем, подсистем. Это обстоятельство вносит специфику в повседневную деятельность учреждения.

Одной из таких составляющих является «Комплекс технических средств коллективного пользования». Он был разработан в Центре подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина в 1988 г. для обеспечения проведения заседаний, совещаний и других мероприятий с использованием телевизионной кино- и диапозитивной, текстовой и графической информации. В его работе предусмотрены следующие возможности: звукоусиление, перевод и запись выступлений докладчиков и участников заседаний.

«Комплекс технических средств коллективного пользования» на протяжении многих лет успешно используется при проведении заседа-



ний Межведомственной комиссии, Государственных экзаменов, предполетных и послеполетных совещаний. Здесь подводятся итоги такого сложного, многогранного и важного процесса: от отбора кандидатов в космонавты до анализа результатов и подведения итогов выполнения задач космического полета.

Анализ современного состояния технических средств комплекса показал, что его обслуживание затруднено в связи с тем, что техника устарела. Что в свою очередь не может не отразиться на качестве обеспечения проведения заседаний, совещаний и других мероприятий. Наибольшие нарекания вызывает работа системы звукоусиления.

Модернизация системы звукоусиления, как и других систем, входящих в «Комплекс технических средств коллективного пользования», позволит обеспечить проведение заседаний, совещаний и других мероприятий, на более качественном уровне.

## **ИССЛЕДОВАНИЕ СТАБИЛОМЕТРИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ У МАЛЬЧИКОВ И ДЕВОЧЕК ПОДРОСТКОВОГО ВОЗРАСТА ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ КАДРОВОГО ПОТЕНЦИАЛА КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ**

К.И. Сапарова, Г.С. Кашеваров, О.И. Елкина, Д.Р. Хакимуллина

Одним из вариантов тренировки вестибулярного аппарата является непродолжительная вращательная нагрузка. Целью исследований было оценить степень влияния вращательной нагрузки на функцию поддержания равновесия у детей подростков. Результаты исследований можно использовать для выявления кадрового потенциала школьников космической отрасли.

В качестве испытуемых были приглашены мальчики (22 человека) и девочки (23 человека) в возрасте от 12 до 15 лет. Вращательная нагрузка осуществлялась с помощью тренажера вестибулярного аппарата в течение 1,5 мин. Для определения качества поддержания равновесия среди детей использовалась методика «Стабилографический тест» в ортостатической бипедальной позиции.

Выводы.

1. Вращательная нагрузка оказывает влияние в основном на динамические показатели поддержания равновесия (скорость перемещения ОЦД, КФР) и площадь доверительного эллипса.

2. У мальчиков значительное снижение наблюдалось по всем исследуемым показателям, в то время как у девочек ухудшение параметров было обнаружено только в показателе качества функции рав-



новесия, что может быть объяснено более ранним совершенствованием координационных механизмов у девочек.

## **ПОДГОТОВКА КОСМОНАВТОВ К ВЫПОЛНЕНИЮ БИОТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ НА БОРТУ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ**

И.В. Кутник, Ю.Г. Кондратенко

Эксперименты по космической биотехнологии (БТХ) как одного из направлений научно-прикладных исследований и экспериментов (НПИиЭ) являются одними из приоритетных исследований, проводимых российскими космонавтами на борту Международной космической станции (МКС). В настоящее время исследования по космической БТХ объясняют влияние на живые организмы возможности использования условий микрогравитации для дальнейшего использования в медицине, фармацевтике и народном хозяйстве.

Целью подготовки космонавтов по космической БТХ является формирование у космонавтов системы знаний по научным основам экспериментальных исследований и практическим навыкам по выполнению экспериментов БТХ, проводимых на борту МКС.

В докладе рассматриваются задачи подготовки космонавтов по космической БТХ, которые включают основные аспекты изучения экспериментов по данному направлению. Предложены новые методы в профессиональной подготовке космонавтов по экспериментам БТХ, которые должны улучшить качество подготовки к проведению экспериментов в условиях космического полета.

Изложенное в докладе позволяет определить цель дальнейшего развития подготовки космонавтов по космическим экспериментам БТХ в соответствии с современными педагогическими требованиями. Разработаны рекомендации и предложены новые подходы к реализации подготовки космонавтов для выполнения космических экспериментов по данному направлению.



## **ОСОБЕННОСТИ НАЗЕМНОЙ ПОДГОТОВКИ КОСМОНАВТОВ К РАБОТЕ С УНИВЕРСАЛЬНОЙ ВИБРОЗАЩИТНОЙ ПЛАТФОРМОЙ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УСТРОЙСТВА ОБЕЗВЕШИВАНИЯ**

О.А. Лукьянова, Л.А. Умнова

В докладе рассмотрен состав, назначение и место размещения на РС МКС научной аппаратуры виброзащитной платформы ВЗП-У.

Описываются педагогические методы, используемые при подготовке космонавтов по работе с целевым оборудованием — ВЗП-У. Приведены перспективы использования ВЗП-У, планируемые работы при проведении наземной подготовки целевого оборудования для проведения тестовых проверок и обеспечение типовых космических экспериментов входящих в состав долгосрочной программы научно-прикладных исследований и экспериментов, планируемых на российском сегменте Международной космической станции.

Имеющий опыт в подготовке позволяет сделать вывод о том, что модель обезвешивающего устройства ВЗП-У является универсальным целевым оборудованием, формирующим навык операторской деятельности у космонавтов, близкий к штатным условиям на борту.

## **ПОДГОТОВКА КОСМОНАВТОВ К ПРОВЕДЕНИЮ КОСМИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА «МАТРЕШКА-Р»: ОСНОВНЫЕ ЭТАПЫ РАЗВИТИЯ И СОВЕРШЕНСТВОВАНИЯ**

С.С. Бондаренко

Начиная с МКС-8 на борту Российского сегмента Международной космической станции (МКС) выполняется эксперимент «Матрешка-Р», который предназначен для исследования динамики радиационной обстановки в отсеках МКС и на трассе полета. Космический эксперимент по данному направлению носит комплексный характер, в нем участвуют ученые и разработчики космической техники из разных стран. В рамках радиационно-физических исследований на МКС осуществляется сбор, анализ и обработка экспериментальных данных о биологически значимых характеристиках ионизирующих космических излучений.

В докладе описываются этапы развития и совершенствования подготовки космонавтов по эксперименту «Матрешка-Р». Представлена статистика увеличения методов подготовки, связанная с дооснащением эксперимента новой аппаратурой. Указаны виды и этапы подго-



товки на базе ЦПК и перспективное участие космонавтов в испытаниях научной аппаратуры космического эксперимента «Матрешка-Р».

**ПОДГОТОВКА КОСМОНАВТОВ К ПРОВЕДЕНИЮ  
КОСМИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА  
«ХИМИЯ–ОБРАЗОВАНИЕ» НА БОРТУ РОССИЙСКОГО  
СЕКТОРА МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАЦИИ**  
Ю.Г. Кондратенко, И.В. Кутник

В докладе представлен анализ проведения подготовки космонавтов по космическому эксперименту (КЭ) «Химия–Образование». Рассмотрен процесс подготовки космонавтов, оценка выполнения эксперимента при подготовке, результаты выполнения КЭ на Российском секторе Международной космической станции (МКС) в полете.

Приведен тематический план реализации подготовки космонавтов по вышеуказанному КЭ, оценочная характеристика готовности космонавта к выполнению КЭ, сформированы ключевые элементы выполнения КЭ на борту РС МКС.

**ОБУЧАЕМОСТЬ — ВАЖНЕЙШАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА  
КОСМОНАВТА КАК СУБЪЕКТА УЧЕБНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ**  
Е.В. Попова

Обучаемость человека является одним из основных показателей его готовности к учению, к освоению знаний стихийно или целенаправленно в условиях какой-либо конкретной образовательной системы (И.А. Зимняя, 2010).

В докладе рассматривается процесс обучения космонавтов, овладения новыми знаниями на примере подготовки по научно-прикладным исследованиям и экспериментам. Выделяется понятие «специальной» обучаемости как подготовленности к быстрому развитию в определенной сфере знаний, умений. Обучаемость космонавтов в подготовке по научно-прикладным исследованиям и экспериментам представляется как совокупность интеллектуальных свойств, от которых при наличии определенных условий зависит качество выполняемого эксперимента на борту Российского сектора Международной космической станции. Рассмотрена связь обучаемости космонавта с продуктивностью его работы, его темп, объем, удовлетворенность результатом.



## **НАУЧНЫЕ ЭКСПЕРИМЕНТЫ НА МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ ПО КОСМИЧЕСКОМУ ОБРАЗОВАНИЮ**

С.Н. Самбуров, О.Г. Артемьев, Т.С. Колмыкова, С.Г. Емельянов

В программе научных исследований и космических экспериментов (КЭ), проводимых на борту Международной космической станции (МКС), существует отдельная секция №10 «Образование и популяризация космических исследований». В настоящее время экипажами МКС проводятся 10 экспериментов: «Великое начало», «Диффузия», «Кулоновский кристалл», «РадиоСкаф», «Ряска», «Физика–Образование», «Фототропизм», «Химия–Образование», «Экология–Образование», «О Гагарине из космоса».

В честь 50-летия полета первого человека в космос с 2011 г. был разработан и реализован на борту МКС КЭ «О Гагарине из космоса».

Ракетно-космическая корпорация (РКК) «Энергия» в настоящее время успешно реализовала три этапа КЭ «Радиоскаф». Первый этап — запуск скафандра с научной аппаратурой был проведен в 2006 г. Второй этап — запуск микроспутника «Радиоскаф-В»/микроспутник «КЕДР», посвященный 50-летию полета первого человека в космос, был успешно осуществлен в 2011 г.

Для проведения третьего этапа КЭ «Радиоскаф» был разработан и изготовлен наноспутник НС-1 «Часки-1». Разработку и изготовление наноспутника полностью выполнил Юго-Западный Государственный Университет (ЮЗГУ, г. Курск) при консультации со специалистами РКК «Энергия». Испытания и доработку спутника для запуска космонавтами во время выхода в открытый космос была проведена в РКК «Энергия». В августе 2014 г. космонавт О. Г. Артемьев во время выхода в открытый космос успешно реализовал проект запуска наноспутника НС-1.

В статье представлены материалы по другим КЭ.

## **ПРОВЕДЕНИЕ ЭКИПАЖАМИ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ КОСМИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА «О ГАГАРИНЕ ИЗ КОСМОСА»**

С.Н. Самбуров, О.Г. Артемьев, Е.О. Серова, А.М. Самокутяев,  
С.Г. Емельянов

В целях популяризации и пропаганды космонавтики в честь 50-летия полета первого человека в космос с 2011 г. был разработан и



реализован на борту Международной космической станции (МКС) космический эксперимент (КЭ) «О Гагарине из космоса».

Суть КЭ заключалась в проведении голосовых сеансов связи по радиолюбительскому каналу между экипажем МКС и учащимися школ, студентами университетов по программе «Уроки из Космоса». В первом этапе эксперимента учащиеся и студенты изучали космонавтику и готовили свои вопросы для экипажа МКС. Затем проводился конкурс вопросов и отбирались лучшие 20 вопросов, которые можно было задать экипажу в ходе 10 минутного сеанса связи. Заявка на проведение сеанса связи, перечень вопросов и желательные даты проведения присылалась в ракетно-космическую корпорацию «Энергия», специалисты которой рассчитывали зоны связи и планировали эти сеансы в соответствии с программой работ экипажа МКС. После согласования даты и времени проведения сеанса связи на борт МКС посылались радиogramмы, в которой были включения и вопросы для экипажа. В ходе этого КЭ проведены десятки сеансов связи от Санкт-Петербурга до Южно-Сахалинска. Сеансы связи проводились и с участниками экспедиций на горы Эльбрус и Монблан.

В месяц проводится от 5 до 10 сеансов связи, включая зарубежные страны: США, Перу, Эквадор, Францию, Белоруссию и другие. С конца 2014 г. начала проводиться и вторая фаза этого КЭ: передача изображений, посвященных памятным датам, таким как полет Ю.А. Гагарина, 40-летие первого международного полета «Аполлон-Союз» и т.п. Передача изображений проводится ежемесячно номерной серией. Серия состоит из 12 изображений, которые передаются обычно в субботу и в воскресенье. Принятые изображения можно посмотреть на сайте [http://www.spaceflightsoftware.com/ARISS\\_SSTV/](http://www.spaceflightsoftware.com/ARISS_SSTV/).

## **РАЗРАБОТКА И ЗАПУСК СТУДЕНЧЕСКИХ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ЭКИПАЖАМИ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ И ИХ ЭКОНОМИЧЕСКАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ**

С.Н. Самбуров, О.Г. Артемьев, М.Б. Корниенко, Т.С. Колмыкова,  
С.Г. Емельянов

Изготовление и запуск малых космических аппаратов (МКА) - высокочеловеческое мероприятие. Не каждый университет, город, область и даже страна может себе это позволить. Идея создания студенческих МКА весьма заманчива, поскольку студенты в процессе разработки и изготовления МКА не только получают значительный объем теорети-



ческих знаний по конструкции, баллистике, радиотехнике, теплообмену и т.п., но и сами участвуют в практических работах по изготовлению МКА.

Для решения этих задач был разработан космический эксперимент (КЭ) «РАДИОСКАФ»: создание, подготовка и запуск в процессе выхода в открытый космос сверхмалых космических аппаратов с борта Международной космической станции (МКС). В связи с тем, что создание и запуск МКА является КЭ, то даже неудачное техническое решение можно исправить на следующем МКА.

Удешевить стоимость МКА можно различными способами. Один из таких был применен в первом этапе КЭ «Радиоскаф». В качестве силовой платформы для установки аппаратуры был использован выработавший свой ресурс и находящийся на МКС скафандр «Орлан-М». Кроме самого скафандра для питания аппаратуры были также использованы находящиеся на борту аккумуляторные батареи, работавшие свой ресурс. Еще один способ удешевления проекта заключался в использовании радиолюбительских частот для обмена информацией между МКС и наземным пунктом, за использование которых не требуется оплата. Значительно снизить стоимость МКА удалось за счет использования недорогих видеокамер, солнечных панелей батарей и других компонентов аппаратуры. Конечно качество получаемых снимков оказалось не очень высоким, но для учебного процесса вполне приемлемым.

Студенческий МКА по сути повторял высокозатратный МКА. В нем имелись все основные системы, такие как: система питания, телеметрическая система, центральный процессор, радио приемопередающая система, командная радиолиния, система фоторегистрации и передачи цифровых изображений и т.д. Вместо дорогостоящей системы ориентации были установлены солнечные панели по всем плоскостям и создана система фоторегистрации только при наличии положительного сигнала на камере.

Эти и другие способы удешевления МКА позволили университетам России разрабатывать и запускать свои МКА.

## **ИДЕЯ ОСВОЕНИЯ КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА В ПИЛОТИРУЕМОЙ КОСМОНАВИКЕ**

С.Н. Самбуров, О.Г. Артемьев, А.А. Кузьминов, Н.А. Кузмина

В статье раскрывается смысл идеи освоения космического пространства, которую необходимо всегда помнить и учитывать.



Полеты в космос осуществляются не ради полетов. Приводятся высказывания К.Э Циолковского и Н.Ф Федорова по философским идеям выхода человечества в просторы Вселенной и освоению космического пространства, их значимость, воплощение в социально значимые проекты, направленные на пропаганду космонавтики и космическое образование молодежи.

Выход человечества в космическое пространства необходим не только потому, что энергия Солнца иссякнет, но и потому, что человечество, расселившееся во Вселенной, станет более совершенным. Люди станут гораздо умнее, и значит, как считал К.Э. Циолковский, счастливее. В таком обществе не будет войн и ссор, все будет решаться мирным путем. Значительно улучшится система управления обществом. Все это надо учитывать уже сейчас, когда полеты в космос становятся все более длительными. При полетах к Марсу и другим планетам экипаж представляет собой ячейку общества со своими правилами, законами.



## **Секция 10. «К.Э. ЦИОЛКОВСКИЙ И ПРОБЛЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ»**

### **ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ ПРОЕКТЫ В ЮГО-ЗАПАДНОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ УНИВЕРСИТЕТЕ**

**С.Г. Емельянов, Т.С. Колмыкова, С.Н Самбуров, О.Г. Артемьев**

Юго-западный государственный университет (ЮЗГУ, г. Курск) придает большое значение космическому воспитанию и обучению молодежи. На протяжении многих лет студенты и преподаватели университета сотрудничают с предприятиями космической промышленности, Центром подготовки космонавтов, Центром управления полетом. Многие космонавты приезжают в ЮЗГУ и проводят лекции и беседы по космонавтике. Совместно с Ракетно-космической корпорацией (РКК) «Энергия» университет реализует два космических эксперимента (КЭ) «О Гагарине из Космоса» и «Радиоскаф». В рамках проекта «РАДИОСКАФ-1» /ЮНЕСКОСАТ-1 по КЭ «Радиоскаф» студенты и преподаватели участвовали в приеме и обработке поступающей информации микроспутника, размещенного в скафандрке «Орлан-М» в 2006 г. Для следующего проекта «Радиоскаф-В»/микроспутник «КЕДР» университет разработал и изготовил научную аппаратуры «Вакуумметр». В ходе успешной реализации проекта в 2011 г. были получены уникальные данные о плотности атмосферы вокруг Земли с высоты 400 км и отработана система получения изображений с микро-спутника.

Для проекта по третьему этапу КЭ «Радиоскаф» был разработан и изготовлен наноспутник НС-1 «Часки-1». Разработку и изготовление наноспутника полностью выполнил ЮЗГУ при консультации со специалистами РКК «Энергия». Испытания и доработку спутника для запуска космонавтами во время выхода в открытый космос была проведена в РКК «Энергия». В августе 2014 г. космонавт О. Г. Артемьев во время выхода в открытый космос успешно реализовал проект запуска наноспутника НС-1. В настоящее время в ЮЗГУ идет разработка очередного спутника «Танюша».

В ходе другого проекта в рамках КЭ «О Гагарине из космоса» проводятся сеансы связи по радиолюбительскому каналу между экипажем Международной космической станции студентами университета по программе «Уроки из Космоса». Кроме того, сотрудники университета при помощи специалистов РКК «Энергия» организуют сеансы



связи между экипажами МКС и другими городами, школами, университетами в России. В рамках КЭ «О Гагарине из космоса» с борта МКС проводится передача цифровых изображений по знаменательным датам космонавтики.

## **ASTRONOMICAL EDUCATION IN GERMANY AND RELATIONS TO KONSTANTIN EDUARDOWITSCH ZIOLKOWSKI**

Olaf Kretzer

Konstantin Eduardowitsch Ziolkowski had a lot of dreams - he was not only interested in the development of new rockets or the flight to the outer space – but also in teaching astronomy and space travel to the youth.

When looking back into the past – for a long time we can not find the subject “space travel” in the curriculum of our schools. It was perceived as science fiction rather than accepted as a real science. A similar problem existed for the subject “astronomy”.

In the former state of the GDR the school subject “astronomy” was introduced at school in 1959. At the age of 15 or 16 pupils had the possibility to learn “astronomy” and “space travel” for one or two hours per week.

In the former FRG the subjects „astronomy“ and „space travel“ were hardly taught.

Since 1989 the educational system has been changed completely. Today's Germany consists of 16 federal states where each of them has the sovereignty over education – which means each state decides about the subjects to be taught.

I come from Suhl, the twin town of Kaluga. This small town with about 40.000 inhabitants is situated in the southwest of the federal state of Thuringia. In 1966 an observatory was built, followed by a planetarium in 1969. In 1975 this facility was awarded the name “Konstantin Eduardowitsch Ziolkowski” of which we are still very proud. After 1989 we had to fight for the subject “astronomy” because there were some plans to remove the subject from the curriculum. Today we can proudly say that “astronomy” is still one of the school subjects in Thuringia.

While teaching “astronomy” you have to appreciate the pre-eminence of Konstantin Eduardowitsch Ziolkowski. His findings and predictions for the repulsion of rockets, the elevator to the space and the solar sailing are still relevant for the science.

Therefore Ziolkowski and his accomplishments can be found in many school text books.



During my daily work at our observatory and planetarium I try to show our pupils and our guests the amazing role which Ziolkowski played and still plays today for the development of space travel.

Let me show how deeply we honour Ziolkowski and let me give you some examples to demonstrate Ziolkowskis role in our school lessons, curricula and public life.

## **ВОПЛОЩЕНИЕ ИДЕЙ УЧЕНЫХ-КОСМИСТОВ В ПРАКТИКЕ ДОПОЛНИТЕЛЬНОГО КОСМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ**

И.В. Иванова, А.Ю. Кононова

В содержании нового закона «Об образовании», материалах Национальной доктрины образования в РФ, Федеральной программе развития образования и Концепции модернизации российского образования подчеркивается, что одной из приоритетных задач современного образования является создание условий для сопровождения саморазвития личности, духовно-нравственного развития учащихся, формирования смысло-жизненных ориентаций и ценностей.

Решение задачи создания условий для саморазвития учащихся видится сегодня наиболее успешной в рамках дополнительного космического образования, которое объединяет в себе две характеристики развития образования — вариативность и мировоззренческую основу личностно-ориентированного образовательного процесса, единство которых обеспечивает максимум условий и возможностей для возвращения в ребенке ценностно-смысловых ориентиров, духовно-нравственной основы развития личности.

Обращение сегодня к идеям дополнительного космического образования является особенно актуальным в свете реализации приоритетных идей модернизации образования в РФ, в частности, в условиях освоения новых ФГОС, в рамках которых одним из приоритетных направлений современного образования выступает внеурочная деятельность.

Бесспорную актуальность имеет реализация идей космического образования в Калужском крае, богатом космическим наследием. В Калуге особое внимание уделяется развитию дополнительного космического образования, построенного на принципах вариативности и содержательно опирающегося на педагогические идеи ученых-космистов. В этом весомый вклад принадлежит деятельности Детско-юношеского центра космического образования «Галактика» Калуги (далее — ДЮЦКО «Галактика», Центр). Центром выстроена система



сотрудничества с образовательными организациями разных типов и видов через реализацию инновационных образовательных проектов космической направленности, что позволяет вовлечь большое количество детей в практику общего и дополнительного космического образования.

Центром реализуются такие инновационные образовательные проекты для детей разного возраста, как:

- проекты для обучающихся 1–4 классов («Маленький принц»; «Мой новый мир»; «Наш дом — Вселенная»; «Начальное техническое моделирование»);

- проекты для обучающихся 5–8 классов («Гагаринские дни в Гагарине»; «В космонавты я б пошел, пусть меня научат»; «Гагаринские дни в Центре»; «Интеллектуально-творческие экспедиции «Космическая одиссея»; «Малая Академия Наук». Калуга; «Космоинженер»; «Школьный спутник в Калужской области»);

- проекты для обучающихся 8–11 классов («CanSat в России»; «Молодежное дизайн-бюро»).

Центром ежегодно проводятся городские конференции обучающихся, посвященные памяти К.Э. Циолковского и А.Л. Чижевского «Старт в науку», «Юность — Космосу»; интеллектуально-творческие турниры для школьников «Кто Вы, профессор Чижевский?», «Известный и неизвестный Циолковский» городские выставки «Взлет», «Космос глазами детей»; фестиваль воздухоплавания «Разноцветное небо Калуги»; городские соревнования по простейшим, комнатным летательным моделям, ракетомodelьному спорту. Организуются профильные смены («Уникальность калужской территории», «Калуга — взгляд из космоса»), летние аэрокосмические смены с привлечением научных сотрудников Мемориального музея космонавтики (г. Москва) и ведущих преподавателей системы дополнительного образования г. Калуги, городские и школьные олимпиады по астрономии и космонавтике, викторины и другие мероприятия, направленные на привлечение детей к ознакомлению с историческим прошлым и настоящим Калуги — колыбели космонавтики. И это далеко не все мероприятия, организатором которых является ДЮЦКО «Галактика» г. Калуги.

Система дополнительного космического образования, предлагаемая ДЮЦКО «Галактика», с 2014 г. вышла на новый виток развития, а именно, Центр стал проводить мероприятия Всероссийского уровня. В 2014 г. ДЮЦКО «Галактика» совместно с Общероссийской детской общественной организацией «Общественная Малая академия наук «Интеллект будущего» в г. Калуге провели Всероссийские научно-



практические конференции обучающихся: «Шаги в науку. Калуга» и «Юность. Наука. Космос».

Летом 2014 г. в ФГБОУ ДОД «ФДЦ «Смена» (п. Сукко г. Анапа) прошла специализированная (тематическая) профильная смена «Космические игры-2014». В августе 2014 г. педагоги и воспитанники ДЮЦКО «Галактика» приняли участие в космической смене «Артек — первая космическая», которая проходила в детском оздоровительном лагере «Артек» в Крыму.

10–11 сентября 2014 г. по инициативе Уполномоченного при Президенте РФ по правам ребенка П.А. Астахова при поддержке Губернатора Калужской области А.Д. Артамонова в г. Калуге состоялся первый Всероссийский Детский Форум «Дети! Россия! Будущее!». Министерством образования и науки Калужской области совместно с ДЮЦКО «Галактика» организовано поведение секции «Реализация права ребенка на образование и всестороннее развитие — залог творческого, научного и интеллектуального потенциала».

В ноябре 2014 г. воспитанники ДЮЦКО «Галактика», занимающиеся робототехникой, приняли участие во Всемирной олимпиаде по робототехнике, которая проходила в г. Сочи.

В январе 2015 г. ДЮЦКО «Галактика» совместно с Министерством образования и науки Калужской области при поддержке управления образования г. Калуги, общероссийской детской общественной организации «Общественная Малая академия наук «Интеллект будущего» и Академии повышения квалификации и профессиональной переподготовки работников образования провел Всероссийские детско-юношеские научные чтения им. С.П. Королева.

Возможность участия детей в таком многообразии мероприятий создает благоприятные условия для саморазвития учащихся всех возрастов, способствует позитивной социализации подрастающего поколения и сохранению космического наследия калужан.

Полагаем, что реализация системы дополнительного космического образования способствует:

- предоставлению широких возможностей для развития каждого ребенка по разнообразным видам деятельности с учетом направленности личности;
- эффективной организации внеурочной деятельности учащихся в условиях введения ФГОС;
- объединению усилий для внедрения современных технологий, инновационных проектов;



– расширению возможностей для повышения уровня профессиональной компетентности учителей в области реализации внеурочной деятельности;

– удовлетворению профессиональных запросов участников образовательного процесса.

**ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫЕ ИДЕИ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО  
И ПОДГОТОВКА ИНЖЕНЕРОВ-ПРЕПОДАВАТЕЛЕЙ  
ФГБУ «НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ  
ИСПЫТАТЕЛЬНЫЙ ЦЕНТР ПОДГОТОВКИ КОСМОНАВТОВ  
ИМЕНИ Ю.А. ГАГАРИНА»**

А.И. Кондрат, Г.Д. Орешкин, А.И. Шуров

Исследователи многогранного творчества К.Э. Циолковского отмечают, что научно-педагогическое наследие гения не содержит четких и целенаправленных фундаментальных педагогических трудов. Однако во многих работах, в частности, «Ум и страсти», «Свойства человека», «Этика, или естественные основы нравственности» ученым поднимаются вопросы обучения и воспитания.

Некоторые педагогические взгляды ученого (свобода и вариативность учебных программ, активизация учеников через интерес, индивидуальность, раскрытие душевных свойств и способностей каждого, самостоятельность) не всегда находили активный отклик у педагогической общественности.

На наш взгляд актуально проанализировать, насколько используются идеи обучения и воспитания К.Э. Циолковского при подготовке инженерно-преподавательских кадров Центра подготовки космонавтов (ЦПК).

К.Э. Циолковский предлагает строить обучение и воспитание, исходя из природы человека, его возрастных и психологических особенностей. Наибольшую радость и удовлетворение, считает ученый, приносит труд, творческая деятельность, особенно если они имеют общественно полезную направленность. Безусловно, труд космонавтов имеет общественно полезную направленность и, следовательно, труд инженеров-преподавателей ЦПК общественно признан.

Касаясь учета природы человека и чтобы «без насилия над природой ученика» помочь проявиться свойствам его памяти, мышления, как в программах «ввода в строй», так и в процессе непосредственного обучения инженеров-преподавателей учитываются их индивидуальные знания, способности и особенности. Тем более, что впоследствии им



предстоит учить не только взрослых, уже состоявшихся, специалистов, но и космонавтов, в том числе героев России. Причем, готовить их к полету туда, где инженер-преподаватель не был и, как правило, никогда не будет.

В педагогике Циолковский старался связать теорию с практикой. В ЦПК очень мало чисто теоретических курсов, и все инженеры-преподаватели в процессе своего обучения проходят стажировку на тренажерах, на которых впоследствии будут проводить подготовку космонавтов.

Основу идей К.Э. Циолковского составили вера в прогресс и могущество человеческого разума, чрезвычайное внимание к будущему, опора на абсолютно совершенные идеалы, выход за пределы исторического времени в вечность. Вероятно, это связано с тем, что Циолковский был не просто учитель, а учитель-ученый. Инженерно-преподавательские кадры по подготовке космонавтов постоянно совершенствуют свои знания и навыки, участвуют в научно-исследовательских и испытательных работах, в экспертизе перспективных космических проектов.

Смысл и ценность образования, как отмечал педагог-космист, заключаются не только в том, чтобы «научить жить», то есть получить необходимые для этого знания, умения и навыки, чтобы удовлетворить свои потребности, но и подходить с «высшей», космической точки зрения. Нужно всеми доступными средствами подвести человека к осознанию себя разумной частью окружающего мира, в плане проявления заботы о нём; к пониманию смысла жизни — «сверхцели», связанной с освоением космического пространства для создания, как на Земле, так и в Космосе необходимых условий для счастливой жизни каждого. Исходя из этой мысли, космонавты и инженеры-преподаватели ЦПК наиболее близки к «высшей» космической точке зрения.

На вопрос: «Каким должно быть образование, чтобы оно смогло выполнить свою главную функцию — воспитать совершенного человека, гражданина, заложить в нём те высшие культурные, духовные и нравственные ценности, которые он понесёт потом в Космос» К.Э. Циолковский давал ответ в своём проекте школы будущего. Сфера образования, школа, — подчёркивал Константин Эдуардович, — только тогда сможет выполнить свою человекосозидающую функцию, когда её усилия и приоритеты будут направлены на формирование гуманистически ориентированной личности, «гражданина Вселенной», имеющего «высшую точку зрения» и руководствующегося ею в своей активно-преобразующей деятельности. Космонавты и инженеры-



преподаватели ЦПК, безусловно, участвуют в преобразующей деятельности, ведущей к гуманистически ориентированной личности.

## **ПОДГОТОВКА ИНЖЕНЕРНО-ПРЕПОДАВАТЕЛЬСКИХ КАДРОВ ЦЕНТРА ПОДГОТОВКИ КОСМОНАВТОВ**

А.И. Кондрат, Г.Д. Орешкин, А.И. Шуров

В соответствии с п.15 основных положений «Основ государственной политики Российской Федерации в области космической деятельности на период до 2030 г. и дальнейшую перспективу» определены основные задачи и по развитию пилотируемых космических полетов: продолжение эксплуатации Международной космической станции; реализация до 2030 г. научно-прикладных исследований и расширение их спектра; осуществление после 2030 г. пилотируемых полетов в окололунное пространство и на Луну; расширение после 2030 г. области и масштабов освоения ближнего космоса.

Достижение поставленных целей и задач невозможно без высококвалифицированного персонала, обладающего необходимыми педагогическими качествами.

Изначально принять на работу в Центр подготовки космонавтов (ЦПК) специалистов необходимого уровня не представляется возможным, поскольку ни одно высшее учебное заведение СССР и РФ такой подготовкой не занималось и не занимается. В течение всего времени существования отечественной пилотируемой космонавтики специалистов готовили (переучивали) в ЦПК, как принято говорить, «без отрыва от производства» (подготовки космонавтов). На протяжении всего своего существования ЦПК фактически самостоятельно осуществлял обучение собственных инженерно-преподавательских кадров, и эта область деятельности являлась и является основой высокого качества подготовки космонавтов и успешного выполнения ими запланированных программ космических полетов.

С развитием ЦПК постепенно начинает складываться система подготовки из вновь прибывающих в Центр для прохождения военной службы выпускников высших военных учебных заведений собственных инженерно-преподавательских кадров. Первые руководители подразделений по подготовке космонавтов, летчики-космонавты СССР, имеющие опыт космических полетов, на основе собственного опыта и понимания необходимых инженеру-преподавателю по подготовке космонавтов компетенций для успешного формирования у космонав-



тов профессиональных знаний, навыков и умений разработали первые «планы ввода в строй специалистов».

В ходе проведения занятий (а порой методом «проб и ошибок») не только происходил поиск верных подходов приобретения и формирования необходимых космонавтам знаний, навыков и умений выполнения отдельных полетных операций и программы космического полета в целом, но и формировалось и совершенствовалось, может быть неосознанно, педагогическое мастерство инженеров-преподавателей ЦПК.

Подготовка всех последующих инженерно-преподавательских кадров Центра подготовки космонавтов на протяжении почти 45 лет проводилась и проводится, основываясь на положительном опыте наиболее признанных сообществом специалистов по подготовке космонавтов с внесением в «планы ввода в строй» задач по изучению руководящих документов по космической деятельности: законы, Федеральные программы, положения и руководства.

В результате смены политического строя страны в начале 90-х годов прошлого столетия и последовавшей за этим череды финансово-экономических и межведомственных изменений, ЦПК частично растерял свой кадровый потенциал и получил значительные прорехи в сложной десятилетиями системе преемственности поколений специалистов, осуществляющих непосредственную подготовку космонавтов.

Учитывая кадровые проблемы в космической отрасли (возраст научных и инженерных кадров, отток высококвалифицированных специалистов, снижение уровня поступления в организации отрасли выпускников вузов), а также для решения перспективных задач российской космонавтики необходимо упредить возможное снижение качества подготовки космонавтов, и одним из путей в этом направлении может стать повышение педагогической компетентности инженерно-преподавательских кадров Центра подготовки космонавтов.

## **РАЗВИТИЕ ТВОРЧЕСКОЙ ЛИЧНОСТИ СЛАБОСЛЫШАЩЕГО РЕБЕНКА СРЕДСТВАМИ МУЗЫКИ**

М.В. Доронина

«Глухота — ужасное несчастье. В то же время, сам теперь признаю ее великое значение в моей деятельности...» (К.Э. Циолковский. Черты из моей жизни. М. 1939 С.17)

Как ученый в становлении научного знания Циолковский придавал большое значение художественному творчеству. О музыке, как и



о других видах искусства, ученый говорил преимущественно в социальном плане. О способности музыки возбуждать в людях невероятно сильные чувства Циолковский писал в работе «Ум и страсти». Музыка может вызывать «радостные и жгуче-приятные чувства», «радость и слезы», но больше всего Циолковского привлекала музыка, способная приводить в равновесие человеческую психику. Наиболее интересные мысли о музыке изложены в работе «Происхождение музыки и ее сущность». В ней ученый высказал мысль, что вся инструментальная музыка произошла из вокальной, а пение возникло из членораздельной речи. Поражает то, что эти мысли принадлежат человеку, лишенному возможности воспринимать музыку во всей ее глубине и яркости из-за приобретенного в детстве дефекта (глухоты).

Учитывая, что в настоящее время определенное количество детей имеют подобные проблемы, становится актуальным развивать творческую личность путем восприятия и исполнения ими музыкальных произведений. Используя в работе со слабослышащими детьми современные методики, было небезынтересно обратиться и к житейскому опыту великого ученого.

Многообразие проявлений нарушения слуха обуславливает необходимость дифференциации, выделения основных групп детей. Основой классификации являются следующие критерии: степень потери слуха, время потери слуха, уровень развития речи.

У детей с нарушением слуха компенсация отсутствующего слухового контроля может совершаться за счет зрительного, тактильно-вибрационного и двигательного восприятий. Из всех видов кожных ощущений для компенсации нарушений слуха, наибольшее значение имеют вибрационные ощущения.

## **УЧАСТИЕ МУЗЕЯ КОСМОНАВТИКИ В МЕЖМУЗЕЙНОМ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОМ ПРОЕКТЕ «ОЛИМПИАДА «МУЗЕИ. ПАРКИ. УСАДЬБЫ»**

Ю.В. Костина

Олимпиада «Музеи. Парки. Усадьбы» — это возможность учащимся показать свои способности, расширить кругозор, участвуя в игровых состязаниях на эрудицию и внимательность.

В ходе Олимпиады можно посетить самые интересные музеи, парки и усадьбы столицы, познакомиться с разными направлениями искусства, отраслями науки, историей города и страны, отвечая на интересные вопросы.



Олимпиада ориентирована на школьников всех классов. При этом участвовать могут как индивидуальные участники, так и команды.

В данном проекте принимают участие на добровольной основе учащиеся государственных, муниципальных и негосударственных образовательных организаций, имеющие основные образовательные программы начального общего, основного общего и среднего общего образования, школы которых находятся на территории города Москвы.

Инициаторами проекта стали Департамент образования г. Москвы и Департамент культуры г. Москвы. Центр педагогического мастерства координирует подготовку и проведение Олимпиады.

Впервые Олимпиада проводилась в 2013/2014 гг. Она дала возможность большому числу музеев Москвы привлечь заинтересованных школьников, их родителей и учителей, а также помогла ребятам лучше узнать свой город. Первый этап Олимпиады проходил с 1 ноября 2013 г. по 31 марта 2014 г. Участники посещали понравившиеся им музеи, парки и усадьбы, где выполняли определенные задания, связанные с экспозициями, тематикой и историей культурного объекта. Задания были составлены таким образом, что найти ответы на них можно было непосредственно на территории музея. Перед тем, как пойти в музей, усадьбу, парк участники отвечали на несколько вопросов заочного тура, чтобы ознакомиться со спецификой и тематикой каждого места. При этом участвовали как индивидуальные посетители, так и объединяясь в группы (команды).

Участники Олимпиады «Музеи. Парки. Усадьбы», хорошо показавшие себя во время первого этапа, приняли участие в ее финальном этапе, который состоялся 19 апреля 2014 г. и проходил в форме интеллектуальной игры на свежем воздухе.

Олимпиада 2014–2015 гг. стартовала 1 ноября 2014 г., согласно ее программе проходили различные конкурсы, например, «Конкурс постеров» (нарисуйте постер, который расскажет друзьям о вашей любимой книге! Нарисуйте постер так, чтобы они захотели ее прочитать!). «Лучшее фото из музея в социальной сети!» (ты делаешь фотографии в музеях во время Олимпиады? Выкладывай их в социальные сети и участвуй в конкурсе!), видеоконкурс «Прорекламируй музей» и другие. Научными сотрудниками Мемориального музея космонавтики (ММК) были подготовлены задания для всех категорий учащихся заочного и очного тура. Каждый месяц проводились промежуточные итоги.

В апреле 2015 г. прошло финальное голосование по конкурсам, подведение итогов Олимпиады. ММК занял первое место по посеща-



емости. Коллектив музея получил благодарность за активное участие в организации и проведении Олимпиады от Министра Правительства Москвы, руководителя Департамента образования города Москвы И.И. Калины и Министра Правительства Москвы, Руководителя Департамента культуры А.В. Кибовского.

## **ПРОБЛЕМА СТАНОВЛЕНИЯ ИНКЛЮЗИВНОГО ОБРАЗОВАНИЯ В РОССИИ**

Е.Н. Буслаева

К.Э. Циолковский оставил яркий след в самых разных направлениях науки и техники, был подлинным энциклопедистом. Его основополагающие труды по ракетодинамике, ракетной технике, теоретической космонавтике широко известны, приоритет российского ученого в этой области признан мировой наукой.

Не обошел ученый в своих трудах и проблему образования. Еще в 1918 г., в своей работе «Какой тип школы желателен?» К.Э. Циолковский писал о том, что строгой системы в преподавание не нужно, надо, напротив, пользоваться настроением, обстоятельствами и желаниями. Однако, в общем, как учителя, так и учащиеся должны, в конце концов, расположить свои знания в систематическом порядке. Порядок этот состоит в движении науки от простого к сложному.

Главная цель школы — научить жить, т.е. уметь добывать необходимое для жизни, знать наиболее разумные общественные отношения, понимать лучшее социальное устройство, быть гражданином.

Идеи ученого нашли свое отражение в инклюзивном образовании, которое в настоящее время в России все активнее занимает ведущие позиции в обучении детей с ограниченными возможностями здоровья (ОВЗ) в системе образования, признании ценности их различий и способности к обучению, индивидуальном и дифференцированном подходе, которые ведут наиболее подходящим для каждого ребенка способом.

Процесс организации и осуществления инклюзивного образования в России теоретически обоснован следующими специалистами (М.С. Артемьева, Е.А. Екжанова, Н.Н. Малофеев, Е.А. Стребелева, Л.М. Шипицына, Л.Е. Шевчук, Н.Д. Шматко и др.). Но реализация содержания и условий оказания специальной помощи и поддержки детей с ОВЗ в условиях общеобразовательного учреждения на практике представляет сложную социально-педагогическую проблему.



В соответствии со ст. 79 Федерального закона от 29.12.2012 №273-ФЗ «Об образовании в Российской Федерации» образование обучающихся с ограниченными возможностями здоровья (далее — ОВЗ) может быть организовано как совместно с другими обучающимися, так и в отдельных классах, группах или в отдельных организациях, осуществляющих образовательную деятельность.

При этом общее образование обучающихся с ОВЗ осуществляется в организациях, осуществляющих образовательную деятельность по адаптированным основным общеобразовательным программам. В таких организациях создаются специальные условия для получения образования указанными обучающимися.

Системное внедрение практики инклюзивного образования происходит в России крайне медленно и достаточно неравномерно. В отдельных регионах страны (Москва, Самара, Архангельск, Калужская область, Республика Карелия, Республика Коми, Пермский край, Томская область) процессы инклюзии в образовании значительно продвинулись в своем развитии, накоплен богатый педагогический опыт, разработаны методические рекомендации, способствующие тому, чтобы сделать обучение в массовых школах более инклюзивным.

Цель инклюзии — не только интеграция детей с ОВЗ в массовые образовательные учреждения. Ведущим принципом инклюзивной образовательной среды является ее готовность приспосабливаться к индивидуальным потребностям различных категорий детей за счет структурно-функциональной, содержательной и технологической модернизации образовательной системы учреждения.

При интегративном подходе ребенок с ОВЗ адаптируется к системе образования, которая при этом остается неизменной, а при инклюзивном подходе — проходит цикл преобразований и приобретает возможность адаптироваться к особым образовательным потребностям детей.

Самым лучшим в инклюзии является то, что при успешном её проведении выигрывают все.

Это и дети с особенностями развития, и без них, одарённые дети, учителя (имеется в виду совершенствование практики преподавания и повышение квалификации учителей), и всё школьное сообщество в плане совершенствования общего климата и духа школы.

Тем не менее, существуют давние «поверья» в отношении обучения детей с особыми образовательными потребностями в общеобразовательной среде. Например, что дети – инвалиды нарушают процесс обучения всего класса, что учителя не способны справляться с новыми задачами, возникающими в классе с появлением такого ребёнка, и что



дети с ограниченными возможностями при инклюзии получают недостаточно качественное образование, причём, при такой форме обучения, серьёзно страдает их самооценка.

Однако, во многих исследованиях доказывается, что большинство этих «верований» являются предвзятыми, и не основываются на каких-либо основательных и очевидных фактах.

В любом случае, преимущества инклюзии значительно перевешивают недостатки этого процесса, и наилучшей проверкой правильности инклюзивных подходов в образовании будут его результаты.

## **МЕЖКУЛЬТУРНОЕ ОБРАЗОВАНИЕ В ДЕТСКОМ ВОЗРАСТЕ — АКТУАЛЬНАЯ ПРОБЛЕМА СОВРЕМЕННОСТИ**

М.Е. Буслаева

Неравенство в развитии государств и обществ стало столь очевидным, что миграцию остановить уже невозможно. В то же время демографические проблемы большинства развитых стран побуждают теперь правительства этих государств не к закрытию границ, а к поиску новых путей совместного существования различных этносов и культур, конфессиональных и социальных групп. Миграция не является исключительным злом: в ситуации быстрого старения населения большинства европейских стран она дает шанс на сохранение возрастного, а, следовательно, и экономического баланса в обществе. В последнее время это правило становится применимым и к России.

Мигранты приносят с собой особую культуру, которая воспринимается большинством в обществе как чужеродная и ассоциируется в первую очередь с языковыми и образовательными проблемами.

Первые попытки решения образовательных и социальных проблем семей мигрантов подвели гражданское общество большинства европейских стран, а затем и государство к осознанию феномена мультикультурности существующего общества. В то время как правительства озабочены правовой стороной проблемы: принимаются законы о государственном языке и языках народов, населяющих страну, о гражданстве, программы по формированию установок толерантного сознания и профилактике экстремизма и т.д., педагогическая общественность также пытается найти адекватный ответ на спровоцированные миграцией проблемы.

Социокультурные процессы, развивающиеся в условиях глобализации, побудили ученых к осмыслению проблемы взаимодействия культур с различных методологических позиций. Исследования в дан-



ном направлении проводились и проводятся как в зарубежном, так и в отечественном гуманитарном знании. Феномен диалога культур рассматривается с позиций постмодернистского подхода (Ж. Бодрийяр, Ж. Деррида, М. Фуко), теории межкультурной коммуникации (Р. Коллинз, Н. Луман, М. Маклюэн).

Процессы глобализации значительно актуализировали также проблему межкультурных взаимоотношений, что развитие философско-культурологических теорий диалога культур М.М. Бахтина, В.С. Библера, М. Бубера и созданию концепций диалога культурных миров (Г.Г. Померанц), диалога цивилизаций (Г.А. Аванесова, Б.С. Ерасов), полилога межкультурных отношений (О.Н. Астафьева, К.Э. Разлогов).

В настоящее время весьма важный теоретический и методологический вклад в философско-антропологическое и культурологическое в исследование проблемы взаимодействия и взаимопонимания культур внесли работы отечественных ученых А.А. Велика, В.В. Кочеткова, Н.М. Лебедевой, Е.А. Сайко, З.В. Сикевич, Н.Г. Скворцова, Т.Г. Стефаненко, труды которых позволяют лучше понять природу культурных различий отдельных народов, особенностей национально-го характера и их роли в межэтнических контактах.

Под влиянием концепций межкультурной коммуникации западных ученых Э. Холла, К. Гирца, В. Гудикунста, Г. Триандиса, Г. Хофштеде в 90-е годы в отечественной науке произошел стремительный рост интереса к исследованию различных проблем межкультурного взаимодействия и диалога культур. Среди публикаций по общим проблемам межкультурной коммуникации следует выделить работы Т.Н. Астафуровой, Д.Б. Гудкова, В.В. Красных, Л.В. Куликовой, О.А. Леонтович, Ю.Е. Прохорова, Ю.А. Сорокина, И.А. Стернина, В.П. Фурмановой; Н.Л. Шамне.

Системный подход в изучении межкультурной коммуникации, включающий психологический, социальный, культурологический, аксиологический и другие аспекты представлен в работах Н.А. Авсеенко, Ж.А. Верховской, Л.И. Гришаевой, В.Г. Зинченко, Н.К. Иконниковой, И.В. Наместниковой, Т.Г. Пер-виль, Т.Н. Персиковой, В.Е. Черниковой, Н.В. Янкиной.

Особое значение в межкультурном диалоге принадлежит этнокультурным стереотипам, которые во многом направляют процесс межкультурной коммуникации, а так же определяют содержание социокультурной компетентности личности. В силу такой их значимости различные виды стереотипов активно изучались в отечественной науке В.С. Агеевым, Е.В. Лаптевой, М.В. Мануковским, А.В. Павловской, О. Рёш, А.В. Сергеевой.



Педагогический опыт большинства принимающих мигрантов и изначально мультикультурных стран показывает, насколько важно принятие концепции межкультурного образования как ведущей парадигмы воспитания и обучения. В первую очередь это несет пользу коренному населению (или национальному большинству) страны, озабоченной сохранением социальной стабильности в обществе.

Родители зачастую не осознают, как своими шовинистскими установками готовят почву для развития ксенофобии и межкультурных конфликтов. Не вмешиваться в формирование детской личности - означает позволить негативным национальным стереотипам в детское сознание, когда способность к критическому их осмыслению еще не сформирована.

Особая ценность реализации межкультурного образования именно в детском возрасте обусловлена высокой сензитивностью детства к формированию позитивных установок в межкультурном общении и развитию межкультурной компетентности. Дети повсюду «наталкиваются» на мультикультурность — она та среда, где взрослеют современные дети.

Классы современных европейских, американских, австралийских, российских школ далеки от однородности состава: дети различаются в языковом (языки и диалекты), религиозном и мировоззренческом отношении, в географическом происхождении и личной истории (все больше отличаются дети села и города, за одной партой могут оказаться местный житель и мигрант или беженец). Каждый ученик имеет свою уникальную структуру личности, несущую отпечаток той культуры, в какой он воспитывался и рос.

В то же время мультикультурное общество не отражается в содержании детских книг и школьных учебников, а дети больше знают об экзотических культурах других стран, чем о культуре соседей — этносов; часто история преподносится с точки зрения культуры большинства (т.н. история суперэтноса).

Это несет большую опасность для становления детской личности. Для детей иной этнокультуры очень важно знать, что язык и культурные ценности их семьи уважаемы и приняты в обществе, это положительно сказывается на социализации ребенка в группе сверстников и даже на школьных успехах. Если же детям навязывается государственная идеология или мировоззрение большинства, в классе может сложиться атмосфера скрытой вражды.

Межкультурное образование постоянно подвергается критике за акцентирование культурных различий, невольно ведущее к усилению дискриминации, за изучение иммигрантской культуры, потерявшей



свое функциональное значение в условиях миграции (ассимиляции большинством) и ставшей фольклором.

Однако большинство исследователей подчеркивают, что именно здоровьесохраняющую функцию культуры для развития детской личности. Этноидентичность — один из важнейших механизмов адаптации, присущих только человеку.

Наиболее здоровой с этой точки зрения является интеграция ребенка в новую культуру (культуру большинства) при сохранении тесной связи с родной культурой. Это приводит к взаимному обогащению культур и становлению нового вида культурных ценностей, расширяет репертуар поведения человека, делает психику более устойчивой.

Дети, отличающиеся от большинства по внешности, языку, религии первыми испытывают на себе враждебное отношение к иностранцам. Недостаток уверенности в себе, неумение отстоять свою точку зрения, незнание других культур, порождающее страх, дискомфорт — вот причины нетерпимого отношения детей к культурным отличиям.

Особенности межэтнического восприятия обусловлены возрастом и социальными условиями развития. Так, дети до 6 лет имеют достаточно размытое представление о своей национальности. И если дошкольники и младшие школьники остаются в большинстве своем непредубежденными, но уже приблизительно с 9 лет эмоциональные предпочтения складываются в устойчивые стереотипы, изменить которые становится очень трудно.

С другой стороны, дети, вынужденные жить в ситуации этнической напряженности, в районах межнациональных и межрелигиозных конфликтов, очень рано осознают свою этническую принадлежность и становятся особенно чувствительными к усвоению как позитивных, так и негативных национальных стереотипов.

Межкультурное образование ориентируется на универсальные права человека: оно признает равноценность всех людей и рассматривает достоинство человека как неприкосновенное. Однако ценности межкультурного образования разделяются далеко не всеми. Признание плюрализма и демократических прав для всех граждан является проблемой для всех европейских обществ. Всегда есть склонность оценивать другую культуру с высоты своей. Межкультурное образование тогда легко становится педагогикой сочувствия, педагогикой для иностранцев или фольклорной педагогикой.

Концепция межкультурного образования — не очередной предмет регионального компонента в содержании образования, не дополнительный урок или праздник. Осознанная необходимость воспитания



детей в уважении к культурным различиям требует от общества и государства специальных усилий по проникновению такой педагогики в жизнь каждой группы детского сада, каждого класса школы, каждой семьи.

В трудах К.Э. Циолковского мы находим призыв более глубоко заниматься разработкой целей образования и воспитания с учётом как вечных фундаментальных «земных» проблем жизни человека, так и «высших», космических.

В созданной им антропокосмической концепции учёный развивал мысль о том, что от того, какие идеалы и ценностные ориентиры будут сформированы в человеке, зависит не только судьба каждого, но и всего человечества, судьба всей Вселенной, так как будущее человека самым тесным образом связано с освоением космического пространства, и совсем не безразлично, какие нравственные ценности он понесёт с собой в космос, чем будет руководствоваться в процессе своей преобразовательной деятельности.

Содержание этих работ не только не утратило своего значения с течением времени, но и становится все более актуальным. Как космист К.Э. Циолковский искал универсальные подходы к разрешению острых мировоззренческих и социальных проблем. Позиция, выработанная им, заслуживает пристального внимания со стороны всех, кто хотел бы способствовать миролюбию, толерантности, развитию деятельности и нравственной человеческой природы, совершенствованию общественных институтов и преображению человеческого общества в целом.

## **ИННОВАЦИОННЫЕ ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ МЕТОДЫ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО В СОВРЕМЕННОМ ДЕТСКОМ ТЕХНИЧЕСКОМ ТВОРЧЕСТВЕ**

И.В. Доронин

К.Э. Циолковский был не только учёным и мыслителем, он так же был замечательным педагогом, воспитателем творческой деятельности у детей. Эти качества он воспитывал своим образом мысли, добротой, стремлением показать и разъяснить в доступной форме сложные вопросы науки.

Понимая и предвидя прогрессирующий рост современной науки в самое ближайшее время, Константин Эдуардович осознавал, что резко расширится круг изучаемых научных дисциплин, и что потребуются совершенно новые методы постижения научных знаний.



Одной из важнейших составляющих научно-технического прогресса Циолковский считал техническое творчество, особенно детское техническое творчество. К детям и молодёжи он был всегда очень внимателен, считал, что они составляют «золотой фонд будущих завоеваний космического пространства».

По мнению Циолковского, фантастика и техническое творчество «...несут новую мысль в массы. Кто этим занимается, тот делает хорошее дело: вызывает интерес, пробуждает к деятельности мозг, рождает сочувствующих и будущих работников великих намерений». Другими словами, фантастика и техническое творчество являются ключом для быстрого вовлечения большого количества молодых людей в науку и технику.

Грамотная государственная политика индустриализации, всесторонней поддержки, популяризации и развития, в том числе, технического творчества молодёжи была абсолютно созвучна представлениям Циолковского по этим вопросам. Константин Эдуардович с живым участием относился к работе детской технической станции, организованной в 1926г. в Калуге. Интересны его высказывания, в одном из них отмечена глубокая мысль Циолковского: «Да, детская техническая станция — хорошая штука! Но только тогда она, по-моему, хороша, когда направлена навстречу детскому индивидуальному запросу по линии изыскательства, иначе она обратится в массовое простое обучение чему-нибудь».

Время довольно скоро показало всю правильность идей «через творчество — в науку и технику». Наше государство, пройдя тяжелейшие испытания революциями, гражданской войной, не менее разрушительной политикой НЭПа оказалось в очень непростой ситуации. Однако, индустриализация и развитие научно-технического творчества помогли достаточно быстро не только восстановиться, но и создать мощную научно-техническую базу, позволившее победить европейский фашизм, а в кратчайшие послевоенные сроки создать ответное сверхоружие, которое обеспечивает глобальную безопасность нашей страны до настоящего времени. В этих великих достижениях, несомненно, есть вклад и Циолковского.

В настоящее время мы опять по ряду причин столкнулись с проблемами в научно-технической сфере. Один из способов выхода из сложившейся ситуации — обратиться к тем же идеям Циолковского, уже показавшими свою правильность и действенность: через творчество — в науку и технику, причём именно с детского возраста.

Обращаясь к молодёжи в 1934 г., Константин Эдуардович писал: «Мы должны понимать наше будущее и будущее своих изобре-



ний. Мы должны работать во имя нашей славной Родины. Вы, молодые друзья, должны гордиться Родиной так же, как горжусь ею я, старик...учитесь ещё больше. Делайте это с радостью, ни на один час не забывая о будущем нашей великой Родины».

Этот призыв и сейчас актуален и звучит современно.

**ВЫСТАВКА ГОСУДАРСТВЕННОГО МУЗЕЯ ИСТОРИИ  
КОСМОНАВТИКИ ИМЕНИ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО  
«ЭТОТ ДЕНЬ МЫ ПРИБЛИЖАЛИ КАК МОГЛИ»  
В СИСТЕМЕ ПАТРИОТИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ  
МОЛОДЕЖИ**

Ю.В. Туркина, Е.С. Герасимова

На современном этапе в обществе с новой силой востребован культурно-образовательный потенциал музея, музей позволяет расширить возможности образовательных стандартов, являясь вспомогательной базой реализации культурно-образовательной деятельности.

Именно в музее, где собраны уникальные коллекции, создана современная научная экспозиция, основанная на подлинных предметах прошлого, формируется историческое сознание и приобщение молодых людей к культурному наследию.

Собрание Государственного музея истории космонавтики имени К.Э. Циолковского (ГМИК) располагает обширной космической коллекцией, отдельные составляющие которой периодически экспонируются на музейных выставках.

Помимо космической коллекции, в фондах ГМИК находятся биографические материалы, связанные с отдельными деятелями ракетно-космической отрасли, что позволяет создавать тематические выставки.

К семидесятилетию Великой Победы была приурочена выставка «Этот день мы приближали как могли», созданная на основе коллекций музея.

Целью выставки являлось освящение деятельности конструкторов в годы войны. Выставка была представлена несколькими разделами в соответствии с направлениями, с которыми была связана работа будущих деятелей ракетно-космической отрасли военного периода, а именно профессиональная деятельность таких великих людей как: Ю.А. Победоносцев, В.П. Бармин, А. И. Нестеренко, А.М. Исаев, И.А. Меркулов, С.А. Косберг, С.П. Королёв, В.П. Глушко, В.Н. Челом



мей, В.И. Кузнецов, М.С. Рязанский, В.И. Яздовский, Е.А. Карпов и другие.

Основная задача выставки — через познавательную деятельность и эмоциональное восприятие, ещё раз, под новым углом, рассказать о великом подвиге нашего народа в военные годы, на примере жизненного пути и профессиональной деятельности будущих создателей ракетно-космических систем.

Подобная форма организации выставки позволила познакомить посетителей музея, обучающихся в образовательных учреждениях города, с широким кругом вопросов: с личностями конструкторов, их деятельностью в годы войны, их трудовым подвигом.

На сегодняшний день реализация таких проектов, бесспорно, одно из перспективных направлений деятельности музея.

Деятельность ГМИК развивается по пути интеграции с системой образования. Единое культурное образовательное пространство позволит создать особую среду музейной коммуникации и расширит возможности образования.

## **ПЕДАГОГИЧЕСКИЕ ИДЕИ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО В ФОРМИРОВАНИИ ТОЛЕРАНТНОГО ОТНОШЕНИЯ ЛЮДЕЙ ДРУГ К ДРУГУ**

И.В. Иванова, В.А. Макарова, Е.Б. Козлова

«Космическая педагогика», созданная К.Э. Циолковским, представляет для современности большой интерес в плане формирования толерантного отношения людей друг к другу. Созданная К.Э. Циолковским антропокосмическая концепция педагогики раскрывает цели, пути и средства воспитания «совершенного человека», «гражданина Вселенной», обладающего нравственными качествами и «высшим» разумом.

Особенно актуальной проблема формирования толерантности является в современном обществе, в ситуации активизации миграционных процессов.

Ученый раскрывает ценность Человека, его цели и перспективы на Земле и на пути в Космос к достижению счастливого будущего. По убеждению К.Э. Циолковского, смысл жизни и ценность человека, его воспитания, состоит в том, чтобы «сделать как можно больше полезного для людей и стремиться к собственному духовному совершенству». Под словом «душа» он подразумевал «...не отдельное мифическое существо, независимое от тела и якобы оживляющее его, а совокуп-



ность свойств человека», его умственных и нравственных качеств и составляющих духовность личности. При этом Циолковский отмечал, что если у человека отсутствует хотя бы одно из перечисленных выше свойств, то «цена человеку не высокая». К высшим нравственным ценностям К.Э. Циолковский относил такие качества, как совесть, сострадание, великодушие. Ученый отмечал, что все эти чувства должны регулироваться рассудком; именно в этом заключается великая роль воспитания.

К.Э. Циолковский считал, что в самом человеке кроется основной источник зла и страданий, в двойственности его природы, в биологически и социально предопределенной внутренней борьбе добра и зла. С одной стороны — низменные, животные страсти, приносящие человеку страдания. С другой — изначально заложенные в человеке стремление к познанию себя и окружающего мира, к самореализации и самосозданию, к активному участию в разумном, гармоничном преобразовании мира. Кто победит в этой внутренней борьбе во многом зависит, по глубокому убеждению Циолковского, от воспитания и образования человека.

Ученый советовал с раннего детства развивать «полезные» и подавлять у учащихся «дурные» наклонности, такие как зависть, мстительность и другие с помощью «изучения души ребенка, понимания страстей», устранения всех поводов для их проявления. Педагог был уверен, что «в детские годы человека можно многое создать в душе и подавить дурное врожденное».

К.Э. Циолковский много думал о внутренней психической природе человека, о том, как научиться управлять заложенной в ней энергией, «переключать» дурные свойства на полезные для общества и самого человека. Этому он посвятил значительную часть своих работ, таких как «Нирвана», «Ум и страсти», «Свойства человека» и др. Циолковский обращается к историческому опыту человечества, анализирует процесс возникновения тех или иных свойств на разных стадиях развития человеческого общества, пытаясь проникнуть вглубь этого процесса.

Циолковский глубоко верил, что наступит время, когда изменятся взгляды на образование, когда человек будет воспитываться как «гражданин Вселенной», проявляющий заботу о своем «большом доме» — Вселенной, о собственном совершенствовании и развитии. Знание должно «научить жить», задуматься над проблемами бытия и смысла жизни, подходить к их решению с космической точки зрения, так как цель жизни, по Циолковскому, заключается в «устранения всякого зла на Земле».



Педагогические идеи К.Э. Циолковского о воспитании «совершенного человека» могут сегодня стать основой для проектирования и реализации современных средств, методов и приемов формирования толерантного отношения людей друг к другу в опоре на идеалы нравственности, морали, культурных традиций.

*Исследование проведено при финансовой поддержке РГНФ и Правительства Калужской области в рамках научного проекта №15-16-40013 а(р).*

## **ДОПОЛНИТЕЛЬНОЕ КОСМИЧЕСКОЕ ОБРАЗОВАНИЕ — НАСЛЕДИЕ ПЕДАГОГИЧЕСКИХ ИДЕЙ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ УЧЕНЫХ-КОСМИСТОВ**

И.В. Иванова

Обращение к идеям космического образования является особенно актуальным в свете реализации приоритетных идей модернизации образования в РФ. Философские основы и сущность космического образования, основанного на принципах антропоцентризма, можно представить в общем виде следующими постулатами:

- космизм как принцип, лежащий в основе мировоззрения, позволяет рассматривать всё происходящее на Земле в тесном единстве с космическими процессами;

- провозглашение взаимозависимости человека и Космоса, их неразрывности;

- ведущая идея нравственного Всеединства человека, человечества и Вселенной;

- рассмотрение духовно-нравственного воспитания как условия взращивания гражданина Вселенной;

- провозглашение человека как существа разумного и созидającego, который выступает во Вселенной как сила, способная на основах разума и нравственности преобразовывать природу и воздействовать на динамику космической эволюции;

- придание личности самосозидающей функции, рассмотрение человека как ключевой единицы саморазвития через познание Вселенной;

- определение творчества и саморазвития в качестве важнейших факторов эволюции, призванных вести мир к совершенству и гармонии,

- придание космической направленности процессу преобразования человеком самого себя, своей духовной, нравственной природы;

- провозглашение идеи воспитания детей в духе «всекос-



мического единства на основах нравственности»;

– определение в качестве ведущей задачи космического образования создание условий для того, чтобы сделать человека высоко разумным и нравственным, а значит и более совершенным и счастливым.

Педагогические взгляды представителей русского космизма (К.Н. Вентцеля, А.В. Сухово-Кобылина, Н.А. Умова, К.Э. Циолковского, В.И. Вернадского, А.Л. Чижевского, Н.Ф. Федорова, А.К. Горского, Н.А. Сетницкого, Н.Г. Холодного, В.Ф. Купревича, А.К. Манеева, Е.Л. Прасоловой и др.), сближает с современными идеями сопровождения саморазвития личности в части:

– рассмотрения личности как самоценности, экзистенциальной сущности;

– придания приоритета в развитии личности самопроцессам (самопознание, саморазвитие, самоактуализация, самосовершенствование, самопрогнозирование);

– признания ведущей роли в саморазвитии личности формированию духовно-нравственных ценностей, смысло-жизненных ориентаций;

– провозглашения условно-позитивного взгляда на личность, вызывающего необходимость создания благоприятных условий для актуализации и развития потенциальных возможностей человека.

Эти идеи в различных сочетаниях можно найти в современных концепциях личностно-ориентированного образования, развивающего обучения, гуманистического воспитания, сопровождения саморазвития личности.

Современной уникальной образовательной практикой и наследием педагогических идей ученых-космистов, является дополнительное космическое образование, заключающее в себе: а) идеи космического образования; б) вариативность и развивающие возможности дополнительного образования; в) целевую установку на саморазвитие личности и самодвижение в деятельности. Методологической основой дополнительного космического образования является опора на идеи философии антропокосмизма, обращенной к внутренним истокам активности человека, его образу «Я», экзистенциальный подход к пониманию личности

Организаций космического образования в настоящее время насчитывается немного: Боровская ноосферная школа, Новосибирский космический лицей, космическая школа-лицей имени В.Н. Челомея города Байконур, Международная космическая школа, Школа свободного воспитания пос. Черноголовка Московской области, Центр ди-



станционного образования «Эйдос». Содержание деятельности организаций космического образования построено с учетом реализации идей космического образования. Во многих из них построена система сотрудничества с образовательными организациями разных типов и видов через реализацию инновационных образовательных проектов космической направленности, что позволяет вовлечь большое количество детей в практику общего и дополнительного космического образования.

Особенно отметим деятельность Детско-юношеского центра космического образования (ДЮЦКО) «Галактика» города Калуги, который представляет собой практическое воплощение идей космического образования в сфере дополнительного образования детей. Ведущими задачами деятельности образовательной организации является пропаганда среди школьников знаний о космосе, организация среди них учебно-исследовательской, социально-педагогической, художественной и технической деятельности с целью стимулирования духовно-нравственного роста, развития научно-технического образа мышления, интеллектуального и творческого потенциала. Обучающиеся принимают участие в многочисленных инновационных образовательных проектах, организатором которых является ДЮЦКО «Галактика» в рамках сетевого сотрудничества «школа – ДЮЦКО «Галактика».

Дополнительное космическое образование имеет возможность, обладая ресурсами вариативности в образовании, космической экзистенциальной содержательной и идейной составляющей, создать условия для раскрытия индивидуальности каждого ребенка и обеспечить возможность самопродвижения в личностном, а затем и в профессиональном плане.

## **АЗЫ НАУКИ ПОСТИГАЕМ В ШКОЛЕ**

Т.В. Ахлебинина

Наш великий земляк К.Э. Циолковский проложил дорогу в космос. С раннего детства он занимался самообразованием, постигал основы наук. Когда он работал в школе учителем математики и физики, он находил время выдвигать гипотезы, заниматься ракетомоделированием. В небольшом домике на берегу Оки у него возникли гениальные идеи о полете человека в космос. Его мечты стали сегодня реальностью.

Меняются времена, меняются люди. Современная система образования способствует тому, что учащиеся могут заниматься основами научной работы непосредственно в школе. Не все учащиеся проявляют



интерес к науке, но этот интерес можно формировать целенаправленно. В каждом человеке заложен большой созидательный потенциал. Еще Сократ писал: «В каждом человеке солнце. Только дайте ему светить». Большой созидательный потенциал может «спать» в течение всей жизни человека, интеллектуальные и творческие способности могут так и не раскрыться даже в глубокой старости.

Жажда открытия, стремление проникнуть в самые сокровенные тайны бытия рождаются еще на школьной скамье. Уже в начальной школе можно встретить таких учеников, которых не удовлетворяет работа со школьным учебником, им неинтересна работа на уроке, они читают словари и специальную литературу, ищут ответы на свои вопросы в различных областях знаний, часто задают вопросы учителю. Поэтому так важно именно в начальной школе выявить всех, кто интересуется различными областями науки и техники, помочь претворить в жизнь их планы и мечты, вывести школьников на дорогу поиска в науке, в жизни, помочь наиболее полно раскрыть свои способности.

Для выполнения этой задачи в МБОУ «Средняя общеобразовательная школа №13» г. Калуги в 1997 г. было открыто школьное научное общество учащихся. Оно получило название «Альфа Центавра». Название было выбрано коллегиально и поддержано всеми учащимися, членами научного общества.

«Альфа Центавра» — это далекая звезда, но она одна из самых загадочных. Во-первых, она самая близкая и самая красивая из звезд. Во-вторых, звезда двойная, состоящая из двух желтых звездочек. В-третьих, звезда даже тройная, третий компонент немного отстоит от двух желтых звездочек. Название произошло от слова «кентавр» — это существо, причудливым образом сочетающее в себе коня и человека. Это символично, так как и в школьной исследовательской деятельности необходимо сочетание разных качеств.

Торжественное открытие общества было поручено провести выпускникам-одиннадцатиклассникам, которые имели высокие научно-исследовательские результаты.

В том же году была сформулирована цель НОУ: помочь учащимся совершенствовать знания, развивать интеллект, приобретать умения и навыки научно-исследовательской работы под руководством учителей, преподавателей ВУЗов и других специалистов.

Эта цель актуальна и сегодня, хотя она и немного изменилась на протяжении всех лет существования школьного научного общества: дать каждому ученику возможность развить свой интеллект в самостоятельной творческой деятельности с учетом его индивидуальных особенностей, склонностей и интересов. При этом существует главное



правило участия в научно-исследовательской деятельности учеников: никакого принуждения и насилия над личностью ребенка. Личный интерес, личная увлеченность — пропуск в научное общество.

Какое значение для учащихся имеет школьное научное общество? Оно дает возможность осознать свою значимость, свою принадлежность к большой науке, знакомит с методами научной и творческой работы, развивает познавательный интерес, любознательность, учит общению со сверстниками и единомышленниками, дает возможность принимать участие в научных экспериментах и исследованиях. Но самое главное — создает учащимся ситуацию успеха, Делая первые шаги в науку, учащиеся получают первые значимые результаты.

## **РОЛЬ ПЕДАГОГА В РАСКРЫТИИ ПОТЕНЦИАЛА ЛИЧНОСТИ РЕБЕНКА**

Н. И. Чудакова

В настоящее время — время стремительного развития технологий, внедрения инноваций, педагог дополнительного образования стоит перед острой необходимостью поиска новых активных способов обучения и внедрения их в свою деятельность. Принимая инновации, важно четко понимать на каких ценностных ориентирах они базируются, какие результаты будут достигнуты в результате применения. Педагог должен обладать достаточной компетенцией, чтобы правильно использовать новшества в образовательной среде.

Имя Константина Эдуардовича Циолковского относится к той плеяде научной элиты России, которые, по мнению отечественных учёных, мечтали о лучшей жизни людей на земле и совершенстве мироустройства. Историческое значение, содержание и масштаб развиваемых ими идей ставили этих людей в один ряд с величайшими мировыми умами и обрекали носить звание великих.

По глубокому убеждению мыслителя главная задача педагогической аксиологии (аксиология изучает вопросы, связанные с природой ценностей, их местом в реальности и структурой ценностного мира, то есть о связи различных ценностей между собой, с социальными и культурными факторами и структурой личности) заключается в решении вопросов, связанных с целеполаганием, определением приоритетной системы ценностей. В связи с этим Циолковский призывал более глубоко заниматься разработкой целей образования и воспитания с учётом как вечных фундаментальных «земных» проблем жизни человека, так и «высших», космических. В созданной им антропокосмиче-



ской концепции учёный развивал мысль о том, что от того, какие идеалы и ценностные ориентиры будут сформированы в человеке, зависит не только судьба каждого, но и всего человечества, судьба всей Вселенной, так как будущее человека самым тесным образом связано с освоением космического пространства, и совсем не безразлично, какие нравственные ценности он понесёт с собой в космос, чем будет руководствоваться в процессе своей преобразовательной деятельности.

Так, в разработанной мной программе «Космознайка», наряду с естественнонаучными основами программы, значительное место отводится именно нравственному аспекту — воспитанию, закладыванию морально-этических норм личности ребенка. Вследствие чего происходит постоянное совершенствование и развитие форм организации занятий и методов обучения, совершенствование структуры — программа приобрела модульность, ориентирована на разные способы реализации.

Для стимулирования большего интереса детей старшего дошкольного и младшего школьного возраста к познаниям в области космической и астрономической тематики была разработана настольная игра «Сквозь Вселенную». Новизна этого способа организации занятия в том, что дети принимали непосредственное участие в создании игрового поля, знакомясь с разными объектами Вселенной и терминологией, а также создавали свои оригинальные, авторские фишки для перемещения по полю, т. е. осуществления ходов во время игры.

Для учащихся начальных классов было предложено подготовить работы на Всероссийскую конференцию обучающихся «Шаги в науку – Калуга». Большую роль в организации этой работы приняла участие учитель начальных классов «Средней общеобразовательной школы №21» Калуги Суворова Наталия Владимировна и родители детей, участников проекта. В течение года ребята работали над темой проекта. Идея заключалась в том, чтобы выяснить какие представления современные дети имеют о возможных внеземных цивилизациях и формах жизни на других планетах. Опираясь на описания данной темы в научной литературе, на сайтах интернета, ознакомившись с идеями К.Э. Циолковского, который говорил: «Сначала неизбежно идут: мысль, фантазия, сказка, а за ними шествует точный расчет», дети подготовили доклад для своих сверстников, а затем попросили одноклассников принять участие в анкетировании и наглядно изобразить внеземные формы жизни.

Описание исследования и результатов работы были представлены на конференции обучающихся. Дети получили возможность выступить перед аудиторией слушателей, приобрели начальный опыт



публичных выступлений, по итогам работы секции получили дипломы лауреатов конференции.

Задача педагога состоит в том, чтобы иметь возможность постоянно совершенствовать свое мастерство, чтобы раскрывать в детях таланты, о которых они даже не подозревали.

Выдвинутые К.Э. Циолковским категории и ориентиры, их сущностное содержание имеют прямое отношение к сфере образования, дают возможность прогнозировать пути дальнейшего развития, познания личности и решать тесно связанные с этим вопросы формирования «совершенного человека». В своих работах он затронул множество важных проблем, связанных с созданием условий для обучения одаренных детей, разработкой философских основ содержания образования «Гражданина Вселенной» и др.

Как завет учителя звучит его обращение к молодежи, которую он считал «наиболее восприимчивой ко всему новому и необычному». «Мы пока мало знаем, — писал он, — но нас ждут бездны открытий и мудрости. Будем жить, учиться, чтобы получить их и царствовать во Вселенной».

## **ИНТЕРАКТИВНАЯ ЭКСПОЗИЦИЯ НЕМЕЦКОГО МУЗЕЯ ТЕХНИКИ: ПРОШЛОЕ И СОВРЕМЕННОСТЬ**

Е.В. Архипцева

В настоящее время традиционная система российского образования переживает устойчивый кризис, в то время как в западных странах накоплен большой опыт, значительный запас идей и нестандартных подходов в работе с учащимися. Опыт этот связан с культурно-образовательной деятельностью музеев, экспозиция которых рассматривается в качестве широкого обучающего потенциала. Приняв за основу опыт западных стран (прежде всего, США и Германии), музейная педагогика в нашей стране стала выходить на новый уровень, музеи серьезно взяли курс на образование. Особое значение приобрела система взаимодействия музея и школы, и все больше музеев стремятся стать новыми объектами музейной педагогики, образовательными центрами молодежи. Между тем, аспекты образовательной деятельности молодежи одним из первых не только поднял, но и успешно решал в самом начале XX века Немецкий музей техники в г. Мюнхен (Германия).

Музейная педагогика Германии зародилась в недрах реформы образования конца XIX – начала XX веков, поиски путей преодоления



кризиса привели к возникновению новых педагогических теорий, педагогики личности, главной целью которой стало развитие индивидуальности ребенка. Были сформулированы идеалы нового образования, которые повлияли на музейное образование. Музейная педагогика стала ведущим направлением в деятельности музеев. За основу была взята музейно-педагогическая концепция Г. Кершенштейнера (1854–1932), педагога и музейного деятеля, одного из создателей Немецкого музея шедевров естествознания и техники (ныне Немецкий музей техники). Кершенштейнер предложил новый метод диалога с посетителем и, прежде всего, с детьми. Ребенок не только должен видеть экспонаты, он должен сам открывать знания, исходя из своих индивидуальных потребностей и интересов. Поэтому важное место в музее отводилось интерактиву — живому общению музейной аудитории с экспонатами.

В создании Немецкого музея техники, который сегодня является гордостью Германии, участвовал целый ряд выдающихся ученых, технических обществ и промышленников разных стран. Коллекция музея начала формироваться в 1903 г. Согласно исследованиям Е.Б. Медведевой, торжественное открытие музея состоялось в 1925 г., к торжествам по случаю открытия был выпущен сборник «Немецкий музей. История. Задачи. Цели» с опубликованной в нем концепцией Кершенштейнера. Однако в статье инженера А. Ширмана, заведующего воздухоплавательным отделом музея, опубликованной в 1910 г. в журнале «Вестник воздухоплавания» (журнал хранится в личной библиотеке К.Э. Циолковского), говорится о том, что музей, снискавший «самую широкую популярность далеко за пределами Германии», распахнул двери осенью 1906 г. Весной 1910 г. в музее открыли отдел воздухоплавания. Отдел был настолько огромен, что вполне заслуживал названия «Музея воздухоплавания».

Экспозиция музея, построенного по принципу «от простого к сложному», протянулась на 16 км. Сотрудники музея свою деятельность напрямую связывали с творчеством Кершенштейнера, сделавшего большой шаг по пути развития музейной педагогики. Если его предшественники образовательные задачи решали с помощью лекционно-просветительской работы, расширения временных рамок доступности, то теперь основой музейной коммуникации признавалась экспозиция, построенная по педагогическому принципу: соответствие логике базовой науки, уровню восприятия посетителя и целям обучения. Поэтому тематика экскурсий разнилась в зависимости от интереса посетителей: ремесленников, студентов, школьников, учителей. Второй большой заслугой Кершенштейнера стал принцип наглядности. Сформированный педагогами XVIII века в Немецком музее этот прин-



цип получил широкое развитие. Вместо пассивного восприятия посетителю, ребенку была предложена активная творческая деятельность. Этому служили интерактивные экспонаты, действующие модели и другие средства, активизирующие восприятие музейного предмета. Впервые в музее были установлены модели, приводимые в действие посетителями. Как тут не вспомнить педагога К.Э. Циолковского, который руководствовался принципом наглядности, полагая, что опыты на уроках физики способствуют лучшему усвоению нового материала, развитию творческих способностей, возбуждают любознательность.

За 110 лет с открытия музея наука не стояла на месте, техника развивалась, появились новые научные направления, а значит и новые разделы экспозиции.

Сегодня Немецкий музей техники действительно выступает в качестве современной образовательной среды, где делаются ставки на развитие представлений о мире, широко практикуются формы познания, обучение становится осмысленным, в соответствии с чувственным опытом ребенка. Примеров тому в экспозиции множество. В каждом из ее разделов имеются интерактивные экспонаты. Погружаясь в музейную реальность, можно получить представление о мире, начиная с первых известных человеку орудий труда до полета в космос. Касаясь интерактивных форм работы с экспонатами в целом, можно выделить такие формы, как обучение, развитие познавательных интересов, творческих и коммуникативных способностей, взаимодействие взрослого и ребенка в процессе игровой деятельности. Любой категории посетителей в музее найдется занятие по душе, а детям — в особенности, в том числе самым маленьким, с нулевого возраста, экспозиция для которых размещается в цокольном этаже здания.

Поиск новых подходов в сфере образовательной деятельности должен быть связан не только с информационными технологиями — системами мультимедиа, которые в последние годы широко внедряются в отечественных музеях, они не могут заменить живое общение посетителя с реальными экспонатами. Этот поиск даст большой результат, если российские специалисты будут учитывать мировой опыт.



**МЕСТО ГОСУДАРСТВЕННОГО МУЗЕЯ ИСТОРИИ  
КОСМОНАВТИКИ ИМЕНИ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО  
В ИНСТИТУЦИОНАЛЬНОЙ СИСТЕМЕ  
ГРАЖДАНСКО-ПАТРИОТИЧЕСКОГО ВОСПИТАНИЯ  
ДЕТЕЙ И МОЛОДЕЖИ**

А.А. Астахова

В настоящее время, когда в российском обществе наблюдаются значительные перемены во всех сферах жизни, вопрос гражданско-патриотического воспитания детей и молодежи является одним из приоритетных. Сегодня как никогда становится ясно, что без воспитания у подрастающего поколения патриотизма и гражданственности ни в экономике, ни в культуре, ни в образовании мы не сможем уверенно двигаться вперед.

В Постановлении Правительства Российской Федерации «О государственной программе «Патриотическое воспитание граждан Российской Федерации на 2011–2015 гг.» отражен современный взгляд на государственную политику, касающуюся патриотического воспитания. Патриотизм призван служить духовному оздоровлению нации, формированию у россиян гражданской ответственности, нравственных ориентиров. Гражданско-патриотическому воспитанию детей и молодежи следует уделять особое внимание, поскольку детство и юность — самая благодатная пора для формирования гражданской активной позиции, социально значимых качеств личности.

Большую роль в гражданско-патриотическом воспитании детей и молодежи играет Государственный музей истории космонавтики имени К.Э. Циолковского. Богатая экспозиция музея, освещающая историю отечественной космонавтики, творчество основоположника теоретической космонавтики К.Э. Циолковского, творцов ракетно-космической техники, трудовой подвиг советских, российских ученых, конструкторов, благодаря которым наша страна первой осуществила прорыв в космос, достижения отечественной космонавтики, знаменательные события и памятные даты являются могучим наглядным средством патриотического воспитания и обладают огромным образовательно-воспитательным потенциалом. Экскурсии, выставки, образовательные проекты и программы, лекции на базе уникальных музейных экспонатов помогают молодому поколению глубже познать историю своей страны, биографию и научные труды выдающихся деятелей в области ракетно-космической техники и космонавтики, лучше усвоить славные страницы героического прошлого, которыми россияне по праву гордятся: запуск первого в мире искусственного спутника Земли,



первый полет человека в космос (Ю.А. Гагарин), первый выход в открытый космос (А.А. Леонов), первая женщина-космонавт (В.Н. Терешкова), первая орбитальная станция («Салют») и многое другое. Знакомство с музеем способствует подъему духа патриотизма, вызывает чувство гордости за свою Родину. Все эти аспекты гражданско-патриотического воспитания сегодня являются мощной движущей силой преобразовательной деятельности граждан, в основе которой - идея служения Отечеству.

### **УЧЕБНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАК СРЕДСТВО ПРОФОРИЕНТАЦИИ СТАРШЕКЛАССНИКОВ НА ПРИМЕРЕ ДЕТСКО-ЮНОШЕСКОГО ЦЕНТРА КОСМИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ ГОРОДА КАЛУГИ «ГАЛАКТИКА»**

А.В. Степанова, Е.В. Арсенюк

В своих трудах ученый и педагог К.Э. Циолковский успешно решал проблемы образования и воспитания. Его идеи актуальны в образовании и воспитании детей и в настоящее время, в том числе и в системе дополнительного образования. Необходимость профориентации определяется и в федеральном государственном образовательном стандарте (ФГОС) основного общего образования нового поколения, где отмечается, что школьники должны ориентироваться в мире профессий, понимать значение профессиональной деятельности в интересах развития общества.

Дополнительное образование, обладая огромными потенциальными возможностями, также как и основное, помогает обществу формировать профессиональную элиту, выявляя и поддерживая талантливых и одаренных детей. В системе дополнительного образования заложено сочетание досуга и различных форм образовательной деятельности, одной из которых является учебно-исследовательская. Данный вид деятельности направлен на решение обучающимися конкретных задач, имеющих личностную и практическую значимость. В результате у детей приобретаются знания и формируются умения проведения исследований, что положительно сказывается на дальнейшем самоопределении и саморазвитии личности.

Следует отметить, что введение учебно-исследовательской деятельности в образовательный процесс требует внесения корректив в содержание и формы программ дополнительного образования с учетом психологической предметной избирательности и качественной специ-



фики умственного развития, научно-исследовательской деятельности ребят, основными направлениями которой являются: информационно-реферативное исследование (анализ различных источников научной информации, наблюдение и описание процессов и явлений); проектно-проблемное исследование (разработка, представление и защита проекта, изучение архивных и других источников информации, формулировка собственных выводов); учебно-экспериментальное исследование (проведение собственного эксперимента с обоснованием результата на основе фундаментальных знаний, сотрудничество с кафедрами вузов).

В МБОУ ДОД «ДЮЦКО «Галактика» г. Калуги разработана программа по развитию учебно-исследовательской деятельности у старшеклассников, которая позволяет выявить профессиональные склонности. Ее цель — создание условий для развития интеллектуально-творческих способностей детей через организацию совместной исследовательской деятельности обучающихся и педагогов. В программу входят ряд мероприятий аэрокосмической направленности различного уровня: городские интеллектуально-творческие турниры «Кто Вы, профессор Чижевский?» и «Известный и неизвестный Циолковский», городская космическая олимпиада, спортивно-технические соревнования по летающим моделям и ракетно-модельному спорту, городские конференции учащихся памяти К.Э. Циолковского и А.Л. Чижевского, ежегодный фестиваль школьных научных объединений, всероссийские конференции учащихся «Юность. Наука. Космос» и «Шаги в науку. Калуга».

Наибольшей популярностью среди детей пользуются турниры. Они представляют собой игру-путешествие команд-участников по станциям. Целью проведения турниров является привлечение обучающихся к познавательной-творческой деятельности в области математики, физики, космонавтики, краеведения, истории и философии, экономики, химии, практической биологии и медицины, художественного, литературного и музыкального творчества. Достижению поставленной цели отвечают следующие задачи:

- развивать творческие и интеллектуальные способности детей на основе знаний о К.Э. Циолковском и А.Л. Чижевском, полученных на уроках, факультативных занятиях, экскурсиях, мероприятиях, посвященных жизни и деятельности этих великих людей;
- воспитывать умение общаться с другими людьми, проявлять доброжелательность и взаимовыручку в составе команды;
- стимулировать познавательную активность в урочное и внеурочное время.



В заключение следует отметить, что организация профильного обучения позволяет обеспечить развитие обучающихся, которые должны научиться жить и действовать в современных условиях.

Выявление индивидуальных склонностей у детей средствами внеурочной деятельности в будущем могут стать основой их успешной профессиональной деятельности.

## **УНИКАЛЬНЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ ФОТО-ВИДЕО АРХИВ**

А.В. Травин

Формирование фото-видео архива началось в 2010 г. С тех пор удалось поучаствовать в организации и осуществить фото-видео-съемку целого ряда интереснейших мероприятий космической направленности, встретиться с выдающимися деятелями космической отрасли, побывать в местах, связанных с космической историей нашей страны.

Архив содержит:

- материалы научно-практических конференций, посвященных наследию К.Э. Циолковского, А.Л. Чижевского, 2010–2015 гг.;

- Чтений, посвященных памяти С.П. Королева, Ю.А. Гагарина, 2010–2015 гг.;

- интеллектуально-творческих экспедиций в ЦУП (Центр управления полетами) и ЦПК (Центр подготовки космонавтов) г. Москва, 2013–2014 гг., а также поездки на космодром «Байконур» (Республика Казахстан) в 2014 г.;

- экспедиций и экскурсий в город Гагарин с посещением Музея Первого полета, Музея Ю.А. Гагарина, Дома-музея Гагариных в д. Клушино, 2013–2014 гг.;

- экспедиций в наукоград Троицк, с посещением музея «Физическая кунсткамера», 2014 г.

Большой интерес представляют материалы, связанные с проектом «CAN SAT» и «Школьный спутник» в 2012–2015 гг., по построению и запуску учебных спутников. Видео-фотосъемка проводилась как в НИИЯФ МГУ г. Москва, который курирует этот чемпионат, так и на аэродроме в п. Грабцево г. Калуга, где выполнялись пуски ракет.

Одной из ярких страниц нашей коллекции являются материалы по проекту «Земля в объятиях Вселенной». Проект связан с применением космических фотографий в дизайне женского костюма (2013–2014 гг.).



Особое место занимают материалы встреч с космонавтами А.И. Лазуткиным, В.А. Джанибековым, А.А. Леоновым, С.К. Крикалевым, С.А. Волковым, И.Р. Прониной, В.П. Савиных, А.А. Серебровым, С.Н. Ревиним, а также водителем лунохода В.Г. Довганем.

Мы храним подборку радиопередач «Калуга и космос» с участием наших воспитанников.

Отдельным большим блоком идет видеосъемка торжественных мероприятий, посвященных 50-летию полета Ю.А. Гагарина в г. Калуге (2011 г.).

В видео-коллекции представлены концерты калужского музыканта Павла Овчара, который пишет космическую музыку и неоднократно выступал в Государственном музее истории космонавтики имени К.Э. Циолковского. 2013–2014 г.

Фотографировались мероприятия, посвященные юбилею Калужского филиала НПО им. С.А.Лавочкина (2014 г.).

Фото-видеостудия «Галактика» осуществляет реализацию различных авторских проектов:

1. Видео-зарисовка «Дорога в космос начинается с детства», 2012 г.

2. Документальный фильм «Чюрленис и Чижевский — созвучие творчества», 2013 г.

3. Видео-спектакль «Маленький принц», 2014 г.

4. Документальный видео-фильм «Душа русской победы», посвященный 70 -летию Великой победы, 2015 г..

С нового 2015–16 учебного года видео-фотостудия «Галактика» планирует заниматься не только документальным и учебным кино, но и мультипликацией, а также организацией и проведением мастер-классов по освоению искусства фотографии и кино.

Основная часть фото-видеоматериалов хранится в ДЮЦКО «Галактика» на отдельном накопителе. Небольшая часть архива размещается на сайте ДЮЦКО «Галактика» и иллюстрирует работу центра.

Материалы фото-видеоархива доступны не только воспитанникам центра «Галактика», но и представителям других учебных заведений г. Калуги. Они используются для создания учащимися учебно-исследовательских работ, презентаций и фото-видео проектов, связанных с космической тематикой. Этот архив является хорошей ресурсной базой, помогающей развитию космической педагогики в нашем городе.



## ТЕАТРАЛЬНАЯ ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ КАК ВИД ДЕТСКОГО ТВОРЧЕСТВА И ОСНОВА ПРОФОРИЕНТАЦИИ

Р.В. Вышегородских

Задачи модернизации современного образования требуют развития самостоятельности, инициативы и творчества детей во всех областях их деятельности.

У каждого человека заложен творческий потенциал но, к сожалению, он часто остаётся нереализованным. У творческого ребенка лучше развивается эмоциональная сфера, самостоятельность и инициативность. Эмоциональное раскрепощение ребенка, обучение чувствованию и художественному воображению, снятие комплексов – возможно через игру, фантазирование, инсценизацию, которые происходят в процессе театральной деятельности.

Творческие задатки у разных детей разные. Они зависят от свойств нервной системы, ее «пластичности», эмоциональной чувствительности, темперамента и во многом определяются наследственностью. Кроме того, влияние на развитие способностей к творчеству оказывает среда, окружающая ребенка, педагог и его особая технология обучения. С древних времен различные формы театрального действия служили самым наглядным и эмоциональным способом передачи знаний и опыта в человеческом обществе. Театр — это целая система воздействия на человека, благодаря которой, в совокупности с другими факторами формируется разносторонне развитая и гармоничная личность.

В настоящее время во многих учебных заведениях существуют театральные коллективы, объединяющие детей разных возрастов. В детско-юношеском центре космического образования «Галактика» города Калуги плодотворно работает театральная студия «Буратино», в которой занимаются учащиеся от 7 до 16 лет. Специально для этой студии была разработана образовательная программа дополнительного образования детей «Волшебный мир театра». Обучение по данной программе способствует развитию у обучающихся наблюдательности, фантазии, эмпатии, речи, познавательного интереса, творческих способностей, навыков адаптации в детском коллективе.

Театральное искусство изучается через игру, что способствует развитию творческих способностей, умения выразить себя, умения общаться. Одним из способов творческого, эмоционального игрового взаимодействия у обучающихся стала кукла. Именно эта игрушка, помогает обучающемуся максимально раскрыть свои творческие способ-



ности. Во время проведения занятий используются различные виды кукол.

В студию «Буратино» обучающиеся попадают без специального отбора, с различным уровнем эмоционального и интеллектуального развития. Задача педагога помочь обучающимся научиться прислушиваться к другим, правильно выстраивать и выражать свои мысли, контролировать свои эмоции, преодолевать внутренние и внешние зажимы, скованность.

В результате освоения программы обучающиеся овладевают приёмами аутотренинга и релаксации; оптимальным объемом тренировочных упражнений; работы с текстом, с ролью; оформления словесного действия в спектакле; применения сценической пластики в соответствии с ролью; общения с партнером в процессе выполнения творческой задачи с использованием речевых единиц; ораторского мастерства; реализации своих способностей и потребностей посредством работы над ролью; поиска верного поведения в предлагаемых обстоятельствах; успешного выступления в спектакле; разработки сценариев и проведения праздников; помощи младшим участникам коллектива в работе над ролью.

В ходе реализации программы используются методы и приемы, способствующие развитию творчества детей и их дальнейшей профориентации: различные упражнения, постановки этюдов, мини-спектакли, пантомима, игры и т.д.

Дети традиционно принимают участие и имеют награды в конкурсах различного уровня: являются неоднократными победителями городских фестивалей «Знакомьтесь: юные театралы», городских конкурсов – фестивалей «Лучики надежды», областных фестивалей театрально-музыкального творчества «Сотворчество», областных фестивалей творчества юных «Таланты и поклонники», международного фестиваля-конкурса «Звёзды нового века» и международного конкурса — фестиваля «Весна Победы».

Для ребят занятия в театральной студии являются не только способом организации и проведения досуга, но и служат основой для профориентации.

Некоторые обучающиеся поступили в колледжи и училища культуры, планируют свою профессиональную жизнь связать с театральным искусством.



## ХУДОЖЕСТВЕННОЕ ТВОРЧЕСТВО — ПУТЬ К МАСТЕРСТВУ

Л.И. Калинина

Художественное творчество — это процесс человеческой деятельности, создающий новые материальные и духовные ценности. Творчество — это наше вдохновение. Гениальные идеи К.Э. Циолковского, основоположника современной космонавтики, позволяют и в настоящее время включиться ребенку в творческие процессы, используя все достижения науки и техники.

Мастерство — это высокое искусство, исключительное умение, в какой ни будь области. Чтобы стать мастером своего дела, следует запастись терпением, это очень долгий и кропотливый труд. Коротких путей здесь быть не может. Перед педагогами должна стоять цель, и они должны идти к этой цели длинной дорогой не сворачивая и не срезая путь. Только, справившись со всеми этапами развития и самосовершенствования, педагог становится мастером. Дорога к мастерству легкой не бывает.

Чтобы раскрыть и развивать творчество детей в полной мере, нужны определенные условия. Условия, такие как раннее и умелое обучение и создание творческой атмосферы. Именно в дошкольном возрасте закладываются основы творческой деятельности ребенка.

Еще Аристотель отмечал, что занятие рисованием способствует разностороннему развитию ребенка. Наиболее эффективное средство для развития художественного творчества детей — это дополнительное образование.

МБОУ ДОД «ДЮЦКО «Галактика» г. Калуги специализируется на проведении развивающих занятий для детей различного возраста.

Основными задачами Центра является реализация дополнительных программ и услуг в интересах личности, общества, государства, обеспечение необходимых условий для разностороннего личностного развития, адаптации к жизни в обществе, профессионального самоопределения и творческого труда учащихся в возрасте от 6 до 18 лет, развитие их мотивации к познанию и творчеству, формирование общей культуры и здоровых образам жизни, организация содержательного досуга. В «ДЮЦКО «Галактика» работает 199 объединений по шести направленностям: научно-техническая, спортивно-техническая, естественнонаучная, эколого-биологическая, социально-педагогическая, художественно-эстетическая, в которых занимается около 2800 учащихся. Наиболее востребованными на протяжении пяти лет являются объединения художественно-эстетической направленности. В региональную программу развития образования Калужской области



включена программа «Аэрокосмическое образование школьников». Аэрокосмическое направление деятельности учреждения является основным, что позволило создать сеть инновационных образовательных проектов: «Космический букварь», «Пластилиновая живопись», «Волшебный карандаш» и пр.

Педагоги понимают — важно с первых шагов учить ребенка правильно распределять внимание. Дети не все одинаково работоспособны, есть медлительные, и есть небрежные в работе. Педагогу необходимо искать индивидуальный подход. Первая тема дает возможность определить имеющийся у детей опыт деятельности: умение наблюдать, сравнивать, правильно владеть приемами работы с материалами и инструментами. В процессе работы с бумагой, рисования, лепки ребенок испытывает разные чувства: радуется красивому изображению или огорчается, если что-то не получилось. Важно помнить о том, что ребенка нужно хвалить и разделять с ним радость любых достижений.

Любой воспитанник Центра гордится своими результатами. Усвоить этот опыт без помощи педагога, он не может, именно педагог носитель этого опыта. Очень медленно и постепенно умение растет, и дети сами удивляются своей умелости.

Перед ними открываются новые горизонты, на каждом уровне ожидают новые открытия. Очередное занятие обязательно должно включать новые знания и новые умения. Процесс приводит к уникальным результатам. Видов творчества очень много, но главное проявлять личный интерес и желание добиться высокого мастерства. Совершенствоваться можно сколько хочешь. В любой области имеются более высокие уровни, которые могут вдохновлять на движение вперед.

## **ФОРМИРОВАНИЕ ДУХОВНОСТИ МОЛОДЕЖИ В ПРОЦЕССЕ ОБЩЕНИЯ**

А.В. Золотов

Проблемы духовного возрождения стали сегодня одними из существенных в социально-экономическом преобразовании общества, и понимание необходимости духовно-нравственного оздоровления социальной жизни становится характерным для массового общественно-го сознания.

Современной социокультурной ситуации в стране свойственны тенденции нарастания бездуховности, проявляющейся как в отношении к жизненным проблемам, к культуре, к образованию, так и в пове-



дении, во взаимоотношениях в молодежной среде. Деморализационные процессы в обществе, кризис духовности, культ легких денег и наслаждений, которые к тому же навязываются средствами массовой информации, создали осложненную ситуацию воспитательной деятельности образовательных учреждений.

В трудах К.Э. Циолковского проблемы развития духовности нашли отражение в сформулированном им принципе единства духа и материи, который заложен в основе космической философии.

Духовное в концепции К.Э. Циолковского имеет три основных аспекта. Оно выступает как высшее нематериальное (трансцендентное); как примитивное психическое свойство — основа психики; как совокупность определенных свойств сознания совершенного человека. Удивительным образом понятие духа и духовного в доктрине Циолковского в одной своей части совпадает с христианским, а в другой — с марксистско-ленинским. Хотя стоит отметить, что содержание сознания совершенного человека Циолковского отличается от содержания нравственного кодекса строителя коммунизма — отличается широтой, всеохватностью мирового целого, вселенским масштабом ответственности.

Ориентация внимания молодежи в процессе общения на темы духовно-материальных проблем жизнедеятельности с опорой на идеи К.Э. Циолковского по поводу различных аспектов духовно-материального единства мира, в контексте вопросов о том, каким образом применимы понятия духовного и материального к различным сферам современного общества и жизнедеятельности, может способствовать активизации мышления и общения молодежи, а также формированию в процессе общения гуманности и ценностно-смысловой сферы.

## **УЧИТЕЛЬ ОБ УЧЕНИКЕ**

О.В. Сёмочкина

Широко известны мемуары А.Л. Чижевского о К.Э. Циолковском, публиковалась и переписка двух ученых. Но оставалось неизвестным, что К.Э. Циолковский писал о своем младшем друге и ученике. Были известны две статьи К.Э. Циолковского: одна в защиту книги А.Л. Чижевского «Физические факторы исторического процесса», другая — благодарность за выпуск книг «Ракета в космическое пространство» и «Физические факторы исторического процесса», опубликованные весной 1924 г. в Калуге. В книгах и журнальных статьях К.Э. Циол-



ковского существуют упоминания о А.Л. Чижевском и отрывки из его писем.

Статьи можно условно разделить на темы:

1) две статьи о книге А.Л. Чижевского «Физические факторы исторического процесса»;

2) упоминания о А.Л. Чижевском в книге К.Э. Циолковского «Исследование мировых пространств реактивными приборами» (А.Л. Чижевский упомянут дважды: под своей фамилией и под псевдонимом Алчевский);

3) четыре отрывка из писем А.Л. Чижевского (6 марта 1925, 1928, авг. 1929, 3 окт. 1930) в книгах К.Э. Циолковского «Причина космоса», «Давление на плоскость при ее нормальном движении в воздухе», «Дирижабли» (Калуга), а также ответы К.Э. Циолковского;

4) поздравления с юбилеями К.Э. Циолковского в книге К.Э. Циолковского «Общественная организация человечества» (70 лет, выдержки из статей в газетах «Труд», «Рабочая газета», «Комсомольская правда» и «Правда» за март 1928 г., в отношении двух последних статей указано, что А.Л. Чижевского публиковался под псевдонимом А. Ивановский) и приветствие А.Л. Чижевского в сборнике, посвященном 75-летию ученого;

5) письмо К.Э. Циолковского в редакцию журнала «Связь» (1925, №18), в т. ч. и история опубликованной там же фотографии К.Э. Циолковского.

В докладе рассмотрены перечисленные выше публикации. Многие из публикаций дополнены воспоминаниями А.Л. Чижевского.

Все материалы, рассмотренные в работе, будут включены в переписку К.Э. Циолковского и А.Л. Чижевского.



**Секция 11. «К.Э. ЦИОЛКОВСКИЙ И ЭКОНОМИКА  
КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ»**

**КРУГЛЫЙ СТОЛ**

**«ОПЫТ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ РЕЗУЛЬТАТОВ КОСМИЧЕСКОЙ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В РОССИИ. КЛЮЧЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ  
КОММЕРЦИАЛИЗАЦИИ РЕЗУЛЬТАТОВ КОСМИЧЕСКОЙ  
ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ БАЗА ДАННЫХ  
ПО КОСМИЧЕСКИМ ПРОДУКТАМ И УСЛУГАМ»**

Научный руководитель – В.Г. Безбородов

**ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАТФОРМА «ИСПОЛЬЗОВАНИЕ  
РЕЗУЛЬТАТОВ КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
В ИНТЕРЕСАХ КОНЕЧНЫХ ПОТРЕБИТЕЛЕЙ»  
КАК КОММУНИКАЦИОННЫЙ ИНСТРУМЕНТ  
В ИННОВАЦИОННОМ НАПРАВЛЕНИИ СОЦИАЛЬНО-  
ЭКОНОМИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ ОБЩЕСТВА**

В.Г. Безбородов, Н.Н. Дубовцев

По инициативе Роскосмоса при непосредственном участии открытого акционерного общества «Научно-производственная корпорация «РЕКОД» в последние годы задача повышения эффективности использования результатов космической деятельности (РКД) стала элементом государственной политики, направленной на модернизацию экономики Российской Федерации, развитие ее регионов, внедрение инновационных методов управления территориями и процессами.

Обеспечение эффективного использования результатов космической деятельности в интересах социально-экономического и инновационного развития Российской Федерации и ее регионов стало одним из важнейших инструментов государственной политики, обеспечивающим переход России к экономике, основанной на прогрессивных технологиях и научных знаниях, — инновационной экономике.

Однако сохраняется существующее в течение всей истории развития отечественной космонавтики острое противоречие между возможностями космического потенциала, накопленного в России и в мире, и недостаточными масштабами его использования для социально-



экономического развития Российской Федерации и ее регионов, качества жизни населения.

Преодоление обозначенных выше проблем обосновывает необходимость использования Технологической платформы как инструмента формирования и реализации приоритетов научно-технологического развития в сложных областях социально-экономической деятельности, характеризующихся неопределенностью последствий технологических изменений и разобщенностью действий основных «игроков» (бизнеса, науки, государства, общества).

Как показывает отечественный и зарубежный опыт, таким инструментом может стать формируемая Технологическая платформа «Использование результатов космической деятельности в интересах конечных потребителей», стратегической целью которой является удовлетворение назревшей общественной потребности в вовлечении РКД в реальные процессы социально-экономического развития Российской Федерации и её регионов на основе консолидации и координации усилий и ресурсов государства, бизнеса, науки и гражданского общества.

Технологическая платформа «Использование результатов космической деятельности в интересах конечных потребителей» (далее — Технологическая платформа) создаётся как инструмент реализации Основ государственной политики в области использования результатов космической деятельности в интересах модернизации экономики Российской Федерации и развития ее регионов на период до 2030 года (далее – Основы), утверждённых Президентом Российской Федерации (Пр-51 от 14 января 2014 г.).

Инициаторами Технологической платформы «Использование результатов космической деятельности в интересах конечных потребителей» на настоящий момент времени являются: 12 федеральных и региональных органов исполнительной власти; 12 научных и производственных организаций ракетно-космической отрасли и других отраслей промышленности; 16 образовательных и научных учреждений; 15 представителей бизнес-структур.

Координатором Технологической платформы является ОАО «НПК «РЕКОД», которое осуществляет организационное и информационное обеспечение взаимодействия участников платформы, отвечает за научно-техническую координацию, аналитическое и экспертное сопровождение научных разработок, осуществляемых в рамках компетенций Технологической платформы.

Опыт функционирования двух технологических платформ (Национальная космическая технологическая платформа и Национальная информационная спутниковая платформа), созданных под эгидой



Федерального космического агентства в рамках реализации утверждённой распоряжением Правительства Российской Федерации от 28 декабря 2012 г. № 2594-р Государственной программы Российской Федерации «Космическая деятельность России на 2013–2020 годы» подтвердил высокие интеграционные возможности инструментов координации действий всех заинтересованных сторон, включая обеспечение государственно-частного партнёрства в сфере инновационной деятельности.

## **О НЕКОТОРЫХ МЕТОДАХ УПРАВЛЕНИЯ СОЗДАНИЕМ СЛОЖНЫХ СИСТЕМ В АСПЕКТЕ ИХ КАЧЕСТВА, НАДЕЖНОСТИ, БЕЗОПАСНОСТИ И КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ**

И.В. Апполонов, В.Д. Оноприенко, Н.Б. Бодин, К.Д. Пантелеев,  
К.В. Семёнов, Н.И. Хариев

В контексте изложения основных предпосылок к необходимости обобщения научных, методологических, учебно-методических, справочных и других публикаций отраслевого, межотраслевого и национального уровней по проблематике качества, надежности, безопасности и конкурентоспособности создаваемой сложной наукоёмкой техники двойного назначения и средств технологического оснащения (СТО) её производств излагаются основные методы управления.

В докладе анализируются наиболее перспективные, ранее разработанные методы (в основном в 60-е -80-е годы XX века) и разрабатываемые в настоящие годы методы и модели по управлению различными сложными системами (техническими, технологическими, производственными, организационно-экономическими и другими) для целей их последующего более тщательного изучения и возможной адаптации применительно к новым задачам управления созданием сложных, наукоёмких, конкурентоспособных систем в аэрокосмической отрасли в ближайшее, среднесрочное планирование до 2020 г., программное планирование до 2030 г. и более отдаленную перспективу XXI века.

К таким методам по мнению авторов относятся: метод жесткого детерминированного управления; метод ситуационного управления; метод конфигурационного управления; метод вложения задач с идентификацией; метод, базирующийся на теории катастроф; метод, базирующийся на теории хаоса и фрактальной модели равновесия; метод интеллектуального управления, основанный на комплексном использовании технологий обработки знаний; функциональный метод управле-



ния; общесистемный метод управления.

В докладе кратко излагается содержательная сущность каждого из перечисленных методов с указанием их разработок применительно к различным сложным системам и формулируются рекомендации по их более детальному изучению в рамках специально постановочных НИР и ОКР применительно к управлению разработками как отдельных важных комплексов и комплектующих изделий РКТ, так и к сложным системам в целом (как пилотируемым так и не пилотируемым космическим кораблям).

Развитие прикладных областей, связанных с исследованием космоса и мирового океана, автоматизацией аэрокосмической промышленности, с переходом к квазибезлюдным типам дальним космическим аппаратам предполагает необходимость создания различного рода технических систем, которые должны обладать высокой степенью автономности, адаптивности, экономичности, надежности и качества функционирования в условиях неопределенности. При этом главными источниками проявления неопределенности в задачах управления являются следующие факторы:

- сложность формализованного описания объекта и задач управления с учетом погрешностей необходимых вычислений и измерений;
- нечеткость целей функционирования и задач управления;
- нестационарность параметров объекта и системы управления;
- априорная неопределенность обстановки и условий функционирования;
- наличие случайных воздействий внешней среды;
- искажения поступающей входной информации в каналах дистанционной передачи данных.

Особое внимание в докладе предполагается уделить двум последним из числа перечисленных методам управления, как наиболее важным и достаточно полно представленным в публикациях последних лет, однако требующих усилий по их практическому внедрению в ходе разработки типовых технических проектов по управлению созданием сложной наукоемкой техники и средств технологического оснащения ее производств в рамках интегрированных АСУ и САПР.

Последнее предложение по использованию этих методов в АСУ и САПР нам представляется как обязательство реализации методов, так как это предполагает эффективный конечный результат при их внедрении.

В докладе подчеркивается, что изложение таких предпосылок необходимо для формирования и систематизации общего наследия по



данной проблематике с целью постановки новых актуальных задач по обеспечению качества, надежности и безопасности сложных систем в аэрокосмической области.

В заключительной части доклада кратко излагается сущность основных направлений исследований и разработок для решения актуальных задач по обеспечению качества, надежности и безопасности сложных систем и технологий машиностроительной направленности на ведущих предприятиях аэрокосмической отрасли. Одним из таких направлений является разработка вопросов оптимизационных контрольных задач в проблематике качества, надежности, безопасности и конкурентоспособности. Это направление будет рассматриваться в отдельном докладе.

## **СРАВНИТЕЛЬНЫЙ ТЕХНИКО-ЭКОНОМИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ**

И.Ш. Абзалов, Е.С. Щицова

Космические средства и технологии дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) относятся к наиболее перспективным направлениям развития космической отрасли.

В настоящее время происходит активное наращивание орбитальной группировки космических аппаратов (КА) ДЗЗ, совершенствование бортовой аппаратуры, развитие средств приема, регистрации, обработки и распространения космической информации.

Проведение технико-экономического обоснования показателей космических систем (КС) ДЗЗ является важной составляющей оценок на всех стадиях жизненного цикла проекта, начиная с этапов разработки и заканчивая стадией эксплуатации.

Для всесторонней оценки эффективности космических комплексов ДЗЗ требуется полный набор показателей, характеризующий технический уровень КА. Однако большое число частных показателей затрудняет проведение оптимизации технико-экономических показателей КС. Для облегчения проведения технико-экономического обоснования затрат выбирается главный показатель, который объединяет несколько наиболее важных частных показателей.

Желательно, чтобы показатели, отражающие технический уровень КС ДЗЗ, были как можно более высокими, а затраты на их создание и эксплуатацию – минимальными.



Оценка технико-экономических показателей КА с использованием метода «стоимость–эффективность» позволяет обосновать выбор проекта создания космического комплекса (КК) из числа конкурирующих. Задача выбора оптимального решения может быть сформулирована как «достижение заданной целевой эффективности при минимальных затратах».

Критерий «стоимость–эффективность» имеет вид либо отношения целевой эффективности к затратам, связанным с ее получением, – удельная эффективность выполнения целевой задачи:  $\mathcal{E}_{уд} = \mathcal{C} / C_{\Sigma}$ , где  $\mathcal{E}_{уд}$  – удельная эффективность выполнения целевой задачи;  $\mathcal{C}$  – критерий целевой эффективности;  $C_{\Sigma}$  – суммарные затраты на создание КК, либо обратного отношения затрат к целевой эффективности – удельная стоимость выполнения целевой задачи:  $C_{уд} = C_{\Sigma} / \mathcal{C}$ , где  $C_{уд}$  – удельная стоимость выполнения целевой задачи.

С позиции Заказчика (инвестора) желательно, чтобы в результате анализа был выбран космический комплекс, для которого эти показатели принимали бы свои наилучшие значения:  $\max \mathcal{C}$  и  $\min C_{\Sigma}$ . Перспективен вариант привлечения коммерческих инвесторов, при этом вопрос достоверной оценки потребных затрат на создание КА ДЗЗи сроков их окупаемости приобретает актуальное значение.

## **ОСВЕЩЕНИЕ ЖИЛЫХ ПОМЕЩЕНИЙ И ОРАНЖЕРЕЙ НА ЛУНЕ БЕЗ ПРИМЕНЕНИЯ ЭЛЕКТРИЧЕСТВА**

А.В. Багров, О.А. Дородницына, А.В. Павлов

Историческая неизбежность колонизации Луны в XXI веке стала очевидной. Сегодня на повестке дня стоит детальное рассмотрение ключевых элементов строительства обитаемых помещений на Луне. Одним из таких элементов является обеспечение освещения обитаемой зоны. Традиционный для земного строительства режим использования естественного освещения на Луне не может рассматриваться по многим причинам, в частности, потому, что прозрачные окна пропускают жесткое космическое излучение и слабо препятствуют радиационному охлаждению помещений. Обитаемые помещения будут укрыты толстым слоем защитных материалов, а освещение в них будет искусственным.

Основным потребителем освещения на Луне станут оранжереи и транспортные коридоры. Для нормального функционирования оран-



жерей необходимо освещение с солнечным характером распределения энергии в спектре и с соблюдением суточного цикла «день-ночь», причем при очень высоком уровне освещенности порядка нескольких сотен ватт на кв. м поверхности. Масштабное электрическое освещение будет затруднено сложностями электрообеспечения на Луне. Солнечные электростанции, размещаемые рядом с потребителями, будут работать только половину лунного месяца из-за характера вращения Луны. Возможно два варианта обеспечения электроэнергией: передача энергии с солнечных электростанций, расположенных на освещенных солнцем лунных территориях, и передача энергии с размещенных в космосе электростанций. Препятствием для использования этих вариантов будет низкий КПД утилизации солнечной энергии солнечными батареями и большие потери энергии при ее передачи на большие расстояния (порядка 5000 км — с противоположной стороны Луны).

Предлагается рассмотреть вариант передачи солнечного света по световодам, в которых поглощение света ничтожно мало даже при очень высокой мощности пропускаемого через них излучения. Входной торец световода можно запитать солнечным светом от концентраторов света, то есть без использования каких бы то ни было промежуточных преобразователей. Коммуникация световодов является уже отработанной технологией, и она позволит направлять свет потребителям из общелунной сети. Для некоторого упрощения циклограммы потребления света можно организовать «день» в половине теплиц, и переключать свет из них на другую половину теплиц, когда в первых наступает «ночь».

## **НЕРЕШЕННЫЕ ЮРИДИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ ОСВОЕНИЯ КОСМОСА**

А.В. Багров, В.А. Леонов

Космос — это еще незанятые и неосвоенные территории, в том числе — жизненное пространство и сырьевые ресурсы. Все они будут принадлежать тем, кто до них «дотянется». Богатые страны торопятся «занять» самые доступные и перспективные участки. Уже поделены места размещения спутников на геостационарной орбите, начинается гонка за ресурсы Луны, Марса и астероидов.

Понимание перспектив космоса основано на результатах его исследований. Уже ставшие доступными ресурсы были открыты и освоены именно в результате активных исследований. Поэтому современные космические исследования часто носят характер «свободного по-



иска» без долгосрочной стратегии. Ставшие очевидными угрозы падения космических тел на Землю ставят дополнительные задачи их предотвращения, пока не получившие решения.

Ракетная техника является основой космических исследований, но она совершенно не способна обеспечить колонизацию космоса с большим грузопотоком и 100% гарантией безопасности колоний. В стратегическом плане самым перспективным средством выхода в космос является строительство космического лифта «Земля-Луна». Технические предпосылки для этого имеются. Такой лифт может обеспечить необходимый для колонизации Луны грузопоток.

Как объект колонизации Луна выглядит самым перспективным космическим телом. Под поверхностью Луны в ее базальтовом массиве глубиной до тысячи километров можно построить обитаемые тоннели, объем которых в десятки раз может превысить весь объем обитания на нашей планете. Газонепроницаемые стенки тоннелей позволяют создать в них любые условия как по газовому составу воздуха и влажности, так и по температурному режиму. Под защитой лунных пород будут не страшны ни удары метеоритов, ни опасное космическое излучение.

Все однажды построенное на Луне сохранится миллиарды лет. Это очень сильный довод для колонизации Луны. На Земле климатические и эрозионные воздействия требуют постоянного ремонта жилищ и дорог, на которые уходит много ресурсов. Стабильность и безопасность обитаемых зон на Луне могут сделать ее со временем идеальным убежищем для человечества. Строительство тоннелей и обитаемых зон в них можно вести медленными малозатратными способами, что должно быть доступно не только для небогатых стран, но даже для частных инвесторов. Поэтому Луна выглядит как один из самых «лакомых» предметов для захвата и освоения.

В настоящее время сохраняет силу Договор о космическом пространстве (Outer Space Treaty), который объявляет космическое пространство интернациональным и не подлежащим провозглашению чьего бы то ни было суверенитета над любой его частью. В реальности, поскольку в Договоре не прописаны никакие режимы освоения и эксплуатации космоса, не существует запретов на фактический захват освоенных в космосе территорий. Это дает огромные преимущества космическим державам, уже располагающим необходимой технологией, для захвата самых доступных ресурсов в космосе.

Например, на Луне очень перспективными являются вершины некоторых околополюсных гор, над которыми практически не заходит Солнце (выгодно для солнечной энергетики), области центра лунного



диска (для размещения станции лунного лифта) и области над лавовыми трубками (готовые пустоты для строительства обитаемых помещений).

Практический интерес в точках либрации  $L_1$ ,  $L_2$  системы «Земля-Луна» состоит в возможности вывода через них грузов с Луны безракетным способом (с помощью космических лифтов), а также в удобстве размещения в них стапелей для сборки больших конструкций межпланетных аппаратов. Постоянное положение этих точек относительно лунной поверхности может быть использовано для размещения в них солнечных электростанций большой мощности с передачей энергии по стабильному лучу потребителям на Луне. Перечисленные возможности делают точки либрации для всех видов активности на Луне даже более привлекательными, чем геостационарная орбита для Земли. Космические державы, если получают «право первого» для оккупации этих точек, получают монопольное право на все транспортные перевозки на Луну и обратно, то есть ни с чем не сравнимое преимущество для освоения Луны, Солнечной системы и их ресурсов.

Следует обратить внимание ООН на необходимость принятия справедливых для всех стран и народов правил использования ресурсов космоса для научных и прикладных целей. Правительство РФ и Роскосмос должны приложить максимум усилий для закрепления нашего фактического присутствия в самых привлекательных местах космического пространства.

## **ПРОБЛЕМЫ МЕТОДИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ РЕАЛИЗАЦИИ ДОРОЖНЫХ КАРТ В РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

Г.Н. Белова, В.В. Зуева, С.С. Корунцов

Проблемы оптимизации процессов реализации перспективных космических проектов и программ в настоящее время приобрели чрезвычайную актуальность. Это обусловлено не только сложностью, капиталоемкостью и большими сроками реализации этих проектов. Важное место сейчас занимают такие вопросы, как рациональная маршрутизация и качественное дорожное картирование процессов создания и хозяйственного использования космических систем в различных отраслях и группах потребителей космических услуг.

В настоящее время идеи дорожного картирования получили широкое распространение, популярность и конъюнктурность в силу простоты и абсолютной наглядности. Но они, как правило, отражают



только топологию заданного порядка следования по процессу создания космических систем и их применения. Однако, консервативность дорожных карт является сдерживающим фактором оперативного вмешательства в условиях возникновения рисков, страховых случаев, объективных внешних условий, катаклизмов природного, экономического, политического и иного характера. Реакция на такие отклонения от дорожных карт и оптимизация маршрутизации должны быть быстрыми и экономически эффективными.

Такая возможность у дорожных карт может быть реализована при наличии соответствующего научно-методического сопровождения. Это позволит исключить неоптимальные маршруты, обеспечить научно обоснованные корректировку и даже реконструкцию первоначальных дорожных карт по стоимости, срокам, исполнителям и т.д. Научно-методические принципы, положения, регламентация дорожного картирования реализации наукоемких проектов могут включать и определенную импровизацию, но только при соблюдении условий и обязательных ограничений.

В докладе излагаются основные методологические элементы, методы, модели и приемы динамичного изменения структуры, топологии и экономических оценок реализации дорожных карт в координатах обязательных ограничений. Анализ практики показывает, что «оптимизация в процессе...» может привести к кардинальным экономическим эффектам дорожной маршрутизации.

Для ракетно-космических проектов дорожное картирование с серьезным методическим сопровождением может явиться источником и инструментом серьезного повышения реализуемости.

## **МОДЕЛЬ АЭРОКОСМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ НЕОПРЕДЕЛЕННО-СТОХАСТИЧЕСКИХ ДИНАМИЧЕСКИХ СИСТЕМ**

**В.В. Василевский**

В настоящее время технологии аэрокосмического мониторинга занимают важное место в программах социально-экономического Российской Федерации и ее регионов, важнейшими инструментами государственной политики, обеспечивающими импортозамещение и переход к инновационной экономике.

Одной из существенных проблем, возникающих при внедрении технологий аэрокосмических систем дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ), является обеспечение требований по эффективности оце-



нивания состояния динамических систем, подверженных стохастическим входным воздействиям обработки изображений, получаемых с использованием камер (приемников излучений) различного спектрального диапазона (видео-, ИК-, УФ-, радиодиапазона), устанавливаемых на подвижных носителях. Известные методы решения задачи оптимального оценивания состояния (фазового вектора) линейной управляемой динамической системы, подверженной входным воздействиям с известными статистическими характеристиками, основаны на использовании априорной информации.

В условиях реальной обстановки получения данных ДДЗ характеристики входных воздействий являются частично либо полностью неизвестными, что ограничивает использование теории калмановской фильтрации. При этом возможно использование подходов, связанных с построением адаптивных, минимаксных, минимаксно-стохастических и робастных фильтров. Однако, применение указанных подходов базируется на использовании ограниченного объема информации, реализации высокопроизводительного вычислительного процесса, что существенно снижает точность и оперативность получаемых оценок фазового вектора динамических систем.

В данной работе рассматривается модель аэрокосмического мониторинга при оценивании состояния неопределенно-стохастических динамических систем, основанная на рекуррентном алгоритме фильтрации не только измерений фазового вектора динамической системы, но также измерений компонент неопределенно-стохастических входных воздействий (отдельных параметров фазового состояния объектов).

Исследуется возможность использования получаемых в ходе ДДЗ отдельных параметров состояния динамической системы для построения оптимального рекуррентного алгоритма в условиях отсутствия априорной информации о статистических характеристиках воздействий. При этом модель аэрокосмического мониторинга динамических систем описывается разностными уравнениями с неопределенно-стохастическими воздействиями. Разработанная модель аэрокосмического мониторинга позволяет получать оптимальные оценки текущего и прогнозного на определенный интервал времени состояния динамической системы в процессе оперативной обработки ДДЗ.

Для апробации возможностей использования технологий аэрокосмического мониторинга для повышения эффективности ведения сельского хозяйства разработано соответствующее программное обеспечение, реализующее обработку ДДЗ и получение оценок состояния динамических систем точного земледелия.



**МЕТОДИЧЕСКОЕ СОПРОВОЖДЕНИЕ  
ПРОЕКТОВ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ  
АЭРОКОСМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
В ИНТЕРЕСАХ РЕГИОНАЛЬНОГО РАЗВИТИЯ**

Р.В. Василевский, В.В. Василевский

Особенностью современного этапа регионального развития является акцентирование внимания субъектов РФ на вопросы социально-экономического развития на основе разработки федеральных целевых и региональных долгосрочных программ, инвестиционных программ. На эти цели направлены средства федерального бюджета, выделяемые из центра регионам. В то же время обеспечение эффективного использования инновационного потенциала и технологий аэрокосмической промышленности должно стать одним из важнейших инструментов государственной политики, обеспечивающим переход России к экономике, основанной на прогрессивных технологиях и научных знаниях, — инновационной экономике.

К важнейшим технологиям отечественной аэрокосмической промышленности, ориентированной на гражданское использование, можно отнести: высокоточное позиционирование, обеспечение безопасности транспорта и других подвижных объектов, мониторинг критически важных, потенциально опасных и социально значимых объектов и территорий, дистанционное зондирование Земли о состоянии, динамике изменения объектов инфраструктуры, процессов, явлений, картографические услуги, телекоммуникации, получение метеоданных, геоинформационное обеспечение и другие.

В связи с этим, актуальным и приоритетным направлением является разработка взаимоувязанных и комплексных стратегических планов и программ регионального развития на основе современных экономико-математических методов и моделей межотраслевого баланса, оптимизационных отраслевых моделей, имитационных моделей производственных систем и других.

При этом в обеспечении системности и комплексности подготавливаемых решений важное место принадлежит межотраслевым моделям. На основе моделей межотраслевого баланса можно создавать комплексные системы мониторинга и строить прогнозы социально-экономического развития региона, обеспечивать сбалансированность и пропорции важнейших показателей отраслевых программ развития на



территории областей и муниципальных образований, вплотную подойти к созданию системы стратегического планирования.

В настоящей работе рассматриваются методические принципы и подходы к построению комплекса моделей трансферта аэрокосмических технологий во все сферы хозяйственной деятельности регионов Российской Федерации.

Предлагаемые модели трансферта технологий в отдельные отрасли экономики регионов обеспечивают выполнение анализа межотраслевых связей и определения оптимальной структуры ресурсов при реализации инновационных проектов аэрокосмической промышленности.

В рамках настоящей работы, на примере задачи мониторинга аномалий сельскохозяйственных объектов, проведена маркетинговая проработка проектов внедрения в регионах технологий аэрокосмического мониторинга и их технико-экономического обоснования: На основании полученных результатов выработаны рекомендации по обеспечению эффективности технологического картирования при реализации инновационных проектов аэрокосмической промышленности.

## **УПРАВЛЕНИЕ ЗАТРАТАМИ НА РАЗРАБОТКУ НОВЫХ ИЗДЕЛИЙ**

С.В. Володин

Рассматриваются подходы к решению прикладных задач, связанных с оценкой затрат на разработку новых изделий ракетно-космической техники. Актуальным для решения подобных задач является рассмотрение стадии ОКР как наиболее затратной составляющей общего процесса разработки.

На методологию расчета затрат влияет фаза разработки, иерархический уровень рассмотрения изделия (от парка ЛА до отдельных узлов и агрегатов), доступность исходных данных. В зависимости от этого применимы различные методы: калькуляционный, регрессионный, поагрегатный, метод удельных стоимостных показателей по ценообразующей характеристике изделия или технологической операции, экстраполяция и интерполяция, экспертный, на основе трудоемкости разработки.

Основные проблемы, связанные с определением затрат на разработку — неполнота и недостоверность исходных данных, конфиденциальность информации, необходимость учета временного фактора и эффекта масштаба, субъективность экспертных оценок расчетной тру-



доемкости. Определение затрат на разработку имеет ряд специфических особенностей:

- по новизне ее можно отнести к двум основным видам: (а) имеющим в своей основе прототип создаваемого изделия и (б) носящим уникальный характер;

- технические и экономические результаты и последствия разработки часто являются неочевидными, они могут приносить дополнительный социальный и политический эффекты;

- научно-технические риски уникальных программ являются принципиально неустраняемыми, вследствие чего корректировка затрат на разработку в ходе реализации крупных проектов является неизбежной;

- точно также невозможно полностью устранить управленческие риски, поскольку они не всецело определяются квалификацией и ресурсами, имеющимися в распоряжении менеджеров проектов;

- до 20...30% расходной части бюджета долгосрочного инновационного проекта не определяется результатами сетевого планирования и ТЭО, а вызвано возникновением непредвиденных обстоятельств и оперативными мероприятиями по решению связанных с ними проблем.

Обоснована математическая модель относительных годовых и кумулятивных затрат на разработку различных аэрокосмических объектов в зависимости от их продолжительности и новизны. В связи с большой продолжительностью аэрокосмических программ возникает потребность в индексации затрат на разработку для учета влияния фактора времени. Помимо этого потребность в индексации возникает для приведения к сопоставимым ценам при наличии комплектующих изделий, выпущенных в разное время, сравнительного ТЭО и т.д. Установлена взаимосвязь индекса цен на НИОКР с показателем инфляции и сделан прогноз на ближайшие годы.

Обсуждаются различия между наиболее распространенным в ракетно-космической промышленности методе индексации цен (бухгалтерский подход для целевых проектов) и процедурой дисконтирования для перевода номинальных денежных потоков в реальные (экономический подход для коммерческих проектов).



## **ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ КОНФЛИКТАМИ, СВЯЗАННЫЕ С РЕСТРУКТУРИЗАЦИЕЙ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ**

С.А. Володина

В настоящее время ракетно-космическая промышленность (РКП) России переживает период проблем, имеющих в своей основе различные причины и следствия. Недостатки в стратегическом и функциональном управлении отраслью привели к ряду неудачных запусков космических аппаратов и угрозе потери лидирующего положения в сегменте выведения на орбиту.

С целью обеспечения реформы РКП в 2014 г. была создана Объединенная ракетно-космическая корпорация (ОРКК), приоритетными направлениями деятельности которой являются разработка, производство, испытания, поставка, модернизация и реализация ракетно-космической техники (РКТ); сопровождение ее эксплуатации, гарантийное и сервисное обслуживание, ремонт.

В дальнейшем предложено создание новой государственной корпорации, включающей в себя «Роскосмос» и ОРКК. Предполагается, что такая консолидация позволит повысить эффективность управления отраслью по примеру других госкорпораций (прежде всего, «Росатома»), за счет совмещения управленческих и хозяйственных функций.

Происходит согласование функциональной деятельности подразделений создаваемой структуры, несущее в себе угрозы возникновения конфликтов различного рода:

- между интересантами корпоративного процесса относительно целей и задач будущей корпорации;
- между руководителями всех уровней за перераспределение полномочий и обладание ресурсами;
- между высококвалифицированными специалистами относительно методов работы;
- между основными группами работников по поводу мотивационной составляющей и условий их труда;
- связанных с неизбежными кадровыми перестановками в проектируемой организационной структуре;
- связанных с сокращением штатного расписания.

Для введения потенциальных конфликтов в управляемое русло, их своевременного разрешения и обеспечения конструктивной деятельности корпорации необходимо решение следующих задач:

- подготовка профессиональных конфликтологов-медиаторов;



– определение эффективных стилей руководства, коммуникаций и командообразования в изменяющихся условиях;

– создание служб оперативной психологической поддержки и профессиональной переподготовки сотрудников на предприятиях корпорации.

## **ОЦЕНКА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ПИЛОТИРУЕМЫХ ТРАНСПОРТНЫХ КОРАБЛЕЙ НОВОГО ПОКОЛЕНИЯ**

А.А. Емелин, П.Д. Михеев, В.В. Харитонов, Н.В. Филимонов

В докладе рассматриваются следующие вопросы:

1. Проводится краткий обзор современного положения в части использования и разработки пилотируемых транспортных кораблей в России и за рубежом.

2. Рассматриваются отечественные и зарубежные проекты пилотируемых транспортных кораблей нового поколения (ПТК НП): отечественный пилотируемый транспортный корабль нового поколения; пилотируемый транспортный корабль «Орион» (США); пилотируемый транспортный корабль «Драгон» (США); пилотируемый транспортный корабль ATV Evolution (ЕКА).

2. Проводится оценка эффективности использования ПТК НП для обеспечения ТТО РС МКС вместо эксплуатируемых в настоящее время ПТК «Союз-ТМА»:

3. Проводится сравнительная оценка эксплуатируемых отечественных ПТК к ПТК НП по показателю экономической эффективности вложения средств в создание кораблей с учетом их коммерческого потенциала на мировом рынке.

4. Проводится оценка конкурентоспособности ПТК НП на мировом рынке космических услуг по потребительским свойствам и коммерческим показателям.

5. Разработаны предложения по повышению конкурентоспособности отечественных ПТК НП на мировом рынке космических услуг.



## **ИНФОРМАЦИОННО-КОММУНИКАЦИОННЫЕ ТЕХНОЛОГИИ КАК БАЗОВЫЙ ЭЛЕМЕНТ СТРАТЕГИИ РАЗВИТИЯ КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ РФ НА СОВРЕМЕННОМ ЭТАПЕ**

**В.В. Журавский, Б.Е. Курбатов, Н.Ю. Недбайло**

Неудачи, имевшие место при осуществлении космической деятельности в нашей стране в последнее время, снова с очевидностью подтвердили тот факт, что наиболее актуальные проблемы дальнейшего развития космической отрасли все еще требуют своего решения. К числу таких проблем в первую очередь относится проблема повышения надежности функционирования объектов космической техники и технологий.

Как показывает опыт последних лет, решить указанную проблему можно только путем глубоких системных преобразований в сферах НИОКР, организации и управления производством, а также эксплуатации изделий ракетно-космической техники (РКТ). А для этого в свою очередь требуются финансовые ресурсы в таких объемах, которые превышают возможности бюджета страны. Где же выход из этой, казалось бы, тупиковой ситуации?

Ответ напрашивается сам собой: или искать дополнительные источники финансирования (что в современных условиях кризиса и санкций весьма проблематично), или корректировать программы и проекты до приемлемого уровня обоснованных потребностей в финансовых ресурсах.

Следует подчеркнуть, что в чистом виде обе указанные альтернативы в рамках реализуемой стратегии развития отрасли неприемлемы. И, что особенно важно, они обе не дадут ожидаемого эффекта, если модернизационные программы и мероприятия будут осуществляться традиционными методами. «Черная дыра» производственно-хозяйственной системы поглотит любые денежные суммы, а на выходе, как это ранее бывало не раз, будет иметь место все тот же недостаточно высокий уровень качества продукта.

Тем не менее, мрачные перспективы сразу уйдут в прошлое, если в качестве ключа к решению рассматриваемой проблемы использовать современные информационно-коммуникационные технологии (ИКТ). Только их тотальное применение в рамках операционной, инвестиционной и финансовой деятельности при реализации космических проектов и программ позволит в обозримой перспективе одновременно решить обе задачи: удешевить производство и эксплуатацию



средств РКТ и существенно повысить надежность функционирования всех элементов космических систем.

В рамках выполненного исследования были выработаны основные подходы к информатизации процессов управления космическими проектами. Так, внедрение в цикл управления проектом экономической информационной системы позволяет сформировать стратегию достижения оптимального уровня автоматизации реализуемого бизнес-процесса, представляющего достаточно сложную многомерную структуру подпроектов, пакетов работ, операций. При этом для каждого из его управляемых элементов формируется объединенное в рамках ЭИС соответствующего уровня уникальное сочетание:

- имитационных моделей, функционирующих в режиме ускоренного времени и входящих в состав систем поддержки принятия управленческих решений соответствующего уровня;

- полностью автоматизированных систем управления соответствующими технологическими процессами и операциями, интегрированных в общую информационную систему;

- подсистем соответствующих составляющих информационных сервисов для электронного бизнеса, таких как ERP, CRM, BI и др.

Тотальный характер информатизации деятельности по проекту исключит возможность появления «слабых звеньев» в технологических цепочках, существенно повысит производительность труда рабочих и служащих, участвующих в проекте, обеспечит необходимую прозрачность производственно-хозяйственной системы при реализации контрольных функций управления всеми ее элементами

В рамках указанного направления в настоящее время выполняется исследование, ориентированное на создание концептуальной модели индивидуального мобильного программно-аппаратного комплекса, интегрированного в общую информационную систему с возможностью индивидуального использования участниками проекта при выполнении производственных заданий.

## **ПРИМЕНЕНИЕ МЕТОДОВ ГЕНЕРИРОВАНИЯ ИДЕЙ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ ТЕХНИЧЕСКИ СЛОЖНЫХ ИЗДЕЛИЙ**

С.Д. Иванов, Н.Ю. Иванова

Несмотря на обширный опыт, накопленный в теории и практике управления техническим творчеством, и активное обсуждение этих вопросов профессионалами, например, на [www.metodolog.ru](http://www.metodolog.ru), следует



признать, что пока методы, позволяющие активизировать творческое мышление и ускорить процесс получения интеллектуального продукта не получили широкого распространения в практике российских предприятий и мало применяются в деятельности проектных групп, занимающихся разработкой технически сложных изделий. Возможно, инженеров, занимающихся проектной деятельностью, было бы целесообразно обучать использованию методов генерирования идей не только и не столько в ВУЗе (у студентов мало практического опыта), но и, проводя семинары, мастер-классы, тренинги в рамках повышения квалификации работающих специалистов.

Методы, способствующие непосредственно активизации генерирования идей, можно подразделить на две группы: интуитивные и логические (или дискурсивные, рассудочные). В свою очередь дискурсивные методы могут быть ориентированы на алгоритмический и классификационно-морфологический подход.

Наиболее известен классический «мозговой штурм», появившийся как практическое развитие «имандженерии» А. Осборна. Этот метод имеет модификации: «конференция идей», «мозговое письмо», «картография», «адвокаты дьявола» и т.д. В свою очередь, наиболее распространенной модификацией «мозгового письма» стал метод «635». Относительно широкое распространение получили также метод Дельфы, деловые игры (до выигрыша или как моделирование ситуации). Есть методы-направления, как функциональный и структурный анализ, и методы-конкретизаторы, как функционально-ориентированный поиск (ФОП) или функционально-стоимостной анализ (ФСА), метод Колера, MPV Analysis (Main Parameters of Value). Синектика, базирующаяся на двух операторах: «превращение незнакомого в знакомое», «превращение знакомого в незнакомое» оценивается специалистами как продуктивный метод получения новых идей по решению самых разных проблем. На практике используется также метод морфологической матрицы. Некоторые методы продвигаются и пропагандируются разработчиками, как, например, метод «шесть шляп де Боно». Помимо вышеперечисленных методов, имеются сведения о применении инверсологии, фантограмм, каталога вопросов или метода контрольных вопросов, стратегии семикратного поиска, метода постоянной записи, номинальной групповой техники, метода проектирования Мэтчетта, метода фокусирования на объектах.

Среди логических методов стоит отметить уже зарекомендовавшие себя ФСА, в том числе и его инверсную форму, например, в методе Target costing; АРИЗ: алгоритм решения изобретательских задач. Группа логических методов пополнена использованием FMEA



(Failure Mode Effect Analysis): анализ последствий и причин отказов; методом Тагути. Идеи, выдвинутые в теории решения изобретательских задач (ТРИЗ), дали почву для развития алгоритмизации инженерного творчества в виде самостоятельных методов, например, алгоритм решения инженерных проблем (АРИП), стратегии системного поиска резервов. Некоторые части фонда эвристических приемов ТРИЗ также используются как самостоятельные методы: методы объединений и разъединений, метод кинематического переворота и др.

Естественно, неоправданно частое задействование методов генерирования идей снижает эффективность их использования. В процессе внедрения в практику потребуются адаптация к конкретным условиям применения. Но, не смотря на объективные сложности, результат должен оправдать средства.

## **РЕКОМЕНДАЦИИ ПО ВНЕДРЕНИЮ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТЬЮ ТРУДОВОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ РАБОТНИКОВ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА БАЗЕ КЛЮЧЕВЫХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ЭФФЕКТИВНОСТИ**

А.А. Кисиленко

Ключевые показатели эффективности (КПЭ) представляют собой ограниченный набор основных параметров, которые используются руководством для отслеживания и диагностики результатов деятельности организации и последующего принятия на их основе управленческих решений.

На сегодняшний день в ракетно-космической промышленности (РКП) отсутствует единая, формализованная, принятая на всех предприятиях система управления эффективностью трудовой деятельности персонала. При этом существует ряд общих целей, актуальных для всех предприятий РКП:

- достижение большей точности в ежегодных и долгосрочных прогнозах кадровых потребностей предприятий РКП в специалистах и высококвалифицированных рабочих;

- создание единого подхода к планомерной и систематической работе по снижению среднего возраста работников организации, особенно в категории руководящего состава, а также текучести кадров молодых работников в возрасте до 30 лет;

- активизация работы руководителей всех звеньев управления с кадровым резервом, особенно по выдвижению молодых перспектив-



ных работников на первичные руководящие должности с применением принципа ротации управленческих кадров;

- создание единых и четко сформулированных требований к специалистам, инженерам и техникам с учетом специфики конкретных структурных подразделений и рабочих мест;

- увеличение эффективности работы руководителей всех степеней по привлечению и закреплению в РКП выпускников образовательных учреждений высшего и среднего профессионального образования;

- постановка единой системы индивидуальной работы со студентами-выпускниками профильных вузов;

- доработка системы планирования в структурных подразделениях работы предприятий по подготовке, переподготовке и повышению квалификации работников, приведение этой системы в общий для всех предприятий вид.

В ведении РКП находятся 43 организации и еще 73 являются акционерными обществами. В географическом отношении они разделены большими расстояниями, поскольку находятся в различных регионах страны. Для каждого из регионов характерна своя специфика, своя культура труда; у каждого из предприятий имеется уникальная корпоративная культура, которая складывалась годами. Тем важнее для РКП создание и внедрение единого подхода к управлению эффективностью трудовой деятельности сотрудников.

Анализ имеющейся документации (положения о подразделениях, должностные инструкции) показал, что на предприятиях РКП в полной мере присутствует подход управления по инструкциям. Данный подход управления является одним из базовых в промышленности и предполагает, при обеспечении руководством должного контроля, достижение целей предприятия и поддержание его в состоянии стабильности. Но внешние факторы — общемировая ситуация в отрасли, общая ситуация на кадровом рынке; возросшая мобильность населения; особенно молодежи, возможность выбора другого, более привлекательного места работы и др., — являются значительным препятствием в реализации управления по инструкциям, и просто усилением контроля эта задача не решается.

Поскольку основная задача системы КПЭ и управления по целям состоит в переводе стратегии организации в комплексный набор показателей ее деятельности, определяющий основные параметры системы измерения и управления, для формирования такого подхода необходимо в первую очередь формирование набора показателей, которые задают основу для формирования стратегии организации и



включает количественные характеристики для информирования сотрудников об основных факторах успеха в настоящем и будущем.

В докладе будут представлены рекомендации по построению системы управления эффективностью трудовой деятельности работников на базе ключевых показателей эффективности и управления по целям, связанные со спецификой отрасли РКП.

## **ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ В ИННОВАЦИОННОМ РАЗВИТИИ РЕГИОНА**

Т.С. Колмыкова, Е.В. Ключева

Инновационная направленность развития является основой модернизации экономики Курской области, при этом требуется привлечение больших объемов инвестиций, причем на качественно более высоком уровне. Без реализации инвестиционных проектов, направленных на создание новых инновационных производств, внедрения передовых технологий, невозможно обеспечить выпуск конкурентоспособной продукции, создание новых рабочих мест, повышение заработной платы работников, а также стабильные налоговые поступления от деятельности предприятий и организаций.

Среди приоритетных направлений инновационной деятельности — развитие реального и аграрного секторов, энергоэффективность и энергосбережение, информационные и космические технологии и коммуникации.

Мировой и отечественный опыт, практика ряда регионов России подтверждают, что использование космических технологий оказывает значительный управленческий, экономический, социальный и экологический эффекты, существенно повышает уровень безопасности населения и территорий. Комплексное использование результатов космической деятельности (РКД) в интересах задач управления развитием отдельных отраслей и экономики области в целом способно придать региональной экономике инновационный характер, усилить рыночные механизмы, повысить качество жизни населения. Такое положение дел обусловлено существенными дополнительными возможностями, которые предоставляют такие системы космической отрасли как: глобальная навигационная система ГЛОНАСС; системы и комплексы оперативного аэрокосмического мониторинга состояния территорий и объектов; системы и средства сбора и комплексной обработки данных, получаемых как от космических, так и от иных систем,



интеграции их в единое информационное пространство и предоставления органам управления разнородной, увязанной в пространстве и времени информации о территориях, административных образованиях, предприятиях, объектах, населении, планах и результатах их деятельности.

В Перечне поручений Президента Российской Федерации от 10 октября 2012 г. по вопросу повышения эффективности использования РКД в интересах модернизации экономики Российской Федерации и развития ее регионов, органам исполнительной власти субъектов Российской Федерации рекомендовано разработать региональные целевые программы использования РКД.

Принята и находится в стадии реализации областная целевая программа «Использование спутниковых навигационных технологий с использованием системы ГЛОНАСС и других результатов космической деятельности в интересах социально-экономического и инновационного развития Курской области на 2013–2016 гг».

Таким образом, в современных условиях одним из важных направлений повышения конкурентоспособности региона является комплексное использование результатов космической деятельности для мониторинга и управления, как по отдельным направлениям жизнедеятельности, так и для социально-экономического развития региона в целом.

## **НАЦИОНАЛЬНАЯ КОСМИЧЕСКАЯ ТЕХНОЛОГИЧЕСКАЯ ПЛАТФОРМА КАК ИНСТРУМЕНТ УПРАВЛЕНИЯ ФОРМИРОВАНИЕМ ИННОВАЦИОННЫХ СИСТЕМ**

Т.С. Колмыкова, Е.А. Мерзлякова, О.Г. Артемьев

Одним из целевых ориентиров Концепции долгосрочного социально-экономического развития является создание конкурентоспособной экономики знаний и высоких технологий. Для достижения заявленных целей необходим механизм, способный реализовать имеющийся потенциал в приоритетных направлениях инновационного развития, посредством объединения усилий общества, государства, науки и бизнеса.

В качестве одного из инструментов такого механизма можно рассматривать технологические платформы (ТП), представляющие собой коммуникационный инструмент объединения усилий различных заинтересованных сторон (государства, бизнеса, науки) в определении



инновационных вызовов, разработке программы стратегических исследований и определении путей ее реализации.

Для решения стратегических задач развития авиакосмических технологий образованы три ТП, в том числе и Национальная космическая технологическая платформа (НКТП). Миссией платформы является анализ и выработка рекомендаций по развитию космической деятельности; формирование предложений по направлениям исследований и разработка технологий для создания перспективных образцов РКТ в РФ.

В силу специфики космической деятельности (КД) НКТП имеет ряд особенностей. Во-первых, в отличие от ТП, формируемых в других отраслях, подавляющее большинство программ и проектов в рамках НКТП реализуются в государственном секторе и преимущественно за счет бюджетных средств. В настоящее время в технологической платформе принимают участие 70 организаций, которые можно условно разделить на 4 группы: высшие учебные заведения (32); научно-исследовательские институты (13); опытно-конструкторские бюро (4); производственные предприятия (21).

Следует отметить, что лишь 24% участников являются представителями реального бизнес-сообщества. Относительно небольшая доля организаций из сферы бизнеса в составе НКТП обусловлена тем, что основу ракетно-космической промышленности России составляют крупные компании с государственным участием. На сегодняшний день в состав платформы входят четыре компании с государственным участием, реализующие программы инновационного развития: ФГУП «Государственный космический научно-производственный центр имени М.В. Хруничева»; ОАО «Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С.П. Королёва»; ОАО «НПО Энергомаш им. академика В. П. Глушко»; ОАО «Корпорация «Росхимзащита». Данный факт объясняет и такую особенность НКТП, как сокращение ее координирующих функций, в том числе и в силу интенсивного использования программно-плановых методов (государственные программы, ФЦП, стратегические документы).

Основными направлениями деятельности в рамках НКТП являются общий анализ и обсуждение состояния и долгосрочных планов развития КД; определение приоритетных направлений развития прикладных исследований в области космической деятельности; экспертиза соответствия приоритетным направлениям проектов по космической тематике; обеспечение коммуникационного взаимодействия между участниками КД.



Таким образом, НКТП является эффективным способом мобилизации усилий всех заинтересованных сторон для достижения конечных целей на отдельных стратегических приоритетных направлениях инновационного развития российской экономики.

## **ПРОБЛЕМА ЭКОНОМИЧЕСКИХ ОЦЕНОК СОСТОЯНИЯ РАБОТ ПО ОБЕСПЕЧЕНИЮ КАЧЕСТВА**

В.А. Красавина, А.А. Кисиленко

Как известно, обеспечение качества, создаваемой организациями ракетно-космической промышленности (РКП) продукции является важнейшей задачей. В последние годы, после известных неудовлетворительных результатов нескольких пусков космических аппаратов и других аварийных ситуаций в Роскосмосе были рассмотрены вопросы обеспечения и повышения качества изделий ракетно-космической техники (РКТ) и процессов их создания и производства и приняты специальные решения по созданию системы обеспечения качества в отрасли.

Кроме того, в стране вообще проводится политика и выполняются мероприятия по внедрению целого комплекса документов по качеству, ориентированных на использование международной системы обеспечения качества (ИСО).

Как известно, в концепции методологии организации и реализации систем менеджмента качества СМК одной из важнейших проблем является проблема экономических оценок мероприятий обеспечения и состояния работ по обеспечению качества.

Общий подход к экономическим оценкам качества продукции, работ по его обеспечению и повышению состоит из двух видов экономических показателей: размеров экономических потерь от необеспечения качества продукции и размера затрат на обеспечение качества продукции.

Традиционные методы управления затратами не позволяют оценить результативность функционирования системы менеджмента качества и определить пути ее совершенствования. Поскольку в настоящее время отсутствует единый методический подход к управлению затратами на качество, порядком, сроками и формами предоставления отчетности, существует сложность оценки и прогнозирования результатов управленческих решений в области системы менеджмента качества.



В настоящее время в организациях отсутствует система учета затрат на качество продукции в рамках производственных затрат, что затрудняет анализ их динамики и распределения. Тем самым затрудняется реализация одного из основных принципов ГОСТ Р ИСО 9001-2011 — принципа непрерывного улучшения, цель которого — сокращение потерь, экономия затрат и улучшения качества продукции. В связи с этим, встает необходимость дополнения «Руководства по качеству» любого предприятия разделом «Управление затратами на качество», где должны формулироваться задачи по учету и анализу затрат, решаемые на каждом этапе жизненного цикла продукции, а также принципы их оценки, планирования и управления. Кроме того, целесообразным считается разработка стандарта организации, регламентирующего порядок сбора финансовой информации обо всех видах затрат на качество с целью её обработки и анализа, установление форм регистрации данных и предоставления отчетов руководству организации. Не менее важным считается разделение ответственности за организацию учета затрат на обеспечение качества и проведение анализа; на оценку и принятие необходимых мер по сокращению затрат на качество при сохранении уровня качества продукции либо его совершенствованию.

Исследование направлено на разработку методов анализа и оценки затрат на качество процессов, при применении которых можно получить достоверную информацию о функционировании процесса и о его проблемных областях. Разработка такого метода является одной из главных задач всей системы экономики качества, так как от того насколько точно проанализированы затраты зависит конечный результат всего исследования и успех работы системы учета и анализа затрат на качество.

## **ВЫБОР МЕТОДОВ ПРИНЯТИЯ ОПТИМАЛЬНЫХ РЕШЕНИЙ ПРИ ЗАДАННЫХ ОТРАСЛЕВЫХ УСЛОВИЯХ И ОГРАНИЧЕНИЯХ**

А.М. Новиков

Управление хозяйствующими субъектами и другими организациями подразумевает процессы принятия разнообразных решений во всех аспектах их деятельности. Термин управление означает процесс воздействия субъекта на объект с целью перевода его в новое качественное состояние или поддержания в установленном режиме.



Для того чтобы перевести объект управления в желаемое состояние, необходимо приложить определенные усилия, а также иметь возможность произвольно изменять некоторые параметры системы, которые называют управляющими параметрами. Другими словами, управление возможно только в том случае, если существуют ресурсы управления (степени свободы). Если поведение объекта управления полностью предопределено, то возможность управления отсутствует.

Наличие многих критериев, отраслевых требований и ограничений в задачах стратегического управления социально-производственными системами обуславливает применение методов анализа сложных решений в условиях неопределенности, где помимо использования различного рода объективной информации требуется привлечение информации о субъективных предпочтениях лиц, принимающих решения.

Деятельность руководителей хозяйствующих субъектов, а также ответственных лиц (или групп лиц) на разных уровнях управления неизбежно связана с принятием решений. Этот термин подразумевает, что лицо, принимающее решение, обладает правом окончательного выбора вариантов действий в определенных ситуациях и несет ответственность за этот выбор. Делая выбор, лица, принимающие решения, могут учитывать результаты математических расчетов, проведенных на основе различных моделей, а также целый ряд соображений (количественного и качественного характера), которые не учитывались в этих расчетах. В докладе представлен анализ систем принятия решений с учетом особенностей ракетно-космической промышленности.

## **ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ОБЕСПЕЧЕНИЯ КАДРАМИ ПРЕДПРИЯТИЯ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ОТРАСЛИ**

А.П. Семина, Е.А. Силантьева, А.И. Тихонов

Развитие ракетно-космической отрасли и эффективность космической деятельности в значительной степени зависят от состояния и уровня развития космических и общепромышленных технологий. Для наращивания темпов развития собственных технологий, а также для обоснованного и эффективного использования передовых мировых технологий требуется решение проблемы кадрового обеспечения отрасли, в том числе создание системы подготовки и закрепления профессиональных кадров.



Стоит отметить, что в настоящее время в кадровом обеспечении отрасли сложилась ситуация, когда звено «среднего возраста», является самым малочисленным, а это творческие, амбициозные, но уже опытные сотрудники. При этом в отрасли нет недостатка в молодых сотрудниках, а есть проблема в их некомпетентности, что является как причиной несовершенства сложившейся системы образования, так и недостатком практического опыта. Кроме того молодые сотрудники склонны к недостаточной мотивации к труду и отсутствию отраслевой профессиональной ориентации. Так, при отсутствии «среднего звена», младшее поколение гораздо медленнее адаптируется к специфической, а это связано с отраслевыми особенностями предприятий, трудовой деятельности, что в свою очередь ведет к повышению текучести молодых кадров.

Таким образом, одной из основных проблем кадрового обеспечения ракетно-космической промышленности (РКП) является привлечение и закрепление на предприятиях молодых талантливых специалистов и научных работников, путем совершенствования системы подготовки, переподготовки кадров, разработки механизма взаимодействия «вуз-предприятие», а также за счет развития системы мотивации труда и социального обеспечения.

В современных условиях, когда существуют вызовы, отражающие как мировые тенденции, так и внутренние барьеры развития страны и отрасли, добиться успеха предприятию можно, только пересмотрев методы своей кадровой работы и выработав адекватную происходящим изменениям и вызовам стратегию развития кадрового потенциала, то есть пересмотрев приоритеты в кадровом, следовательно, и в инновационном развитии организации в целом.

Данное исследование направлено на выявление основных проблем кадрового обеспечения ракетно-космической отрасли, на изучение кадрового потенциала предприятий РКП, а также на поиск решения существующих проблем в кадровом обеспечении отрасли.

## **МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ПО ОЦЕНКЕ ФАКТОРОВ, ОПРЕДЕЛЯЮЩИХ УРОВЕНЬ ИННОВАЦИОННОСТИ РАЗРАБОТОК РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ**

Е.П. Прохорова

При формировании современной концепции развития ракетно-космической техники важным вопросом является оценка уровня инно-



вационности разработок и рост инновационного потенциала у потребителей продукции и услуг космической деятельности.

В настоящее время сложился механизм оценки сложных науко- емких проектов, к которым относятся и космические проекты и программы. В его основе лежат известные критерии: стоимость проекта или программы; показатели качества разработки; потребительская стоимость; целевая эффективность; коммерческая эффективность; безопасность; экологичность; социальная эффективность и т.д.

В высокотехнологичных отраслях исследования и разработки играют центральную роль в инновационной деятельности, тогда как прочие отрасли в большей степени полагаются на освоение заимствованных знаний и технологий. Различия в инновационной деятельности между отраслями (в зависимости от того, преобладают ли поэтапные или радикальные инновации), в свою очередь, предъявляют различающиеся требования к организационным структурам предприятий. Аналогичным образом роль и значение таких факторов, как регламенты и права на интеллектуальную собственность, может сильно колебаться от отрасли к отрасли. Эти различия важно учитывать при разработке системы показателей, характеризующих уровень инновационности проектов и программ.

В докладе рассмотрены основные группы показателей, характеризующие инновационную активность и методы их учета при оценки инновационности продукта.

**АГРЕГИРОВАННАЯ ОЦЕНКА И АНАЛИЗ ФИНАНСОВО-  
ЭКОНОМИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОРГАНИЗАЦИЙ  
РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ  
И ОТРАСЛИ В ЦЕЛОМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ  
ОПТИМАЛЬНОГО НАБОРА ПОКАЗАТЕЛЕЙ, ВЫБРАННЫХ  
НА ОСНОВЕ СОВРЕМЕННЫХ МЕТОДОВ АНАЛИЗА  
ФИНАНСОВО-ХОЗЯЙСТВЕННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ  
ОРГАНИЗАЦИЙ**

С.А. Яшина

Анализ финансово-экономического состояния и эффективности деятельности предприятия, сосредоточенный только на финансовых показателях не дает полной картины состояния предприятия, не позволяет построить точный прогноз его развития. Поэтому появилась необходимость в использовании современных методов агрегированной оценки деятельности предприятия, которые обращают внимание не



только на финансовые составляющие, но и технические и производственные показатели, трудовые ресурсы, инновации и т.д.

Целью работы является проведение исследований по разработке алгоритмов агрегированной оценки и анализа финансовых результатов и финансово-экономического состояния организаций ракетно-космической промышленности (РКП) с использованием оптимального набора показателей, выбранных на основе современных методов анализа финансово-хозяйственной деятельности.

В работе представлен анализ потенциальных возможностей повышения, информативности и эффективности системы показателей с точки зрения управления предприятиями РКП на основе стоимости, использования системы сбалансированных показателей (ССП) и т.д. ССП позволит на основе поставленной стратегии определить необходимые операционные показатели деятельности, выявить потребность в основных и трудовых фондах, потребность в финансировании, обеспеченность необходимыми ресурсами и разработками. Также в работе проведен сравнительный анализ систем оценки эффективности, применяемых НАСА (США) и РКА (РФ) с разработкой метода оценки эффективности деятельности организаций РКП, а также предложен алгоритм агрегированного анализа и оценки финансово-экономического состояния РКП на основе выбранных современных методов, сформирован оптимальный набор показателей финансово-экономического состояния предприятий РКП и отрасли в целом.



## СОДЕРЖАНИЕ

Участникам 50-х научных Чтений по космонавтике, посвященных памяти К.Э. Циолковского.....	3
--	---

### ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

История становления и развития Научных Чтений, посвященных разработке научного наследия и развитию идей К.Э. Циолковского ....	4
Новое здание – новая стратегия .....	7
55 лет Центру подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина .....	11
Итоги работы основных экспедиций на Международную космическую станцию и перспективы пилотируемой космонавтики..	13
Лунная одиссея отечественной космонавтики – «Лунному скитальцу – 45» .....	17
К.Э. Циолковский и современная космическая биология и медицина .....	21
Пятьдесят лет космической деятельности НПО имени С.А. Лавочкина .....	23

### СИМПОЗИУМ «ЧЕЛОВЕК В ОТКРЫТОМ КОСМОСЕ. ИСТОРИЯ, ПРОБЛЕМЫ, ПЕРСПЕКТИВЫ»

50 лет трудовой деятельности в открытом космосе .....	28
Выход в открытый космос и эволюция технологий, человека и человечества.....	35
Новые задачи освоения планет Солнечной системы .....	38
Человек в космосе. Вопросы безопасности .....	39
Первая (аэрокосмическая – челнок земной) ступень лунной транспортной системы .....	41
Космонавт выходит в открытый космос. В скафандре! А общество?	42



## СЕКЦИЯ 1. «ИССЛЕДОВАНИЕ НАУЧНОГО ТВОРЧЕСТВА К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО И ИСТОРИЯ РАКЕТНО- КОСМИЧЕСКОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ»

«Локомотивы истории»: к 80-летию со дня рождения известных историков ракетной техники и космонавтики Ю.В. Бирюкова и В.Ф. Рахманина .....	44
К.Э. Циолковский о личности в истории.....	47
«Идеальный строй жизни» – утопия и тоталитарное государство.....	50
Человек в «космической философии» К.Э. Циолковского .....	52
Социальная утопия: К.Э. Циолковский и К.С. Мережковский .....	55
Технократическая утопия: К.Э. Циолковский и Н.Ф. Федоров.....	57
Образ человека будущего в представлении К.Э. Циолковского и А.Л. Воынского .....	59
Я.А. Рапопорт и его вклад в осуществление идей К.Э. Циолковского в области дирижаблестроения (к 120-летию со дня рождения) .....	61
Из истории распространения К.Э. Циолковским повести «Вне Земли».....	64
Взгляды К.Э. Циолковского и А.В. Сухова-Кобылина на эволюцию человечества: сходство и различие .....	68
Социальные идеалы К.Э. Циолковского в историко-философском контексте .....	70
Роль науки в концепциях К.Э. Циолковского и К.Д. Кавелина .....	72
Современные компьютерные технологии и информационная цивилизация в свете взглядов К.Э. Циолковского и В.И. Вернадского .....	74
Основные результаты переучета научных сочинений К.Э. Циолковского по ракетной технике, реактивной авиации и космонавтике.....	77
К вопросу об эволюции Солнечной системы (в свете идей К.Э. Циолковского) .....	80
Батисфера К.Э. Циолковского в истории автономных глубоководных аппаратов.....	82



Научные связи А.Л. Чижевского и Н.А. Морозова .....	83
Памяти Алексея Ивановича Зинченко .....	85
Строитель космодромов В.П. Бармин (к 60-летию космодрома Байконур).....	86
Вехи истории Байконура (к 60-летию космодрома).....	88
35 лет первому огневому испытанию двигателя РД-170 .....	91
Вклад В.М. Ковтуненко в развитие космических исследований и экспериментальной астрономии (К 30-летию проекта «Венера – комета Галлея») .....	92
Политические, научные и личностные аспекты в становлении и развитии космической техники и радиоэлектроники.....	93
К вопросу о дефиниции понятий «космонавтика», «ракетно-космическая промышленность» и «военно-космическая отрасль».....	95
45 лет в эфире: история радиожурнала «Калуга и космос» .....	96

## **СЕКЦИЯ 2. «ПРОБЛЕМЫ РАКЕТНОЙ И КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ»**

Основные направления работы секции «Проблемы ракетной и космической техники» .....	98
Центр мониторинга и прогноза ионосферы .....	102
Создание автоматизированной системы распознавания объектов на аэрокосмических снимках поверхности Земли .....	103
Методика и результаты экспериментального исследования технических характеристик систем космической навигации ГЛОНАСС/GPS в сельском хозяйстве.....	104
Определение положения наземных объектов на борту космического аппарата .....	105
Расчёт параметров маневров, переводящих низкоорбитальный космический аппарат на орбиту захоронения .....	106
Изучение катастрофических явлений и экологических проблем с Российского сегмента Международной космической станции .....	107



Программный комплекс обеспечения проведения космического эксперимента «Контур-2» на Российском сегменте Международной космической станции .....	108
Использование ультразвуковых и инфракрасных сигналов в системах позиционирования и ориентации объектов внутри модулей МКС .....	109
Исследование технологий позиционирования в космическом эксперименте «Визир» .....	109
Методика проведения космических экспериментов «Плазма-Прогресс», «Радар-Прогресс» с использованием радара некогерентного рассеяния для исследований плазменных неоднородностей, создаваемых в ионосфере бортовыми жидкостно-ракетными двигателями .....	111
Система переносных акселерометров – эффективное средство для контроля и диагностики микроускорений на этапе эксплуатации Российского сегмента Международной космической станции .....	111
Математическая модель холодильника-излучателя в системе теплоотвода от космической ядерно-энергетической установки .....	112
Теплоотвод от ядерно-энергетической установки в системе энергообеспечения лунной базы .....	113
Некоторые пути развития датчиков и систем контроля двигателей, энергоустановок и техносистем воздушного, аэрокосмического и космического базирования .....	114
Изготовление композитной сопловой лопатки методом 3D прототипирования .....	115
Сопловая лопатка высокотемпературных турбин газотурбинного двигателя .....	117
Ресурс и избыточность характеристик долговременных орбитальных конструкций .....	118
Определение основных характеристик газодинамических органов управления .....	119
Комплексное баллистическое проектирование алгоритма высокоточного управления спуском перспективных пилотируемых космических кораблей .....	120



Использование суперкомпьютерных технологий при наземной обработке газодинамики старта космических ракетных комплексов	122
Сверхпроводящие технологии и вопросы создания «сильных» постоянных магнитных полей на борту космического аппарата .....	123
Вопросы построения 3D-лидаров космического базирования для дистанционного исследования малых небесных тел.....	124
Устройство охлаждения лопаток турбин высоконадёжных турбомашинных преобразователей, основанное на явлении термоэлектронной эмиссии.....	125
Критерии проведения пусков ракеты-носителя космического назначения «Зенит» по метеорологическим и аэрологическим условиям для космодрома «Байконур».....	127
Оптимизация структуры систем электроснабжения наземных комплексов при проектировании космических ракетных комплексов .....	128
Анализ методов и средств бортового диагностирования информационно-измерительных и управляющих систем космических аппаратов и их синтез с помощью встроенных реконфигурируемых вычислительных полей .....	129
Расчёт тепловых режимов спутника дистанционного зондирования Земли.....	130
Методы расчёта многостеночных структур, применяемых в крупногабаритных ракетно-космических конструкциях .....	131
Изучение динамики развития катастрофических явлений по фотоснимкам в эксперименте «Ураган» на Российском сегменте Международной космической станции .....	132
Анализ учёта уходящего от Земли излучения при моделировании энергобаланса Российского сегмента Международной космической станции в космическом эксперименте «Альбедо».....	133
Исследования по изучению конвекции аппаратурой «Дакон-М» на Международной космической станции и транспортном грузовом корабле «Прогресс» .....	134
Методика определения положения объекта внутри орбитальной станции .....	134



Итеративный подход к прогнозированию сроков реализации космического эксперимента с учётом его характеристик .....	135
Проблемы интеграции научной аппаратуры с двухосными платформами, размещёнными на внешней поверхности Международной космической станции .....	137
Разработка метода получения геодезических координат прецизионной точности наземных лазерных маяков с борта малого космического аппарата .....	138
Стратегия заблаговременного строительства помещений на Луне для обитаемых станций .....	139
Основные принципы развития нормативно-методической и нормативно-технической баз по обеспечению качества и надёжности изделий ракетно-космической техники .....	141
Проектно-баллистический анализ и технико-экономическая оценка вариантов лунного пилотируемого комплекса .....	144
Методика повышения достоверности оценок показателей надёжности системы обеспечения теплового режима космического аппарата при наземных испытаниях .....	145

### **СЕКЦИЯ 3. «К.Э. ЦИОЛКОВСКИЙ И МЕХАНИКА КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЕТА»**

Анализ многоэкстремальности при оптимизации траектории прямого перелета космического аппарата с электроракетной двигательной установкой в околосолнечное пространство .....	147
Анализ оптимальных траекторий полета космического аппарата с комбинированной двигательной установкой большой и малой тяги к астероиду Апофис .....	148
Схема космического патруля для выявления сближающихся с землей астероидов .....	149
Анализ траекторий сближения космического аппаратов с Луной методами задачи трех тел .....	151
Анализ трехимпульсного перехода космического аппарата на орбиту искусственного спутника Луны .....	152



Многозеркальный космический телескоп с незаполненной апертурой.....	153
Подход к оперативной оценке обобщённой наблюдаемости космических аппаратов в задачах навигационно-баллистического обеспечения на основе теории ультрасистем .....	154
Идентификация космических объектов по данным оптических измерений .....	155
Программно-алгоритмический комплекс имитационного моделирования условий функционирования навигационных спутниковых систем .....	156
Анализ точностей навигации при полете космического аппарата к астероиду Апофис.....	157
Рулонная система регистрации микрометеоритов.....	158
Сравнительный анализ основных характеристик сближения ракеты-носителя с наблюдаемым космическим мусором на экваториальных и солнечно-синхронных орбитах .....	159
Определение минимальной потребной величины электрической мощности космического аппарата с электроракетной двигательной установкой в рамках решения задачи баллистического проектирования.....	160
Вычисление спектра малых колебаний троса космического лифта...	161
Оценка условий освещенности космического аппарата Солнцем в процессе его выведения на геостационарную орбиту .....	162
Динамика углового движения спускаемого аппарата на конечном участке траектории с учётом влияния ветра .....	164
Моделирование движения малого низкоорбитального быстровращающегося космического аппарата с надувной крупногабаритной конструкцией .....	164
Динамика космического аппарата с нелинейными свойствами узлов раскрытия конструкции .....	165
Использование механического аналога жидкости в виде вкладышей для описания движения разгонного блока в режимах закрутки и стационарного вращения .....	166



Собственные колебания жидкого топлива непостоянного объёма в сферической ёмкости .....	167
--	-----

#### **СЕКЦИЯ 4. «К.Э. ЦИОЛКОВСКИЙ И ПРОБЛЕМЫ КОСМИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ И БИОЛОГИИ»**

Секция космической биологии и медицины. К 50-летию Научных чтений памяти К.Э. Циолковского .....	169
Б.В. Моруков – космонавт, учёный, экспериментатор.....	171
Современные проблемы оториноларингологии в космической медицине .....	173
История и перспективы развития отоларингологии в системе врачебно-лётной экспертизы в 7 Центральном военном клиническом авиационном госпитале .....	175
Перспектива использования гистаминергических препаратов для оптимизации процесса послеполётной нейровестибулярной реадaptации космонавтов .....	178
Системный учет резервов и возможностей человека в авиации и космонавтике.....	180
Управление функциональным состоянием в условиях депривации ..	181
Энергетика работы в скафандре при моделировании высадки на Луну .....	182
Второй космонавт планеты – Г.С. Титов (к 80-летию со дня рождения) .....	185
Медицинское обеспечение полетов и психодиагностический подход во врачебно-лётной экспертизе .....	186
Памяти Н.А. Разсолова.....	187
Гигиенические, медицинские и биофизические аспекты оптимизации системы терморегулирования .....	188
Изучение влияния света как сигнального фактора на продолжительность жизни <i>Drosophila melanogaster</i> .....	190
Влияние невесомости на развитие костной системы эмбрионов японского перепела .....	191



Микробные топливные элементы как средство оценки бактериальной обсемененности речных биотопов .....	192
Экспериментальное обоснование использования пребиотика для оптимизации количественного и видового состава микрофлоры организма в искусственной среде обитания .....	194
Ресурсы и резервы повышения эффективности профессиональной деятельности летчика .....	195

## **СЕКЦИЯ 5. «АВИАЦИЯ И ВОЗДУХОПЛАВАНИЕ»**

Моноблочный экспедиционный космический комплекс .....	197
Проектирование системы автоматического управления суборби- тального ракетоплана .....	198
Расчетно-статистическая нестационарная модель окружающей среды в приложении к исследованиям высотных летательных аппаратов большой продолжительности полета .....	199
Концепции беспилотных летательных аппаратов большой продолжительности полета с различными типами бортовых источников энергии и схемами энергоснабжения .....	200
Автоматизированный имитационно-моделирующий стенд для отладки и тестирования системы автоматического управления беспилотного летательного аппарата .....	201
Аэродинамическое проектирование профиля крыла беспилотного летательного аппарата малой размерности .....	202
Определение оптимального варианта системы энергоснабжения беспилотного высотного дирижабля для длительного барражирования в северных широтах .....	203
Синтез метеоинформации с применением современных средств вычислительной техники .....	205
Концепция научно-технологической «дорожной карты» применения альтернативных видов топлива и источников энергии в авиации .....	206
Некоторые аспекты проблемы обледенения воздушных судов .....	207
Об авиационных инцидентах, связанных со столкновением птиц с воздушными судами .....	208



Анализ статистики авиационных происшествий и инцидентов, связанных с попаданием электрических разрядов на воздушные суда.....	209
Аэродинамические характеристики дирижабля при его движении через атмосферные струйные течения .....	210
Эффективность применения теплобарьерного покрытия на рабочих лопатках турбины газотурбинных двигателей.....	212
Психологические основы летного мастерства .....	213
Виртуальное взаимодействие «летчик-самолет»: влияние на летное мастерство .....	215
Внешняя аэродинамика силовой установки на пробеге самолета с применением реверса тяги.....	216
О возможных проблемах эксплуатации самолета МС-21 .....	218

## **СЕКЦИЯ 6. «КОСМОНАВТИКА И ОБЩЕСТВО. ФИЛОСОФИЯ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО»**

Космонавтика и человечество: К.Э. Циолковский и М.К. Тихонравов (к 115-летию со дня рождения М.К. Тихонравова).....	220
Космическая философия, космонавтика, футурология и переход общества к перспективному технологическому укладу.....	222
Развивая идеи К.Э. Циолковского об эволюции .....	225
Антропологическая идея К.Э. Циолковского.....	228
К.Э. Циолковский о динамике моральных требований и нравственных ориентиров развития в процессе научно-технического и социального прогресса .....	230
Философские и социальные взгляды К.Э. Циолковского в контексте развития современной общественной мысли.....	231
Утопия как смысл русского сознания .....	233
Философия К.Э. Циолковского и эстетика В.И. Иванова в рамках русского космизма .....	236
Проблема религиозного творчества в мировоззрении К.Э. Циолковского .....	238



Глобальные проблемы в космическом измерении .....	239
Социальная деятельность в концепции универсального эволюционизма .....	241
Международное сотрудничество в космосе от программы «Союз- Аполлон» до Международной космической станции: социокультурные аспекты .....	243
Русский космизм как духовно-идейный источник технического освоения космоса .....	246
Космизм и поэзия Пролеткульта (пролетарских культурно- просветительских организаций) .....	249
Русский космизм и современное общество .....	250
Перспективы космизма как коллективного мировоззрения .....	252
Наблюдение прохождения Венеры по диску Солнца и рефлексия сознания .....	253
Влияние идей К.Э. Циолковского на осознание оценочных аспектов космического туризма .....	255

## **СЕКЦИЯ 7. «К.Э. ЦИОЛКОВСКИЙ И НАУЧНОЕ ПРОГНОЗИРОВАНИЕ»**

К.Э. Циолковский и научное прогнозирование. Основные научные результаты работы секции – 2005-2014 .....	257
Основные тенденции развития международного космического права в обеспечении устойчивого развития космического деятельности .....	259
Перспективное проектирование и конструктивное прогнозирование характеристик космических аппаратов дистанционного зондирования Земли при наличии технико-экономических ограничений .....	262
Интеллектуальные системы оперативного контроля и мониторинга состояния космического аппарата.....	263
Будет ли в России эксплуатируемая космонавтика? .....	264



Методология управления рисками при обеспечении безопасности создаваемых космических станций, космических кораблей, автоматических космических аппаратов .....	266
Результаты выполнения работы по разработке предложений по посадочной лунной платформе с луноходом .....	267
Космонавтика и стратегия исследования Луны .....	268
Космонавтика будущего реализуется через интеграцию многофункциональных космических систем .....	271
Комплексный метод проектирования головных частей геофизической ракеты для проведения ракетных экспериментов .....	274
Исследование средств проведения комплексных геофизических экспериментов.....	275
Черные дыры – трансвселенские торнадо .....	276
Дух и материя в свете концепции живой вселенной К.Э. Циолковского .....	277
О реализации посадки перспективных посадочных аппаратов на грунт Венеры.....	279
О некоторых перспективных методах управления созданием сложных систем в XXI веке в аэрокосмической отрасли .....	280
Исследование на установках воздействия на материалы теплозащитного покрытия спускаемых аппаратов высокоскоростных частиц .....	281
Совершенствование устройств систем разделения космических аппаратов .....	282
Проектирование электромагнитных экранов бортовой космической аппаратуры .....	284
Способы хранения энергии планирующего венерианского атмосферного зонда .....	285
Системный анализ основных проектных параметров венерианского атмосферного зонда .....	286
Особенности теплообмена и уноса теплозащитного покрытия при торможении спускаемых аппаратов в гетерогенной атмосфере .....	286



Прорывные направления в технике и технологии межзвёздного полёта: активное использование гравитации в двигательных системах космических кораблей .....	288
Спускаемый аппарат для исследования Венеры .....	290
Перспективы развития средств космического мониторинга природной среды .....	290
Использование инерционных космических зондов-пенетраторов для научных исследований Луны .....	291
Атмосферные приливы – источник странных аттракторов погоды на Земле .....	292

## **СЕКЦИЯ 8. «К.Э. ЦИОЛКОВСКИЙ И ПРОБЛЕМЫ КОСМИЧЕСКОГО ПРОИЗВОДСТВА»**

Проблемы подготовки и проведения экспериментов по росту кристаллов в космосе .....	294
Выращивание высокооднородных кристаллов полупроводников в космических и наземных условиях .....	295
Реализация метода температурно-управляемой кристаллизации белков в условиях микрогравитации .....	296
Анализ образцов мелкодисперсной среды внешней поверхности Российского сегмента Международной космической станции в космическом эксперименте «Тест» .....	298
Разработка пластиковых несущих плит активных виброзащитных устройств для космических аппаратов .....	299
Анализ эффективности мобильного робота при работе на внешней поверхности Российского сегмента Международной космической станции .....	301
Рабочий цикл турбогенераторной солнечной электростанции большой мощности для орбитальной транспортно-заправочной станции .....	302
Космический эргодизайн и эргономика .....	302
Оценка научной результативности программы научно-прикладных исследований и экспериментов на Российском сегменте	



Международной космической станции на основе библиометрических показателей.....	304
---	-----

## **СЕКЦИЯ 9. «К.Э. ЦИОЛКОВСКИЙ И ПРОБЛЕМЫ ПРОФЕССИОНАЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ КОСМОНАВТОВ»**

Научные итоги работы секции 9 «К.Э. Циолковский и проблемы профессиональной деятельности космонавтов» на XXVIII – L Чтениях (1993-2015 гг.).....	306
К вопросу о методическом обеспечении подготовки космонавтов ...	307
О возможностях проведения экологического мониторинга опасных ситуаций экипажами основных экспедиций с борта Российского сегмента Международной космической станции .....	309
Разработка требований к создаваемому интегрированному комплексу технических средств подготовки космонавтов .....	310
Безопасность применения антропоморфных роботов – помощников при внутрикорабельной деятельности космонавтов .....	311
Траектории пилотируемого полёта к Луне.....	313
Контроль качества выполнения операций сближения и стыковки на тренажерах пилотируемых космических аппаратов.....	314
Методическое обеспечение операторов тренажера Российского сегмента Международной космической станции .....	315
Международное сотрудничество в космосе .....	316
Основные подходы по определению рациональной структуры комплекса технических средств подготовки космонавтов .....	318
Моделирование ракетных двигателей малой тяги в космических тренажерах .....	319
Улучшение обучающих функций тренажера космического эксперимента «Растения» с помощью трехмерной интерактивной модели оранжереи «Лада» .....	320
Концепция работы с талантливой студенческой и учащейся молодежью по формированию профессионального и научного интереса к развитию космической отрасли на базе «Космоцентра»..	321



Проблемы пожарной безопасности космической станции и этапы совершенствования подготовки экипажей по действиям при пожаре	323
Замена бумажной бортовой документации на электронную .....	324
Формирование глобально-ориентированной образовательной среды в рамках реализации проекта «экспериментальная лаборатория космической медицины и биологии» для выявления кадрового потенциала школьников в области обеспечения космических полетов.....	325
Комплекс технических средств коллективного пользования Научно-исследовательского испытательного центра подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина и возможности его развития.....	326
Исследование стабилметрических показателей у мальчиков и девочек подросткового возраста для выявления кадрового потенциала космической отрасли .....	327
Подготовка космонавтов к выполнению биотехнологических экспериментов на борту Международной космической станции .....	328
Особенности наземной подготовки космонавтов к работе с универсальной виброзащитной платформой с использованием устройства обезвешивания .....	329
Подготовка космонавтов к проведению космического эксперимента «Матрешка-Р»: основные этапы развития и совершенствования .....	329
Подготовка космонавтов к проведению космического эксперимента «Химия-образование» на борту Российского сегмента Международной космической станции .....	330
Обучаемость – важнейшая характеристика космонавта как субъекта учебной деятельности .....	330
Научные эксперименты на Международной космической станции по космическому образованию.....	331
Проведение экипажами Международной космической станции космического эксперимента «О Гагарине из космоса».....	331
Разработка и запуск студенческих малых космических аппаратов экипажами Международной космической станции и их экономическая составляющая .....	332



Идея освоения космического пространства в пилотируемой космонавтике.....	333
---	-----

## **СЕКЦИЯ 10. «К.Э. ЦИОЛКОВСКИЙ И ПРОБЛЕМЫ ОБРАЗОВАНИЯ»**

Образовательные космические проекты в Юго-Западном государственном университете .....	335
Astronomical education in Germany and relations to Konstantin Eduardowitsch Ziolkowski .....	336
Воплощение идей ученых-космистов в практике дополнительного космического образования.....	337
Образовательные идеи К.Э. Циолковского и подготовка инженеров- преподавателей ФГБУ "Научно-исследовательский испытательный центр подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина .....	340
Подготовка инженерно-преподавательских кадров центра подготовки космонавтов .....	342
Развитие творческой личности слабослышащего ребенка средствами музыки .....	343
Участие музея космонавтики в межмузейном образовательном проекте «Олимпиада "Музеи. Парки. Усадьбы"».....	344
Проблема становления инклюзивного образования в России .....	346
Межкультурное образование в детском возрасте – актуальная проблема современности .....	348
Инновационные педагогические методы К.Э. Циолковского в современном детском техническом творчестве .....	352
Выставка Государственного музея истории космонавтики им. К.Э. Циолковского «Этот день мы приближали как могли» в системе патриотического воспитания молодежи.....	354
Педагогические идеи К.Э. Циолковского в формировании толерантного отношения людей друг к другу.....	355
Дополнительное космическое образование – наследие педагогических идей отечественных ученых-космистов.....	357
Азы науки постигаем в школе .....	359



Роль педагога в раскрытии потенциала личности ребенка .....	361
Интерактивная экспозиция немецкого музея техники: прошлое и современность .....	363
Место ГМИК им. К.Э. Циолковского в институциональной системе гражданско-патриотического воспитания детей и молодежи .....	366
Учебно-исследовательская деятельность как средство профориентации старшеклассников на примере детско-юношеского центра космического образования г. Калуги «Галактика» .....	367
Уникальный космический фото-видео архив.....	369
Театральная деятельность как вид детского творчества и основа профориентации.....	371
Художественное творчество – путь к мастерству.....	373
Формирование духовности молодежи в процессе общения .....	374
Учитель об ученике .....	375

## **СЕКЦИЯ 11. «К.Э. ЦИОЛКОВСКИЙ И ЭКОНОМИКА КОСМИЧЕСКОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ»**

Круглый стол «Опыт использования результатов космической деятельности в России. Ключевые проблемы коммерциализации результатов космической деятельности. Автоматизированная база данных по космическим продуктам и услугам» .....	377
Технологическая платформа «Использование результатов космической деятельности в интересах конечных потребителей» как коммуникационный инструмент в инновационном направлении социально-экономического развития общества .....	377
О некоторых методах управления созданием сложных систем в аспекте их качества, надежности, безопасности и конкурентоспособности .....	379
Сравнительный технико-экономический анализ космических аппаратов дистанционного зондирования Земли.....	381
Освещение жилых помещений и оранжерей на Луне без применения электричества .....	382
Нерешенные юридические проблемы освоения космоса.....	383



Проблемы методического сопровождения реализации дорожных карт в ракетно-космической промышленности .....	385
Модель аэрокосмического мониторинга состояния неопределенно-стохастических динамических систем.....	386
Методическое сопровождение проектов использования технологий аэрокосмической промышленности в интересах регионального развития .....	388
Управление затратами на разработку новых изделий .....	389
Задачи управления конфликтами, связанные с реструктуризацией ракетно-космической промышленности.....	391
О Оценка конкурентоспособности пилотируемых транспортных кораблей нового поколения .....	392
Информационно-коммуникационные технологии как базовый элемент стратегии развития космической отрасли РФ на современном этапе.....	393
Применение методов генерирования идей при проектировании технически сложных изделий.....	394
Рекомендации по внедрению системы управления эффективностью трудовой деятельности работников ракетно-космической промышленности на базе ключевых показателей эффективности.....	396
Использование результатов космической деятельности в инновационном развитии региона .....	398
Национальная космическая технологическая платформа как инструмент управления формированием инновационных систем.....	399
Проблема экономических оценок состояния работ по обеспечению качества .....	401
Выбор методов принятия оптимальных решений при заданных отраслевых условиях и ограничениях.....	402
Основные тенденции обеспечения кадрами предприятия ракетно-космической отрасли.....	403
Методические положения по оценке факторов, определяющих уровень инновационности разработок ракетно-космической техники .....	404



Агрегированная оценка и анализ финансово-экономического состояния организаций ракетно-космической промышленности и отрасли в целом с использованием оптимального набора показателей, выбранных на основе современных методов анализа финансово-хозяйственной деятельности организаций.....	405
--	-----



**50-е НАУЧНЫЕ ЧТЕНИЯ  
ПАМЯТИ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО**

Материалы подготовлены к печати членами Оргкомитета Чтений и сотрудниками Государственного музея истории космонавтики имени К.Э. Циолковского Л.Н. Кануновой и Г.А. Сергеевой

\*\*\*

Компьютерная верстка — В.А. Бирюков, М.К. Кременецкая.  
Ответственность за содержание докладов несут их авторы

Подписано в печать 18.08.2015 г.  
Формат 60x84/16. Бумага офсетная. Печать трафаретная.  
Усл. печ. л. 21.5. Тираж 500 экз. Зак. № 290.

Отпечатано «Наша Полиграфия»  
г. Калуга, Грабцевское шоссе, 126.  
Лин. ПЛД №42-29 от 23.12.99  
т. (4842) 77-00-75