

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

**НАУЧНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ТРУДОВ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО:
ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ**

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

Часть 1

Калуга, 2020

Russian Federation Ministry of Culture
Russian Academy of Sciences
The Commission on developing scientific heritage of K.E. Tsiolkovsky
The State Museum of the History of Cosmonautics by K.E. Tsiolkovsky

**THE SCIENTIFIC IMPORTANCE OF K.E. TSIOLKOVSKY'S
WORKS: HISTORY AND MODERNITY**

Materials
55's Scientific Readings in Memory of K.E. Tsiolkovsky

Part 1

Kaluga, 2020

55-е Научные чтения памяти К.Э. Циолковского 2020 г. проводятся при содействии Правительства Калужской области

Ответственные за выпуск:

Н.А. Абакумова, А.А. Мясников, 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. Воробьёв, д-р филол. наук А.Г. Гачева, д-р техн. наук, проф. Л.В. Докучаев, Т.Н. Желнина, д-р физ.-мат. наук, проф. В.В. Ивашкин, Л.Н. Канунова (отв. секретарь), д-р техн. наук, доц. А.А. Комов, 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, канд. ист. наук А.А. Мясников, д-р техн. наук, проф. А.А. Позин, Г.А. Сергеева, д-р техн. наук, доц. И.Г. Сохин, Е.А. Тимошенкова, д-р техн. наук, проф. О.С. Цыганков, канд. техн. наук В.М. Чеснов (отв. секретарь), канд. техн. наук Н.А. Чернова.

НАУЧНОЕ ЗНАЧЕНИЕ ТРУДОВ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО: ИСТОРИЯ И СОВРЕМЕННОСТЬ

Материалы 55-х Научных чтений памяти К.Э. Циолковского. Калуга: ИП Стрельцов И.А. (Изд-во «Эйдос»). 2020.

© Авторы докладов, 2020

Уважаемые коллеги!

От имени Российской академии наук сердечно поздравляю вас с открытием юбилейных 55-х Научных Чтений памяти основоположника теоретической космонавтики Константина Эдуардовича Циолковского.

Идеи К.Э. Циолковского послужили фундаментом, на котором выросла блестящая плеяда ученых-конструкторов, инженеров, новаторов. Их трудами была создана ракетно-космическая промышленность и обеспечены грандиозные достижения, по праву закрепившие за нашей страной статус великой космической державы. Творческое наследие Циолковского не потеряло своего значения и в наши дни, оно является вдохновляющим примером смелости замыслов в познании тайн Вселенной, освоения человеком пространств за пределами Земли, образцом беспредельного энтузиазма. Оно способствует углублению научного мировоззрения, расширению взаимосвязей естественных, технических и общественных наук, повышению ответственности за судьбу собственной планеты.

Начиная с 1966 года в Калуге Государственным музеем истории космонавтики (ГМИК) имени К.Э. Циолковского совместно с академическими, научными общественными организациями России ежегодно проводятся традиционные Научные Чтения, посвященные разработке научного наследия и развитию идей ученого. Программа 55-х Научных чтений, как обычно, содержательна и многогранна. Она охватывает многие направления современной науки и техники, которые привлекают внимание специалистов авиационной, ракетной, космической и смежных областей, среди которых наши Чтения пользуются заслуженным авторитетом. Достаточно сказать, что за прошедшие годы в рамках Научных Чтений им. К.Э. Циолковского было заслушано более 6 тысяч докладов, опубликовано большое количество Трудов и других материалов. Все большее участие в работе Чтений принимают молодежь, зарубежные специалисты.

Уверен, что 55-е Научные Чтения пройдут на высоком профессиональном уровне, будут способствовать дальнейшей пропаганде достижений авиации и космонавтики и внесут достойный вклад в развитие отечественной науки и техники. Пользуюсь возможностью поблагодарить руководство Калужской области за неизменную поддержку проведения Чтений, ГМИК им. К.Э. Циолковского и членов Оргкомитета Чтений за большую работу по их подготовке и организации. Благодарю руководителей предприятий ракетно-космической отрасли, Российской Академии науки и высших учебных заведений за неизменный интерес и активное участие.

Желаю участникам Чтений плодотворной работы, новых интересных идей, содержательных дискуссий и дальнейших творческих успехов!

Академик РАН
М.Я. Маров

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ

УДК 629.78(091)
eLIBRARY.RU: 55.47.00; 55.49.00

Карчаев Х.Ж.

кандидат экономических наук,
АО «НПО Лавочкина»

Ефанов В.В.

доктор технических наук, профессор,
АО «НПО Лавочкина»

**Посвящается 75-летию Победы советского народа в Великой
Отечественной войне**

**АВИАКОНСТРУКТОР И РАКЕТОСТРОИТЕЛЬ
С.А. ЛАВОЧКИН.**

**120 ЛЕТ ВЫДАЮЩЕМУСЯ ГЕНЕРАЛЬНОМУ
КОНСТРУКТОРУ АВИАЦИОННОЙ И РАКЕТНОЙ ТЕХНИКИ
СЕМЁНУ АЛЕКСЕЕВИЧУ ЛАВОЧКИНУ
120 YEARS SINCE THE BIRTH OF DISTINGUISHED
FIGURE IN AIRCRAFT AND ROCKET DESIGN
SEMION ALEXEEVICH LAVOCHKIN**

Аннотация: Представлен ретроспективный обзор работ, проведённый коллективом специалистов под руководством генерального конструктора авиационной и ракетной техники С.А. Лавочкина, показан его творческий и жизненный путь.

Ключевые слова: Лавочкин; самолёты-истребители «Ла»; ЗРК С-25; МКР «Буря»; космические аппараты серий «Луна», «Венера», «Марс».

Abstract: The article presents a retrospective review of the work carried out by a team of specialists under the leadership of S.A. Lavochkin – Designer General of aircraft and rocket technology, shows his creative and life path.

Keywords: Lavochkin; «La» Fighter Aircraft; «S-25» ZRK; «Burya» MKR; «Luna», «Venera», «Mars» spacecraft series.

Семён Алексеевич Лавочкин – дважды Герой Социалистического Труда, четырежды лауреат Государственной премии СССР, генерал-майор инженерной службы, член-корреспондент АН СССР, доктор

технических наук. Родился 11 сентября 1900 г. в Смоленске в семье учителя городской гимназии. Окончил гимназию в Курске. Воевал рядовым в гражданской войне в Красной армии. В 1920 году служил в пограничной охране, откуда был демобилизован и направлен на учёбу в Москву. В 1927 году окончил МВТУ имени Н.Э. Баумана, с 1929 г. работал в ряде авиационных КБ. 1938-1939 – в Главном управлении авиационной промышленности [1].

В 1939-1940 годах совместно с В.П. Горбуновым и М.И. Гудковым был создан истребитель ЛАГГ-3 из дельта-древесины, который поступил на вооружение в Красную армию [2].

В год 75-летия Победы в Великой Отечественной войне мы говорим, что значительно усовершенствованные истребители Лавочкина Ла-5ФН, Ла-7 обеспечили господство нашей авиации в воздухе над фашистскими истребителями Мессершмитт-109 и Фокке-Вульф-190.

Ла-7 был признан лучшим советским истребителем времён войны. По отзывам лётчиков Ла-7 не имел себе равных до высоты 5000 метров. На нём воевал трижды Герой Советского Союза И.Н. Кожедуб [3, 4].

Всего самолётов Лавочкина в 1941–1945 годах построено 22500 экземпляров, каждый третий истребитель в это время был создан Лавочкиным.

С самого начала создания самолётов Семён Алексеевич проявил себя в подходе к решению научно-технических проблем как новатор, первооткрыватель, конструктор с обострённым чувством нового. Он говорил: «При создании летательных аппаратов есть закон: хорошо не то, что хорошо сегодня, а то, что будет хорошо и завтра!».

С окончанием войны наступила эпоха реактивной авиации, скоростей выше скорости звука. Проектно-конструкторские работы, проводимые ОКБ Лавочкина, стали отличаться более высоким уровнем кооперации с ведущими НИИ авиационной отрасли. Большое значение приобрели математические расчёты, наземная отработка, моделирование. В 1947 году совместно с ЦАГИ – нами был создан первый отечественный истребитель со стреловидным крылом Ла-160 [2, 3, 4].

В конце 1948 года реактивный Ла-176 с крылом стреловидностью 45° первым в стране преодолел звуковой барьер в полёте со снижением.

Следующим этапом работы стало создание в 1956 году высотного истребителя-перехватчика Ла-250 «Анаконда». Самолёт оснащался управляемыми ракетами для перехвата на удалении до 500 км от

аэродрома базирования целей, летящих на высотах до 20 км со сверхзвуковой скоростью. Лавочкин взял на себя непростую задачу – создание не только перехватчика, но и управляемой по радиоканалу ракеты. Многое в проекте было впервые: от аэродинамических компоновок; конструктивно-технологических решений; систем управления; силовых установок и др. [2, 3, 4, 5].

С созданием наукоёмкой реактивной авиации можно сказать, что сформировалась в ОКБ-301 научно-конструкторская школа Лавочкина, способная решать сложные технические задачи совместно с учёными Академии наук, с ведущими НИИ авиационной промышленности – ЦАГИ, ЛИИ, ЦИАМ, ВИАМ и др.

Характерные особенности этой школы:

- оригинальная тщательно проработанная проектная документация;
- высокопрофессиональное проведение аэродинамических тепловых прочностных расчётов;
- уникальные конструктивно-технологические решения;
- глубокий анализ результатов испытаний создаваемой техники, развитие и совершенствование наземной экспериментальной базы, которая позволила большую часть отработки перевести с воздуха на землю.

В тот же период появились первые ЭВМ. В нашей стране появилась первая цифровая вычислительная машина (МЭСМ). На её базе в ОКБ-301 был создан стенд для отработки самолёта Ла-250. Лётчик-испытатель М.Л. Галлай вспоминал: «Сидя в кабине стенда, можно было действовать рычагами управления, на экране осциллографа наблюдать за ответными действиями самолёта».

В середине прошлого века ОКБ Лавочкина становится одним из основных предприятий ВПК СССР. Ему поручается создание новых средств защиты от воздушного нападения. В сентябре 1950 года наше предприятие постановлением Правительства назначается разработчиком зенитной управляемой ракеты системы ПВО «С-25» города Москвы. Это была первая в стране система противовоздушной обороны, базирующаяся на применении стационарных зенитных комплексов на основе секторных радиолокаторов, размещённых вокруг защищаемого объекта [3, 4].

Перед Лавочкиным стояла задача создания управляемых ракет класса «земля-воздух» и «воздух-воздух». В это время по решению правительства для участия в указанных работах было направлено около 50 опытных специалистов из НИИ-88 (ныне АО «ЦНИИмаш»). Возглавлял группу Георгий Николаевич Бабакин.

Ракета была создана немногим более чем за год.

В начале 1955 года система ПВО «С-25» была принята на вооружение.

В процессе создания и дальнейшей модификации ракеты в ОКБ под руководством Лавочкина была проделана большая работа по обеспечению длительного хранения изделий в заправленном состоянии. Эти наработки были использованы и в дальнейших ракетно-космических проектах.

В конце 40-х годов перед советскими конструкторами была поставлена проблема доставки ядерных зарядов на межконтинентальную дальность. Существующие и перспективные баллистические ракеты имели в то время недостаточную дальность полёта для поражения целей на территории вероятного противника, а самолёты для выполнения боевой задачи должны были преодолеть мощную систему ПВО противника.

Постановлением правительства 20 мая 1954 года ОКБ-301 во главе с Лавочкиным поручалось создание межконтинентальной ракеты для доставки ядерной боевой части, получившей название «Буря» [6].

По ТЗ скорость полёта должна соответствовать числу Маха $M=3$, дальность 8000 км.

Проведённые 18 испытательных пусков крылатой межконтинентальной ракеты показали достижимость заданных в ТЗ характеристик.

В процессе разработки «Бури» учёными и инженерами ОКБ под руководством Семёна Алексеевича Лавочкина впервые были созданы:

- помехоустойчивая астронавигационная система управления;
- технология сварки нового для отечественного авиастроения материала – титана;
- технологии механической обработки деталей из титана;
- термостойкие материалы для герметизации, изоляции, покрытия, остекления и др.

В июне 1960 года во время испытания зенитной управляемой ракеты системы ПВО «Даль» на полигоне Сары-Шаган генеральный конструктор Семён Алексеевич Лавочкин скоропостижно скончался.

Научные и технические результаты, полученные при разработке ракет, особенно «Бури», построенная экспериментально-стендовая база нашли применение при создании космической техники и проектно-конструкторская школа Лавочкина (в том числе авиационная культура конструирования) позволили достаточно легко и эффективно коллективу ОКБ перейти на новый этап деятельности предприятия [7].

Этот этап начался в 1965 году, когда было образовано Министерство общего машиностроения, в котором «лавочкинцы»

практически сразу начали создавать уникальные автоматические межпланетные станции с высоким уровнем конструктивного совершенства для фундаментальных научных исследований Луны, Венеры, Марса, а затем орбитальные астрофизические обсерватории и искусственные спутники Земли прикладного назначения.

Характерный пример, аппарат «Луна-9», созданный в ОКБ-1 Сергея Павловича Королёва. Попытки посадить этот аппарат на Луну в ОКБ-1 заканчивались неудачей. После его передачи нам в ОКБ был проведён тщательный анализ его конструкции, внесены отдельные критически важные усовершенствования, в частности, посадочного устройства. В результате успешный запуск. 3 февраля 1966 «Луна-9» впервые в мире совершила мягкую посадку на естественный спутник Земли. Затем последовали первые мягкие посадки на Венеру («Венера-7», 15 декабря 1970 г.), на Марс (Марс-3, 2 декабря 1971 г.) [3, 4].

Литература

1. Карчаев Х.Ж., Примаков П.В., Галич Н.В. К 120-летию со дня рождения С.А. Лавочкина. «Я – главный конструктор и отвечаю за всё!» // Вестник НПО им. С.А. Лавочкина. – 2020. – № 2. – С. . DOI:.
2. Якубович Н.В. Самолёты С.А. Лавочкина. – М.: Русское авиационное общество, 2002. – 160 с.
3. Ефанов В.В., Мартынов М.Б., Карчаев Х.Ж. Летательные аппараты НПО имени С.А. Лавочкина. Вчера. Сегодня. Завтра (к 80-летию предприятия) // Вестник НПО им. С.А. Лавочкина. – 2017. – № 2. – С. 5–16.
4. Ширшаков А.Е., Карчаев Х.Ж., Моишеев А.А. Лоханов И.В. На шаг впереди (к 80-летию ОКБ НПО имени С.А. Лавочкина) // Вестник НПО им. С.А. Лавочкина. – 2019. – № 2. – С. 3-18. DOI: 10.26162/LS.2019.44.2.001.
5. Головин Ю.М., Гафаров А.А. В тесном содружестве – от самолетов до космических аппаратов // Вестник ФГУП НПО им. С.А. Лавочкина. – 2012. – № 4. – С. 74–80.
6. Евстафьев М.Д. Долгий путь к «Буре». – М.: Вузовская книга, 1999. – 112 с.
7. Ефанов В.В., Мартынов М.Б., Карчаев Х.Ж. О научном потенциале НПО имени Семёна Алексеевича Лавочкина // Вестник НПО им. С.А. Лавочкина. – 2016. – № 3. – С. 73–76.

УДК: 520.6.07

eLIBRARY.RU: 34.15.00;89.01.17;89.15.02.

Матвеев Ю.А.

доктор технических наук,
профессор МАИ

Позин А.А.

доктор технических наук,
заведующий лабораторией
ФГБУ «НПО «Гайфун»

Ильин В.К.

доктор медицинских наук,
профессор, ГНЦ РФ-ИМБП РАН

Шершаков В.М.

доктор технических наук,
генеральный директор
ФГБУ «НПО «Гайфун»

**К. Э. ЦИОЛКОВСКИЙ — ЕГО ПРОГНОЗЫ
И МИРОВАЯ ЦИВИЛИЗАЦИЯ.**

УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ОБЩЕСТВА

**K. E. TSIOLKOVSKY — HIS FORECASTS AND WORLD
CIVILIZATION. SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF SOCIETY**

Аннотация: Анализируются возможности вклада космонавтики и ракетных исследований для устойчивого развития страны на примере «Пандемии» коронавируса. Проанализирована ФКП России.

Показано, что медико-биологические исследования в этой области, проводимые на МКС малоэффективны и не оперативны. Предложены современные методы решения этой проблемы на основе отечественного опыта из смежных областей ракетных геофизических исследований. Отмечается целесообразность проведения исследований на базе недорогого средства геофизического ракетного комплекса (РК) МР-30 методом суборбитальных технологий, а также модернизацией последнего, для использования космических платформ, соответствующих малым космическим аппаратам и их запускам. Представлена программа исследований. Исследуются возможные схемы, инновационные технологии и технические решения. Приводится технико-экономическая оценка разработанных предложений, приносящих вклад в экономику и устойчивое развитие страны.

Ключевые слова: Ракетные геофизические исследования, исследовательский ракетный комплекс, космическая биология, планетарный карантин.

Abstract: The article analyzes the potential contribution of space and rocket research to the sustainable development of the country on the example of the coronavirus «Pandemic». The Federal tax service of Russia has been analyzed.

It is shown that medical and biological research in this area conducted on the ISS is ineffective and not operational. Modern methods of solving this problem based on domestic experience from related fields of rocket geophysical research are proposed. The expediency of conducting research on the basis of an inexpensive means of the Mr-30 geophysical rocket complex (RC) using suborbital technologies, as well as upgrading the latter, for the use of space platforms corresponding to small spacecraft and their launches is noted. The research program is presented. Possible schemes, innovative technologies and technical solutions are investigated. The article provides a technical and economic assessment of the developed proposals that contribute to the economy and sustainable development of the country.

Keywords: Rocket geophysical research, research rocket complex, space biology, planetary quarantine.

Константин Эдуардович Циолковский признанный ученый, мыслитель, основоположник мировой космонавтики. Работы по космонавтике всегда имели прикладное значение. Современная земная цивилизация существует за счет использования 50 макротехнологий, как правило, состоящих из большого количества синергетически связанных частных технологий от нано до гипер. Умение выводить в космос искусственные и обитаемые объекты и возвращать их на Землю – это одна из макротехнологий. Теоретические предпосылки этой макротехнологии были заложены К. Э. Циолковским [1].

Ракета же была для него лишь средством проникновения в глубины космоса. Существование иных высокоразвитых цивилизаций было для него абсолютной истиной. И конечно (вероятно) контакт двух цивилизаций произойдет не так, как описывают фантасты. В реальности все может оказаться сложнее и необязательно контакт будет прямым и открытым.... На современном уровне знаний может быть скрытым и опасным для человечества. Как это случилось сейчас, например «Пандемия» коронавируса.

Подтверждаются прогнозы К. Э. Циолковского о существовании в нашей солнечной системе и во вселенной экзопланет, как источников следов жизни на них. Носителем этих следов является космическая

пыль и микрометеориты. В биологических экспериментах, проведенных с участием ГНЦ РФ ИМБА РАН, «Биориск», «Экспоуз» и «Тест» установлено, что физические условия космического пространства не являются лимитирующим фактором жизнеспособности микроскопических биологических организмов. В настоящее время сформирована доказательная база, что в составе микроорганизмов имеются и бактериологические компоненты [2]. В работах астробиологического центра Букингема Чандры Викрамасингха представлена экзопланетная гипотеза происхождения как теперешней, так и ранее манифестированной инфекции атипичной пневмонии. Основанием для такого утверждения стало то, что во время периодов, когда Земля проходит через пылевые следы комет, новые микроорганизмы, возможно, с патогенными свойствами могут быть введены в земную биосферу и что многие главные болезни и пандемии прошлого были связаны с кометной активностью [3]. Автор дал глубокую историческую хронологию пандемий сопряжённую с метеорной активностью и объяснил механизмы переноса инфекций человеком. Причем нашел подтверждение появления коронавируса в китайской провинции Хубей, с появлением огненного шара-болида взорвавшегося в 2000 км к северу от Ухани 11 октября 2019 года. Вскоре были зарегистрированы случаи болезни [4].

Предлагаемые авторами работы исследования по обнаружению биологических объектов в космической пыли и метеоритах смогут подтвердить или опровергнуть гипотезу английского ученого. Для обоснования предлагаемых исследований в докладе представлен анализ некоторых известных пандемий и антикризисных мер принятых и прогнозируемых на основе отечественного опыта. Показана временная динамика прогноза на реальных событиях 2020 года в процентном соотношении к объему ВВП 2019 года. При этом выявлены полученные и планируемые ущербы, нанесённые экономике РФ и устойчивости её развития. Дано сравнение наносимого ущерба к «нефтяной игле» (7 трл. руб, или 6,8% ВВП). Фактические и планируемые ущербы составляют от 12 трл. руб. (10,9% ВВП) до 10-15 трл. руб. (10-15% ВВП).

Что же может дать космонавтика в устойчивое развитие страны? Для этого проанализирована ФКП России на 2016-2025 годы [5]. Выявлено, что экономический эффект фундаментальных исследований в том числе и медико-биологических составляет 93,8 млрд. руб., а всей программы 1390,8 млрд. руб. – достаточно скромный результат. Если сравнивать с оказываемыми услугами Роскосмосом за срок ~ 10 лет

ежегодно от 300-500 млн. долл., то это ~ 1/5 стоимости нашей ФКП. Но услуги это не развитие новых – инновационных технологий.

К.Э. Циолковский как ученый – практик полагал, что развитие космонавтики пойдет через индустриальную отрасль, а ракетно-космическая промышленность хотя и относится к наиболее технологически развитым отраслям промышленности РФ заметно отстает от ряда передовых стран, об этом свидетельствует и низкий уровень производительности труда, потеря ряда компетенций, которые определяют конкурентно-способность и безопасность страны.

Рассмотрен ряд системных проблем, мешающих развитию космических фундаментальных исследований. Предложены современные методы, решения этих проблем на основе отечественного опыта.

Понятно, что развитие процесса космонавтики будет инициировано в рамках реформирования системы управления страны и ряда ключевых отраслей промышленности, начавшихся в этом году. В связи с этим, должна быть скорректирована и ФКП – с приоритетом увеличения создания инноваций на основе фундаментальных исследований и привлечения инновационных решений смежных отраслей промышленности и экономики.

При нынешнем уровне науки и технологий человечество может приспособиться к чему угодно. Вопрос в цене. Кроме того, меры нужно принимать своевременно. Нами проанализирован ряд технологий и выявлено, что наиболее эффективные технологии по срокам и ценовой политике предложены из смежной области – ракетных геофизических исследований (РГИ) на базе отечественного последовательского ракетного комплекса РК МР-30. Дана оценка предлагаемой технологии и показано, что такой подход позволит изучить данную проблему методом суборбитальных технологий за более короткие сроки и со значительной экономией средств, например, по сравнению с программами, проводимыми на МКС.

Разработан рациональный проект программы исследований стратосферной пыли по срокам и регионам, имеющим представительные территории, позволяющие оптимизировать логистику доставки из космоса образцов космической пыли с учетом мер безопасности и вовремя депонировать их в профильных учреждениях для проведения первичных исследований на наличие в них биообъектов. В случае обнаружения опасности биообъекта – оперативно разрабатывать профилактические меры защиты населения и окружающей среды. В практическом плане результаты проведенных экспериментов будут важны с точки зрения микробиологической

безопасности пилотируемых полетов, с теоретической точки зрения – данные по соотношению идентифицированных и не идентифицированных микроорганизмов, штаммов вирусов, вероятно присутствующих в составе доставленных на Землю образцов космической пыли. Полученные результаты позволят оперативно смоделировать и разработать систему карантинных мероприятий по защите биологических систем и здоровья человека, а так же обеспечить санитарную безопасность Земли.

Используя в работе результаты смежных областей наук, таких, как геофизика – изучение ионосферы возможно определить как обменивается Земля своими микрообъектами и со вселенной, уточнить границы биосферы Земли. Это позволит разработать требования к системе контроля санитарной безопасности Земли на основе группировки малых космических аппаратов, на базе современных технологий: специально разработанных платформ для блоков научной аппаратуры, интероперабельной сети информационного пространства, вычислительных ресурсов, специализированных полигонов, технических решений по сбору биообъектов, систем искусственного интеллекта, задел которых разработан Росгидрометом, учреждениями ФМБА РАН и другими организациями промышленности.

Все эти мероприятия позволят оперативно принять превентивные меры по снижению рисков развития пандемий и опасных природных явлений, с помощью современных геоинформационных технологий, локализовать последствия.

Реализация этой программы будет вкладом идей Циолковского через достижения космонавтики и ракетных геофизических исследований в устойчивое развитие РФ. Она даст новый толчок развитию фундаментальных исследований астробиологии, астроботаники, генетики, вирусологии, молекулярной биологии, технологиям развития конструкциям материалов, климатологии.

Литература

1. Ю.А. Матвеев, А.А. Позин, В.М. Шершаков Перспективы развития технических и технологических средств ракетного эксперимента // К.Э. Циолковский. Проблемы и будущее российской науки и техники. Материалы 52-х научных чтений памяти К.Э. Циолковского. Калуга: Изд-во «АКФ», 2017, с 37-38.
2. И.А. Поликарпов, Е.А. Дешева, Н.Д. Новикова, В.Н. Сычев, В.К. Ильин, В.К. Левинских, Е.В. Шубралова. Результаты исследования возможности и продолжительности выживания различных биологических объектов в открытом космосе – Материалы

26 Академических чтений по космонавтике: Москва, январь 2014, с 573.

3. Chandra Wickramasirghe, E.J. Steele, Reginald, M. Gorczynski, Daryl H. and J. Qu «Comments on Origin and Spread of the 2019 Coronavirus». Virol Curr Res 4 (2020) doi:10.37421/virolcurr Res 2020.

4. Log GNC Wicramasinghe etal. Virol Curr Res, Volum 4:1, 2020.

5. Федеральная космическая программа России на 2016-2025 годы. Утв. постановлением Правительства РФ от 23 марта 2016 г. № 230.

УДК 629.78

eLIBRARY.RU: 89.00.00

Власов П.Н.

Заслуженный летчик-испытатель РФ,
начальник

ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина»

Харламов М.М.

кандидат экономических наук,
первый заместитель начальника

ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина» по
организации деятельности и инновационному развитию

Курицын А.А.

доктор технических наук, доцент,
начальник управления

ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина»,
Звёздный городок, Московской обл.

60 ЛЕТ ЦЕНТРУ ПОДГОТОВКИ КОСМОНАВТОВ

ИМЕНИ Ю.А. ГАГАРИНА

THE 60TH ANNIVERSARY OF YU.A.GAGARIN COSMONAUT TRAINING CENTER

Аннотация: Федеральное государственное бюджетное учреждение «Научно-исследовательский испытательный центр подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина» является всемирно признанной организацией, обеспечивающей отбор и подготовку космонавтов и астронавтов к космическим полетам на пилотируемых кораблях и станциях.

Ключевые слова: подготовка космонавтов, технические средства подготовки космонавтов, пилотируемые космические аппараты.

Abstract: Federal State Budgetary Organization «Yu.A.Gagarin Research and Test Cosmonaut Training Center» is a world-recognized

organization providing selection and training of cosmonauts and astronauts for space flights on manned spacecraft and orbital stations.

Keywords: cosmonaut training, technical means of cosmonaut training.

2020 год – юбилейный для Центра подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина (ЦПК). Официально легендарное место с уникальной системой подготовки покорителей космоса было образовано 11 января 1960 года в соответствии с приказом ГК ВВС. Для учреждения это серьезная дата, которая говорит о большом трудовом пути коллектива, преемственности поколений, востребованности работы сотрудников в освоении космического пространства. Сейчас ЦПК ассоциируется с современными технологиями, эффективными программами подготовки космонавтов и астронавтов, профессионализмом специалистов высочайшего уровня [1]. ЦПК не останавливаемся на достигнутом, а успешно находим новые возможности для роста, создавая сегодня задел на будущее. Всё это стало возможным благодаря таланту, труду и самоотверженности людей, которые стояли у истоков образования ЦПК и работают здесь сейчас.

За весь период деятельности Центром было подготовлено более 520 российских космонавтов, а также около 100 иностранных космонавтов и астронавтов в составе международных экипажей [2].

В результате исследований процессов деятельности экипажей пилотируемых космических аппаратов в ЦПК была создана достаточно эффективная научно-методическая база современной системы отбора и подготовки космонавтов.

Важнейшими принципами системы являются этапность и пролонгированность процессов отбора и подготовки космонавтов, обеспечивающие в итоге гарантированное качество подготовленности экипажей ПКА для безопасного и надежного выполнения космического полета [3].

Одной из главных особенностей подготовки космонавтов и астронавтов является необходимость приобретения первичного «космического» опыта в наземных условиях [4]. Этот опыт они приобретают на наземных тренажерах, на которых моделируются условия деятельности экипажей космических кораблей и станций. Результатами подготовки космонавтов на тренажерах во многом определяется успех космического полёта в целом – его эффективность и безопасность [5].

Уровень развития науки и техники, существующие технологии, научно-технические заделы в части обеспечения профессиональной деятельности космонавтов позволяют уже в ближайшие годы

приступить к решению практических задач освоения Луны и дальнего космоса, что потребует дальнейшего совершенствования российской системы подготовки космонавтов.

Литература

1. 60 лет ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина» – задел на будущее / Власов П.Н. // Пилотируемые полеты в космос: журнал. – 2020, – № 1(34), – С. 7-26.
2. Российская система подготовки космонавтов: прошлое, современность и перспективы развития. / Власов П.Н., Харламов М.М., Курицын А.А., Сохин И.Г., Крючков Б.И. // Идеи и новации: журнал. – Изд.: Автономная некоммерческая организация «Институт региональной журналистики» (Реутов). – 2018. – № 3. – Том: 6.– С. 82-86.
3. С именем Гагарина. / Под общей редакцией В.В. Циблиева. Консультанты: В.Ф. Быковский, Б.В. Волинов, П.И. Климук, А.А. Леонов, В.В. Терешкова // М.: Российский государственный научно-исследовательский испытательный Центр подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина, 2005. – 315с.
4. Мировая пилотируемая космонавтика. История. Техника. Люди. /И.Б. Афанасьев, Ю.М. Батурина, А.Г. Белозерский и др. – Под ред. Ю.М. Батурина. // М. Издательство «РТСофт», 2005. – 752с.
5. Space Tourist's Training for Spaceflight. М.М. Kharlamov, I.V. Koreshev, A.A. Kuritsyn. 70nd International Astronautical Congress – 2019 Washington D.C., USA, IAC Paper IAC-19, B3.2x53791.

УДК 629.78

eLIBRARY.RU: 03.29.00

Лосицкий В.П.

директор
Фонда поддержки детского технического
творчества им. лётчика-космонавта,
Героя Советского Союза А.А. Сереброва,
г. Москва

ПРОЕКТ-ИССЛЕДОВАНИЕ
«НОРДХАУЗЕН-ГОРОД РАКЕТ И СМЕРТИ»
RESEARCH PROJECT
«NORDHAUSEN-CITY ROCKETS AND DEATH»

Аннотация: Проект – исследование и поиск архива личных дел узников нацистского лагеря ДОРА-Миттельбау. По разным оценкам в этом лагере в период осени 1943 года по 12 апреля 1945 года погибло от 20 тысяч до 100 тысяч солдат и офицеров Красной Армии. Наши солдаты и офицеры сознательно шли на смерть чтобы ракеты ФАУ-2 не падали на мирные города Англии и Бельгии, это был массовый подвиг самопожертвования. За весь послевоенный период данная тема никогда и не кем не исследовалась. Считаем необходимым рассказать эту трагическую историю нашим детям и вернуть родным и близким имена героев.

Ключевые слова: С.П. Королев, Б.Е. Черток, В.П. Глушко, ракета ФАУ-2, город Нордхаузен, ДОРА-Миттельбау, завод Миттельверк, лагерь смерти, Вернер фон Браун, Гиммлер.

«Война не закончится, пока не будет
похоронен последний Солдат»

А.В. Суворов

Внимательно перечитывая книгу академика Бориса Евсеевича Чертока «Ракеты и люди» (Издательство «Машиностроение» 1994, стр. 110), мы обратили внимание на следующие строки: «Мы смотрели эти рисунки, насыщенные обреченными персонажами в полосатых костюмах, среди которых, наверно, были десятки героев, имен которых никогда не узнает человечество. Как удалось сохранить эти рисунки? «Очень просто, – объяснил художник. Некоторые рисунки у меня отнимал специальный офицер гестапо. А многие его не интересовали. Я должен был всё сдать в дирекцию завода, но не успел и теперь готов подарить русскому командованию». Генерал Гайдуков с благодарностью принял столь редкостный дар. Альбом этих рисунков в своё время был отправлен в Москву. А вот где они теперь – не знаю. Может быть, в каких-либо архивах и удастся их отыскать.»

Этот текст подсказал идею проекта –исследования под условным названием «Нордхаузен – город ракет и смерти», посвященный памяти солдат и офицеров Красной армии, там погибших. Генерал Лев Михайлович Гайдуков, кому в 1945 году немецкий художник в присутствии Б.Е. Чертока передал альбом, был руководителем отдела

ЦК ВКПб. К сожалению в подведомственных Росархиву Государственном архиве Российской Федерации (ГА РФ), Российском государственном архиве социально-политической истории (РГАСПИ) и Российском государственном военном архиве (РГВА), а также в Центральном архиве ФСБ России данного альбома не обнаружено, возможно он сохранился в других архивах страны.

Небольшое отступление.

Вопрос о количестве советских военнопленных в годы ВОВ по-прежнему дискуссионный. В немецкой историографии эта цифра доходит до 6 млн. человек, хотя германское командование говорило о 5 млн. 270 тыс. Однако следует учесть тот факт, что, нарушая Гаагскую и Женевскую конвенции, немецкие власти в состав военнопленных включали не только солдат и офицеров РККА, но и сотрудников партийных органов, партизан, подпольщиков, а также все мужское население от 16 до 55 лет, отступавшее вместе с советскими войсками.

По данным Генштаба вооруженных сил РФ, потери пленными в ВОВ составили 4 млн. 559 тыс. человек, комиссия Министерства обороны под председательством М.А. Гареева заявила примерно о 4 млн. Сложность подсчета во многом связана с тем, что советские военнопленные до 1943 года не получали регистрационных номеров. Точно установлено, что из немецкого плена вернулись 1 836562 человека.

К концу 1941 года в Германии выявилась колоссальная потребность в рабочей силе, главным образом — в военной промышленности, и дефицит решили восполнить в первую очередь за счет советских военнопленных. Как известно максимальные потери Красной Армии были в первоначальный период войны, воинские подразделения в это время кадривались призывниками срочной службы, молодыми ребятами в возрасте от 18 до 27 лет они и составили основной контингент фашистских лагерей.

По утверждению немецкого историка Г. Моммзена, «при соответствующем питании» производительность советских военнопленных составляла 80%, а в иных случаях и 100% от производительности труда германских рабочих. Моммзен отмечал, что советские пленные составляли «важнейшую и прибыльную рабочую силу», даже более дешёвую, чем заключенные концлагерей. Доход в государственную казну, полученный в результате труда советских военнопленных исчислялся сотнями миллионов марок.

В феврале 1945 года в Ялте главами трех держав был подписан договор, в нарушении его город Нордхаузен где находился подземный

завод Миттельверк был взят под контроль американскими войсками под командованием генерала Кортни Ходжеса, командующего 1-й Армией США и вошел в советскую зону оккупации только после Потсдамского соглашения. В период с 12 апреля, по 31 мая 1945 года в соответствии с операцией «Оверкаст» группа научных экспертов под руководством Дж. П. Хэмилла, занималась розыском и вербовкой германских ракетчиков и вывезла в США все самое ценное, что имело отношение к ракетной технике. Были отправлены: 100 готовых полностью собранных ракет, более 50 боеголовок, 115 приборных отсеков, 127 комплектов топливных отсеков, 180 кислородных баков, 200 турбонасосных агрегатов, 215 двигателей, 100 рам двигателей, 90 комплектов хвостовой части, боевые стартовые устройства вместе с персоналом, вывезли все специальное ракетное испытательное оборудование.

В руки американцев попал архив Вернера фон Брауна, из Советской зоны был вывезен архив генерала Дорнбергера. В общей сложности только оборудования, документации, отчетов, архивов и картотек было вывезено 341 товарный вагон. Американские войсковые части покинули этот район лишь в конце июня 1945 года.

12 апреля 1945 года в лагерь смерти «DORA», где содержались заключенные завода «Миттельверк» близ города Нордхаузен, собиравшие ракеты ФАУ-1 и ФАУ-2, вошли американцы, за три дня до этого, по необъяснимым причинам был нанесен авиационный удар по лагерю DORA. По разным оценкам погибло более 3500 заключенных и несколько тысяч было искалечено.

Заключенные, попавшие в лагерь DORA, считались «носителями тайны», а поэтому живыми уйти не могли. У узников не оставалось и проблеска надежды на спасение. Главное управление имперской безопасности вело персональную учет (личные дела) всех, кто был причастен к ракетному производству. Архивы лагерной канцелярии были вывезены в Америку в одном из 341 вагоне. Возможно, что-то сохранилось у нас. Зная педантизм немцев, можно предположить, что в карте заключенного с целью проведения оперативных мероприятий отмечалась истинная причина смерти: саботаж, вредительство и прочее. Зная это мы не только сможем вернуть имена солдат и офицеров, но и рассказать правду о героизме наших граждан. Вся эта история примечательна тем, что заключенные лагеря смерти DORA (а это на 70% офицеры и солдаты Красной армии) знали, что ракетами, сделанными их руками, обстреливаются территории Англии и Бельгии и вреда Советскому Союзу не принесут. И тем не менее они шли сознательно на смерть, любыми способами стараясь вывезти ФАУ из

стройка. Одним из руководителей движения сопротивления был наш соотечественник, летчик из Одессы капитан Еловой сбитый в 1943 году под польским городом Лодзь, сумевший организовать движение сопротивления в этом лагере.

Работы по строительству подземного завода «Миттельверк» начались осенью 1943 года, ежедневно из лагеря «Бухенвальд» на строительство доставлялось до 400 заключенных людей разных национальностей, штатная численность предприятия составляла 32500 человек, несложно посчитать, что с осени 1943 года по весну 1945 года через фабрику смерти «Дора-Миттельбау» прошло примерно 200000 человек, живыми из узников в этот период не вышел никто, 2/3 контингента составляли солдаты и офицеры Красной Армии, люди разных стран и национальностей бывшего СССР. Речь идет о судьбах наших соотечественников, примерно от 20000 до 100000, найдя архив лагеря DORA мы не только вернем имена Героев, но и имена без вести пропавших граждан наших стран, их ждут их родные и близкие.

Эта страшная история подвига, самопожертвования никем и никогда не исследовалась. Считаю, что настало время когда мы должны рассказать об этом нашим детям. Это наш долг перед памятью этих людей.

Обращаюсь к читателям возможно кто-то знает хоть, что-нибудь про эту трагическую историю, знает где возможные пути поиска альбома немецкого художника передавшего альбом в 1945 году Л.М. Гайдукову. Возможно в семейных архивах существуют материалы имеющие отношение к этой истории, одной из многих трагических историй Великой Отечественной Войны.

Литература

1. Черток Б.Е. «Ракеты и люди», г. Москва, Машиностроение, 1994 г.
2. Блохин Б.Д., Дорожкин Н.Я.,Евич А.Ф. «Так это было...», г. Королев, ЦНИИмаш, 2014 г.
3. Лоскутов А.С. «Записки ракетчика», г. Королев, 2013 г.
4. Королева Н.С. «Отец», г. Москва, Наука, 2002 г.
5. Коротеев А.С. «70 лет на передовых рубежах ракетно-космической техники», г. Москва, Машиностроение, 2003 г.
6. Берне Л.П. «Как все начиналось», г. Москва, Крылья Родины, 2010 г.
7. Полевой Б.Н., «В конце концов», г. Москва, Советская Россия, 1969 г.
8. Локтев А.Л. «Недавно это было секретом», г. Москва, 2011 г.
9. Евич А.Ф. «Книга о ракетчике», г. Москва, Гранат, 2004 г.

10. Голованов Я.К., «Королев», г. Москва, Наука, 1994г.
11. Мадер Юлиус «Тайны Хантсвилла», г. Москва, Политиздат, 1964 г.
12. Сокольский В.Н., Дюрант Ф.К. «Из истории космонавтики и ракетной техники», г. Москва, Наука, 1970 г.
14. Цвигун С.К. «Концлагерь ДОРА: архив и свидетели», воспоминания дочери, 2020 г.
13. Winston G.Ramsey, Karel Margry, «After the battle», 1998.

**IV Симпозиум
«СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ РОССИЙСКИХ МАЛЫХ
КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ
РЕШЕНИЯ СОЦИАЛЬНО-ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ»**

УДК: 520.662, 523.4-854
eLIBRARY.RU: 89.15.00

**Свертилов С.И., Белов А.А., Богомолов В.В.,
Дементьев Ю.Н., Зайко Ю.К., Калегаев В.В.,
Климов П.А., Мурашев А.С.,
Панасюк М.И., Перетягко О.Ю.
МГУ им. М.В. Ломоносова**

**ПЕРВЫЙ ОПЫТ ЛЕТНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ
АППАРАТУРЫ ДЛЯ МОНИТОРИНГА КОСМИЧЕСКОЙ
РАДИАЦИИ И УФ-ИЗЛУЧЕНИЯ АТМОСФЕРЫ В СОСТАВЕ
НАНО-СПУТНИКОВ КЛАССА КУБСАТ, ЗАПУЩЕННЫХ В
РАМКАХ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ МОСКОВСКОГО
УНИВЕРСИТЕТА «УНИВЕРСАТ-СОКРАТ»
FIRST EXPERIENCE OF FLIGHT OPERATION OF
INSTRUMENTS FOR SPACE RADIATION AND ATMOSPHERE
UV EMISSION MONITORING ON NANO-SATELLITES OF
CUBESAT TYPE LAUNCHED IN THE FRAME OF MOSCOW
UNIVERSITY PROGRAMM UNIVERSAT-SOCRAT**

Аннотация: Рассматриваются результаты летных испытаний аппаратуры «ДеКоР» и «АУРА» в составе нано-спутников «Амурсат», «ВДНХ-80», выведенных на околоземную орбиту 5 июля 2019 г. в рамках реализации программы Московского университета «Универсат-СОКРАТ». Приводятся результаты анализа функционирования приборов, рассматриваются результаты измерений с их помощью потоков заряженных частиц и гамма-квантов в

околоземном пространстве, а также ультрафиолетового (УФ) излучения атмосферы Земли.

Ключевые слова: малые спутники, кубсат, космическая радиация, гамма-кванты, электроны, электромагнитные транзиенты.

Abstract: The results of flight tests of the instruments DeKoR and AURA on the nano-satellites «Amursat», «VDNH-80», launched into low-earth orbit on July 5, 2019, within the framework of the Moscow University «Universat-SOCRAT» program are considered. The results of the analysis of the instrument functioning are presented, the results of measurements with these instruments of charged particle and gamma-quanta fluxes in the near-earth space, as well as ultraviolet (UV) emission from the Earth's atmosphere are considered.

Keywords: small satellites, cubesat, space radiation, gamma-quanta, electrons, electromagnetic transients.

В рамках программы Московского университета «Универсат-СОКРАТ»¹, направленной на создание системы космических аппаратов, позволяющих в режиме, близком к реальному времени, определять радиационную обстановку в значительной части области захваченной радиации, вплоть до орбит глобальных навигационных спутниковых систем и геостационарной и осуществлять мониторинг электромагнитных транзиентов в верхней атмосфере, 5 июля 2019 г. был осуществлен успешный запуск с космодрома «Восточный» трех нано-спутников типа кубсат. На этих спутниках установлена аппаратура для мониторинга космической радиации, а также прототипы приборов для наблюдений транзиентных явлений в атмосфере Земли.

На спутниках «Амурсат» и «ВДНХ-80» установлены сцинтилляционные фосвич-детекторы ДеКоР, регистрирующие заряженные частицы и гамма-кванты в диапазоне энерговыделений 0.1-2.0 МэВ. Геометрический фактор этих приборов ~50 см² ср. Спутник «ВДНХ-80» также содержит оптический фотометр АУРА, состоящий из четырех кремниевых фотоумножителей, чьи входные окна закрыты разными световыми фильтрами. Спутники выведены на солнечно-синхронную орбиты с высотой ~550 км. Это создает благоприятные условия мониторинга космической радиации в различных областях околоземного пространства, включая зоны

¹ Английская аббревиатура «Universat» – University Satellites). Русская аббревиатура «СОКРАТ» – Система Оповещения о Космической Радиационной, Астероидной и Техногенной опасностях.

захваченной радиации, районы высыпаний и т.п. Такая орбита также позволяет осуществлять наблюдения вспышечных явлений, как в приэкваториальной атмосфере, так и на высоких широтах.

Опыт совместного включения приборов одного типа на разных космических аппаратах показал принципиальную возможность осуществлять однотипные последовательные измерения в одних и тех же областях околоземного пространства на относительно короткой временной базе, что дает уникальную возможность разделять временные и пространственные эффекты в регистрируемых вариациях скоростей счета. Примером подобных измерений являются данные о распределении потоков электронов субрелятивистских энергий во внешнем радиационном поясе. Сравнение показаний однотипных приборов, полученных на сходных орбитах в близкие интервалы времени показали подобие основных характерных особенностей: максимумы скорости счета, соответствующие прохождению внешнего пояса, узкие максимумы, наблюдаемые симметрично вблизи внутренней границы пояса, соответствующие зонам высыпаний.

Отдельного внимания заслуживает регистрация значимых скоростей счета электронов суб-релятивистских энергий вблизи геомагнитного экватора. Потоки подобных электронов относительно невелики по сравнению с наблюдаемыми в зонах захваченной радиации, в том числе во внешнем радиационном поясе. Поэтому для их значимой регистрации необходимы приборы с достаточно большими геометрическими факторами G . Для аппаратуры ДеКоР $G \sim 50 \text{ см}^2$, что более чем на порядок величины превышает типичные значения G детекторов электронов на основе полупроводниковых телескопов, которые обычно используются для измерений потоков и спектров электронов относительно высоких энергий. Это позволило не только регистрировать слабые потоки, но и измерять их временные вариации. В результате, были получены указания на анизотропный характер потоков электронов вблизи геомагнитного экватора, что может свидетельствовать о том, что они характеризуются достаточно узким пичч-угловым распределением. Последнее указывает на то, что они, скорее всего, являются квази-захваченными. Хотя электроны суб-релятивистских энергий неоднократно регистрировались вблизи геомагнитного экватора в ряде космических экспериментов, их природа до сих пор остается до конца не выясненной, поскольку стабильные потоки квази-захваченных частиц на дрейфовых оболочках, характеризующихся малыми значениями параметра L в теории существовать не должны.

Таким образом, результаты первых мультиспутниковых измерений на космических аппаратах типа кубсат подтверждают пригодность малогабаритной низкопотребляющей аппаратуры типа ДеКоР для обеспечения мониторинга космической радиации, регистрации быстрых изменений потоков заряженных частиц и гамма-квантов.

УДК: 520.662, 523.4-854

eLIBRARY.RU: 89.15.00

Зайко Ю.К.¹, Верещагина Т.Г.¹, Дементьев Ю.Н.¹,
Краснопеев С.В.², Панасюк М.И.¹, Папков А.П.²,
Перетяцько О.Ю.¹, Свертилов С.И.¹
¹МГУ им. М.В. Ломоносова, ²НИЛАКТ ДОСААФ

РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕТНЫХ ИСПЫТАНИЙ НАНО-СПУТНИКОВ КЛАССА КУБСАТ, ЗАПУЩЕННЫХ В РАМКАХ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ МОСКОВСКОГО УНИВЕРСИТЕТА «УНИВЕРСАТ-СОКРАТ»
RESULTS OF FLIGHT TESTS OF NANO-SATELLITES OF CUBESAT TYPE LAUNCHED IN THE FRAME OF MOSCOW UNIVERSITY PROGRAMM UNIVERSAT-SOCRAT

Аннотация: Рассматриваются результаты летных испытаний нано-спутников «Сократ», «Амурсат», «ВДНХ-80», выведенных на околоземную орбиту 5 июля 2019 г. в рамках реализации программы Московского университета «Универсат-СОКРАТ». Приводятся результаты анализа функционирования служебных систем и полезных нагрузок космических аппаратов (КА), в том числе результаты проверки функционирования служебных систем КА, проверки функционирования полезных нагрузок, настройки служебных систем и полезных нагрузок для дальнейшего использования. Рассматривается возможность адаптации КА типа кубсат для решения задач по мониторингу космической погоды и трафика полетов самолетов.

Ключевые слова: нано-спутник, кубсат, служебные бортовые системы, задачи мониторинга, авиационный трафик.

Abstract: The results of flight tests of the nano-satellites «Sokrat», «Amursat», «VDNH-80», launched into low-earth orbit on July 5, 2019, within the framework of the Moscow University «Universat-SOCRAT» program are considered. The results of the analysis of the spacecraft (SC) board systems and payload functioning are presented, including the results of checking the functioning of the SC board systems, checking the

functioning of payload, setting up board systems and payload for further use. The possibility of SC of the cubsat type adapting for solving problems of space weather and aircraft flight traffic monitoring is considered.

Keywords: nano-satellite, cubesat, board systems, monitoring tasks, aviation traffic.

В рамках программы Московского университета «Универсат-СОКРАТ»², направленной на создание системы космических аппаратов, позволяющих в режиме, близком к реальному времени, определять радиационную обстановку в значительной части области захваченной радиации, вплоть до орбит глобальных навигационных спутниковых систем и геостационарной и осуществлять мониторинг электромагнитных транзиентов в верхней атмосфере, 5 июля 2019 г. был осуществлен успешный запуск с космодрома «Восточный» трех нано-спутников типа кубсат. На этих спутниках установлена аппаратура для мониторинга космической радиации, а также прототипы приборов для наблюдений транзитных явлений в атмосфере Земли. Спутники выведены на солнечно-синхронную орбиту с высотой ~550 км.

На КА RS19S «Сократ», RS18S «АмурСат» и RS20S «ВДНХ-80» также установлена экспериментальная аппаратура приема данных формата АЗН-В 1090. (автоматическое зависимое наблюдение-вещание, частота передачи данных 1090 МГц). Данное оборудование позволяет принимать пакеты сигналов от воздушных судов и вычислять их географическую позицию, курс, высоту, горизонтальную и вертикальную скорости. Указанные аппараты стали первыми космическими аппаратами российской орбитальной группировки, оборудованными системой сбора данных АЗН-В. Задача эксперимента с аппаратурой АЗНВ – опытным путём проверить функциональность мониторинга воздушных судов с ее помощью, оценить эффективный процент приёма сигналов АЗН-В, отладить систему накопления, передачи и анализа данных о воздушных судах.

С момента запуска КА ведётся непрерывная работа по управлению КА и приёму телеметрической и научной информации. Полученная информация передаётся в сектор целевого планирования НИИЯФ МГУ, обрабатывается и анализируется участниками космического эксперимента. Управление КА ведётся на основании недельных (изначально) и двухнедельных планов работ. Оперативная

² Английская аббревиатура «Universat» – University Satellites). Русская аббревиатура «СОКРАТ» – Система Оповещения о Космической Радиационной, Астероидной и Техногенной опасностях.

корректировка планов осуществляется в рабочем порядке по мере необходимости.

В период с 05.07.2019 по 28.07.2019 проводился первый этап лётных испытаний – идентификация КА среди общего множества запущенных объектов, отладка каналов связи борт-Земля и Земля-борт, отладка взаимодействия элементов наземного сегмента с учётом особенностей эксперимента, проверка служебных систем КА.

С 28.07.2019 по настоящее время проводится второй этап лётных испытаний – проверка функционирования полезных нагрузок. По приборам «ПП», «Сократ-Р», «ДеКоР» и приёмникам сигналов АЗН-В ведётся настройка режимов работы с учётом реального состояния служебных систем и возможностей по сбросу на Землю полезной информации,

Сопровождение КА RS18S «АмурСат», RS19S «Сократ», RS20S «ВДНХ-80» ведётся в ЦУП НИЛАКТ ДОСААФ успешно, устойчиво, круглосуточно. Приём и декодирование сообщений КА о своём состоянии (маяков) производится на каждом сеансе связи. Для этого на наземном комплексе управления (НКУ) НИЛАКТ задействовано три независимых поста с индивидуальным наведением и взаимодействием с каждым КА одновременно.

Принятая информация регулярно (по завершении сеанса связи с КА) выкладывается на FTP-сервер в соответствии с «Протоколом управления группой КА RS18S, RS19S, RS20S» и протоколом взаимодействия НИИЯФ – НИЛАКТ «Хранилище данных RS-MGU». По запросу НИИЯФ МГУ разработана, реализована и начата штатная эксплуатация системы оперативного информирования Заказчика о состоянии КА по завершении сеанса связи.

В НИИЯФ МГУ информация накапливается на сервере ЦДОКМ, дополняется расчётными служебными параметрами (географические и геомагнитные координаты, параметры магнитного поля и т.д.) и вводится в контур научной информации НИИЯФ МГУ по космическим экспериментам для дальнейшего научного анализа.

Система приема данных формата АЗН-В подтвердила свою работоспособность в части возможности идентификации и позиционирования воздушных судов (в том числе над водным пространством). Подтверждена принципиальная работоспособность целевой аппаратуры АЗН-В и пригодность основных узлов КА к выполнению задачи по трекингу и мониторингу воздушных судов.

В ходе лётных испытаний служебных систем и научных приборов был выявлен ряд замечаний различной степени существенности. В частности, в результате анализа работы системы электропитания

(СЭП) КА оказалось, что фактическая ёмкость аккумуляторных батарей несколько ниже ожидаемых значений, что потребовало корректировки планов работы с приборами и настроек СЭП КА. В настоящее время существенных ограничений со стороны СЭП КА не имеется. В результате обновления бортового ПО КА для осуществлено дополнительное выравнивание (с дальнейшим снижением) средневиткового энергопотребления служебных систем.

На КА «Амурсат» и «ВДНХ-80» наблюдалось незначительное смещение несущей частоты приёма бортовых передатчиков на +200 Гц и +750 Гц, соответственно. Основное ограничение по работе ПН (необходимость сеансной работы с приборами ПН) связано с низкой пропускной способностью радиоканала в УКВ-диапазоне. Для увеличения среднесуточного объёма получаемой полезной информации прорабатывается вопрос регулярного привлечения дополнительных приёмных станций. В настоящий момент ведётся отработка автоматических (с минимальным участием оператора) циклограмм работы с приборами ПН, так как одним из существенных ограничений по привлечению дополнительных пунктов приёма является необходимость привлечения дополнительного персонала по обслуживанию сеансов связи.

Существенных замечаний по работе приборов ПН не выявлено. По приборам ПП, Сократ-Р и ДеКоР на КА «АмурСат» получены данные, подтверждающие их работоспособность и пригодность для ведения космического эксперимента. По результатам летной эксплуатации спутников были сформулированы рекомендации по усовершенствованию параметров и режимов бортовых служебных систем и приборов ПН для применения в последующих аппаратах данного класса.

Результаты летных испытаний подтвердили возможность адаптации экспериментальных наноспутников и группировок наноспутников форм-фактора «кубсат» для опытной и регулярной космической эксплуатации научных комплексов, разрабатываемых в рамках задач, заявленных в программе «Универсат-СОКРАТ».

УДК: 520.662, 523.4-854
eLIBRARY.RU: 89.15.00

**Свертилов С.И., Белов А.А., Богомолов В.В.,
Дементьев Ю.Н., Зайко Ю.К., Калегаев В.В.,
Климов П.А., Мурашев А.С.,
Панасюк М.И., Перетягко О.Ю.**

**ПРОГРАММА ЗАПУСКА УНИВЕРСИТЕТСКИХ
СПУТНИКОВ КЛАССА КУБСАТ ДЛЯ МОНИТОРИНГА
КОСМИЧЕСКОЙ РАДИАЦИИ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ
ТРАНЗИЕНТОВ В РАМКАХ ПРОЕКТА «УНИВЕРСАТ-СОКРАТ»
PROGRAM OF LAUNCHING OF UNIVERSITY SATELLITES
OF CUBSAT TYPE FOR FOR SPACE RADIATION AND
ELECTROMAGNETIC TRANSIENTS MONITORING IN THE
FRAME OF UNIVERSAT-SOCRAT PROJECT**

Аннотация: Рассматривается программа Московского университета по запуску космических аппаратов типа кубсат для мониторинга космической радиации и электромагнитных транзиентов в рамках проекта «Универсат-СОКРАТ». Приводятся характеристики и состав научной аппаратуры трех нано-спутников типа кубсат, планируемых к запуску в 2020 г., обсуждаются возможности одновременных измерений потоков энергичных частиц и квантов в околоземном пространстве с помощью группировки нано-спутников. Рассматриваются также преимущества мульти-спутниковых измерений для изучения быстрых вариаций потоков магнитосферных электронов.

Ключевые слова: малые спутники, кубсат, космическая радиация, гамма-кванты, электроны, электромагнитные транзиенты, выпадения, вариации потоков.

Abstract: The program of the Moscow University for the launch of spacecraft of the Cubsat type for space radiation and electromagnetic transients monitoring within the framework of the Universat-SOCRAT project is being considered. The parameters and payload composition of three nano-satellites of the cubsat type, planned to be launched in 2020, are presented, and the possibilities of simultaneous measurements of energetic particle and quantum fluxes in near-Earth space using a constellation of nano-satellites are discussed. The advantages of multi-satellite measurements for studying fast variations of magnetospheric electron fluxes are also considered.

Keywords: small satellites, cubesat, space radiation, gamma-quanta, electrons, electromagnetic transients, precipitation, flux variations.

Программа Московского университета «Универсат-СОКРАТ»³, направленная на создание системы космических аппаратов, позволяющих в режиме, близком к реальному времени, определять радиационную обстановку в значительной части области захваченной радиации, вплоть до орбит глобальных навигационных спутниковых систем и геостационарной и осуществлять мониторинг электромагнитных транзиентов в верхней атмосфере, подразумевает запуск космических аппаратов (КА) типа кубсат. На сегодняшний день на околоземной орбите функционируют 5 таких КА. Два из них («СириусСат-1», и «Сириус-Сат-2») формата 1U были запущены 18 августа 2018 г. с Международной космической станции космонавтами при выходе в открытый космос методом «ручного» запуска. Три КА формата 3U были выведены на орбиту 5 июля 2019 г. в качестве попутной полезной нагрузки с космодрома «Восточный». На этих КА установлена однотипная аппаратура типа ДеКоР для мониторинга космической радиации, на одном из них («ВДНХ-80») также установлен прибор «АУРА» для регистрации ультрафиолетового излучения атмосферы Земли.

В 2020 г. планируется к запуску еще три КА типа кубсат. Один из них – спутник «ДЕКАРТ» формата 6U должен содержать три прибора типа ДеКоР, а также усовершенствованный фотометр типа АУРА - АУРА-2. Приборы типа ДеКоР также должны быть установлены на спутнике формата 6U, разрабатываемом совместно с Новосибирским государственным университетом, а также на КА формата 1.5U, разрабатываемом совместно с Московским государственным техническим университетом им. Н.Э. Баумана.

Прибор ДеКоР представляет собой сцинтилляционный фосвич-детектор CsI(Tl)/пластик, регистрирующий заряженные частицы и гамма-кванты в диапазоне энергывыделений 0.1-2.0 МэВ. Геометрический фактор прибора $\sim 50 \text{ см}^2 \text{ ср.}$ Оптический фотометр АУРА-2 выполнен на основе матриц кремниевых фотоумножителей, чьи входные окна закрыты разными световыми фильтрами.

Оси трех приборов ДеКоР, установленных на спутнике «ДЕКАРТ» должны быть перпендикулярны друг другу и направлены – один в нади́р, второй по вектору скорости КА, третий – по оси, дополняющей линии «зенит-нади́р» и «вектор скорости» до правой системы координат. Такая конфигурация позволит оценивать анизотропию

³ Английская аббревиатура «Universat» – University Satellites). Русская аббревиатура «СОКРАТ» – Система Оповещения о Космической Радиационной, Астероидной и Техногенной опасностях.

регистрируемых потоков и идентифицировать высыпавшиеся частицы. Прибор АУРА-2 должен быть направлен в надир и осуществлять мониторинговые измерения УФ излучения атмосферы Земли, в том числе регистрировать электромагнитные транзиенты.

В случае успешного запуска указанных КА впервые будет реализована уникальная мульти-спутниковая группировка, позволяющая проводить одновременные измерения потоков частиц и квантов с помощью однотипной аппаратуры в разных точках околоземного пространства. Такие измерения дадут уникальную информацию о природе вариаций, в том числе кратковременных (с характерными временами менее 1 мс), потоков электронов субрелятивистских энергий в околоземном пространстве. Помимо прикладных аспектов, связанных с задачей мониторинга космической погоды, такие измерения дадут важные данные, необходимые для понимания механизмов ускорения и потерь захваченных и квази-захваченных электронов.

УДК 681.2

eLIBRARY.RU: 59.31.37

Белоконов И.В.

доктор технических наук, профессор,
главный научный сотрудник

Самарского национального исследовательского университета
имени академика С.П.Королева (Самарский университет)

**ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ
НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ НАНОСПУТНИКОВ
САМАРСКОГО УНИВЕРСИТЕТА
PRESENT AND FUTURE OF SAMARA UNIVERSITY
SCIENTIFIC-EDUCATIONAL NANOSATELLITES**

Аннотация: Современный тренд инновационного развития космических технологий опирается на широкое использование наноспутников как средство, позволяющее в процессе обучения в университетах реализовать в полной мере технологии проектного обучения и готовить научные и инженерные кадры, способные отвечать современным вызовам. В докладе описывается организация работ в Самарском университете в области создания наноспутников, текущие и перспективные проекты.

Ключевые слова: наноспутник, проектное обучение, перспективные проекты, космические исследования.

Abstract: The current trend in the innovative development of space technologies is based on the widespread use of nanosatellites as a means of fully implementing project-based education technologies at universities and training scientific and engineering personnel capable of meeting modern challenges. The report describes the organization of work at Samara University in the field of creating nanosatellites, current and future projects.

Keywords: nanosatellite, project-based education, promising projects, space research.

Современная фаза развития космонавтики часто называется **Space 4.0** и характеризуется следующими отличительными чертами: созданием глобальных информационных группировок спутников и орбитальных мега-платформ, повышением доступности космоса (космический туризм) и организацией производства в космосе, освоением ресурсов Луны и астероидов. Становление этой фазы развития космонавтики происходит в условиях протекания четвёртой промышленной революции (большие данные, интернет вещей, виртуальная и дополненная реальность, 3D печать, печатная электроника, квантовые вычисления и пр.) и внедрением шестого технологического уклада (микроэлектронные компоненты, снижение энергоёмкости и материалоемкости, конструирование материалов с заданными свойствами и т.д.).

В настоящее время среднее время появления новой технологии в ракетно-космической отрасли составляет 5-7 лет. Однако традиционные образовательные технологии в области космонавтики достаточно консервативны в силу продолжительности цикла обучения и не успевают за изменениями, стремительно происходящими в ракетно-космической технике.

Возникает вопрос: как должно изменяться космическое образование, чтобы отвечать вызовам времени? Возможным вариантом преодоления возникающих диспропорций является использование технологии «обучение через исследования» и проектно-ориентированное обучение, которые можно реализовать при использовании наноспутников как эффективного средства обучения студентов современным разработкам и принципам создания космической техники.

В Самарском университете на межвузовской кафедре космических исследований реализуется сквозной образовательный процесс в области космических исследований и технологий на базе

наноспутников (рис.1). На рис.2 приведены основные дисциплины образовательных программ и их использование в этапах создания наноспутников при проектном обучении.

Успешному обучению студентов способствует наличие на кафедре развитой материально-технической базы (лаборатории проектирования и изготовления электронных бортовых систем, центра испытаний и опытной отработки наноспутников и их систем, центра управления полётом наноспутников), а также наноспутниковой платформы собственной разработки формата CubeSat3U.

Это позволяет привлекать талантливых студентов к практической работе в процессе обучения и создавать на постоянной основе научно-образовательные наноспутники, ориентированные на проведение как фундаментальных, так и прикладных исследований.



Рисунок 1.

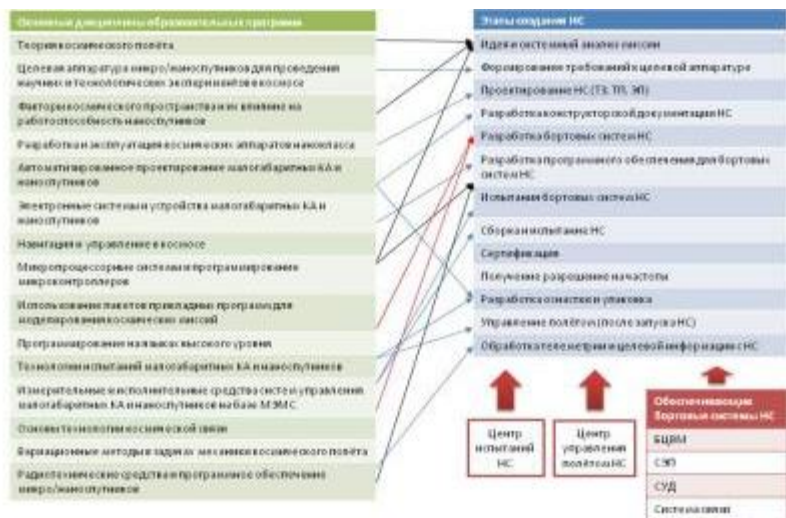


Рисунок 2.

С 2016 года были разработаны:

– наноспутник SamSat-218Д для отработки технологии аэродинамической стабилизации на низких орбитах и системы управления движением;

– наноспутник SamSat-QB50 для отработки технологии трансформирования конструкции после выведения на орбиту (раскрытия аэродинамического стабилизатора) и измерения концентрации атомарного кислорода.

В настоящее время ведутся работы над наноспутником SamSat-ION для изучения ионосферы Земли, а также наноспутником, способным маневрировать на орбите.

В 2018 году Самарский университет выступил с инициативой создания консорциума для реализации научно-образовательного проекта – группировки наноспутников для изучения ионосферы. Соглашение об участии в консорциуме подписали восемь вузов, две малые компании – резиденты Сколково, и одна академическая организация. В реализации этого проекта заинтересованы государственные ведомства, в частности Росгидромет. В ноябре текущего года предполагается защита эскизных проектов первой очереди группировки из четырёх наноспутников, которые разрабатываются в Самарском университете, Санкт-Петербургском политехническом университете Петра Великого, АО «Технологии

ГЕОСКАН» совместно с Институтом физики Земли РАН и ООО «Лаборатория АСТРОНОМИКОН». Предполагается, что до конца 2021 года работы над наноспутниками будут завершены, и будет сделана попытка запустить группировку на орбиту в рамках программы «УНИВЕРСАТ» Роскосмоса.

В Самарском университете в настоящее время завершаются работы по созданию термоэлектрической двигательной установки для наноспутника. Планируется в 2022 году провести её летные испытания.

В апреле текущего года коллектив кафедры выиграл грант Минобрнауки на реализацию проекта «Разработка методов и средств проведения перспективных фундаментальных космических исследований на базе наноспутников для занятия и удержания лидерских позиций в освоении и использовании космического пространства» под руководством молодого учёного - профессора РАН, д.ф.-м.н., главного научного сотрудника ФИАН С.А.Богачёва (FSSS-2020-0018). В рамках реализации проекта создана лаборатория «Перспективные фундаментальные и прикладные космические исследования на базе наноспутников», целью которой является создание новых методов и разработка научно-технических основ для постановки и проведения космических экспериментов в области контроля состояния околоземного пространства, а также мониторинга солнечной активности и солнечно-земных связей на базе новых классов малоразмерных научных приборов, размещаемых на космических аппаратах малого и сверхмалого размеров (нано- и пикоспутники).

Кроме того, в рамках деятельности лаборатории к 2024 году предполагается разработать платформы стандартов CubeSat 6U-12U, на базе которых будут создаваться наноспутники для проведения широкого круга научных исследований не только на околоземных орбитах, но и при полётах за их пределы.

УДК 681.2

eLIBRARY.RU: 59.31.37

Белоконов И.В.

доктор технических наук, профессор,
главный научный сотрудник,

Ивлиев А.В.

кандидат технических наук, доцент,
старший научный сотрудник,

Ключник В.Н.
младший научный сотрудник,
Барина Е.В.
кандидат технических наук,
старший научный сотрудник,
Самарский национальный исследовательский университет
имени академика С.П.Королева (Самарский университет)

**МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ
ПРОЕКТНЫХ ПАРАМЕТРОВ КА НАНОКЛАССА
ПЕРЕМЕННОЙ МАССЫ И ТРАНСФОРМИРУЕМОЙ
КОНСТРУКЦИИ НА НАЗЕМНОМ ИСПЫТАТЕЛЬНОМ
ОБОРУДОВАНИИ И МАССО-ГАБАРИТНЫХ АНАЛОГАХ
EXPERIMENTAL METHOD OF THE DESIGN PARAMETERS
ESTIMATION FOR NANOSATELLITES WITH VARIABLE MASS
AND TRANSFORMABLE CONSTRUCTION USING GROUND
TEST EQUIPMENT AND MASS-DIMENSIONAL ANALOGUES**

Аннотация: Ввиду невысокой точности теоретических расчетов для определения масс-центровочных и инерционных характеристик (МЦИХ) наноспутников возникает задача экспериментального определения их фактических значений. В силу ряда причин использование устройств, предназначенных для больших космических аппаратов затруднено. В данной работе описывается устройство для измерения координат центра масс и моментов инерции, разработанное в Самарском университете специально для наноспутников формата CubeSat, а также методика определения МЦИХ для наноспутников переменной массы и трансформируемой конструкции с использованием массо-габаритных аналогов.

Ключевые слова: наноспутник, координаты центра масс, момент инерции, тензор инерции, измерительный стенд.

Abstract: In view of the low accuracy of theoretical calculations for determining the mass-centering and inertial characteristics (MCIC) of nanosatellites, the problem of experimentally determining their actual values arises. For a number of reasons, the use of devices designed for large spacecraft is difficult. This paper describes a device for measuring the coordinates of the center of mass and moments of inertia, developed at Samara University specifically for CubeSat nanosatellites, as well as a method for determining the MCIC for nanosatellites with variable mass and transformable design using mass-dimensional analogues.

Keywords: nanosatellite, inertia tensor, moment of inertia, center of mass, measuring device.

Точное определение проектных параметров КА нанокласса безусловно является актуальной задачей в связи с тем, что требуемое положение наноспутника может быть обеспечено пассивными или комбинированными системами стабилизации, использующими аэродинамический и гравитационный моменты [1], и даже небольшие погрешности в определении МЦИХ могут оказать существенное влияние на угловое движение.

Во избежание повреждений и (или) выработки ресурса наноспутника, как минимум часть экспериментов на наземном оборудовании производится с массо-габаритными аналогами наноспутников. В случае, если наноспутник имеет трансформируемую конструкцию, как правило, предназначенную для работы только в невесомости, испытание в условиях гравитации возможно только на массо-габаритных аналогах.

При создании устройств для определения моментов инерции традиционно используют метод крутильных колебаний [2]. Как известно, наличие трения в опорных узлах стенда вносит существенную погрешность в результаты измерений, поэтому для уменьшения трения получило распространение использование аэростатических подвесов, которые, однако, являются весьма дорогостоящими.

В Самарском университете был разработан стенд для определения МЦИХ наноспутников [3], который обеспечивает определение координат центра масс наноспутника формата CubeSat 1U-3U весом от 1 до 10 кг с погрешностью не более 0,5 мм в строительной системе координат и определение осевых моментов инерции с точностью не менее 1,5%.

Главным отличием от аналогичных стендов [4–6], также использующих принцип крутильных весов, является то, что вес балансира с рабочим столом и объекта с оснасткой воспринимается торсионом. Вертикальное положение оси вращения задается радиальными шарикоподшипниками. Нагрузка на подшипники определяется опрокидывающим моментом и расстоянием между подшипниками (базой). Поскольку в данном стенде база почти на порядок превышает смещение центра масс нагруженного балансира (консоль) и используются прецизионные подшипники без смазки, погрешности, обусловленные затуханием балансира, приближаются к погрешностям устройств с аэростатическими подвесами. Кроме того,

при малом и стабильном затухании колебаний, затухание может быть учтено при расчетах.

В данном стенде основным источником погрешностей являются геометрические параметры стенда, оснастки и наноспутника, а также точность определения периода колебаний.

Стенд снабжен набором универсальной оснастки, позволяющей закреплять наноспутники формата CubeSat в различных положениях (горизонтальном, вертикальном положениях и положениях под 45° к плоскости рабочего стола), что необходимо для вычисления тензора инерции. Для определения МЦИХ наноспутников трансформируемой конструкции универсальной оснастки, как правило, недостаточно, поэтому требуется специализированная оснастка для каждого конкретного случая.

Для того, чтобы массо-габаритные аналоги трансформируемых элементов соответствовали летным вариантам и в то же время выдерживали наземную гравитацию при испытаниях, необходима соответствующая оснастка.

Поскольку измерение координат центра масс и тензора инерции в процессе трансформации на имеющемся стенде невозможно в принципе, необходимо пошаговое измерение для промежуточных положений трансформируемых элементов наноспутника с последующим расчетом изменения МЦИХ в процессе трансформации. Любые приводы, трансформирующие массо-габаритные аналоги наноспутников, на измерительном стенде нежелательны, поэтому оснастка должна содержать только неподвижные фиксаторы для промежуточных положений трансформируемых элементов. В случае добавления или удаления в оснастку любых фиксаторов существенной массы необходимо производить дополнительные измерения для пустой оснастки, поэтому такие варианты следует использовать в крайних случаях. Изменение массы, например, расход рабочего тела, можно имитировать удалением и смещением специальных грузиков.

Предложенная конструкция стенда хорошо зарекомендовала себя при определении инерционных характеристик наноспутников формата CubeSat 2U-3U Самарского университета.

Литература

1. Белоконов И.В., Тимбай И.А., Барина Е.В. Выбор проектных параметров наноспутника формата CubeSat с пассивной системой стабилизации // Гироскопия и навигация. – 2020. – Т. 11. - № 2, с. 149 – 161.

2. Ратобылский В.Ф., Гернет М.М. Определение моментов инерции. – М.: «Машиностроение», 1969. – 247 с.
3. Устройство для определения положения центра масс и моментов инерции объектов: Патент 2698536 (Россия) с 2019.08.28 МПК G01M 1/10 (2006.01) СПК G01M 1/10 (2019.02) Заявка № 2018135827 от 2018.10.09. / Белоконов И.В., Барина Е.В., Ивлиев А.В., Ключник В.Н., Тимбай И.А.; Самарский национальный исследовательский университет имени академика С.П. Королёва.
4. Combined center of gravity and moment of inertia measurement — Space Electronics. URL: <http://www.space-electronics.com/Products/KSR> (дата обращения 8 июля 2019)
5. Стенд для измерения массы, координат центра масс и моментов инерции изделия. Патент 2506551 (Россия) с 2013.11.20 МПК G01M 1/10 (2006.01) Заявка № 2012119476/28 от 2012.05.14 / Богданов В.В., Паченко И.Н., Някк В.И., Галанский П.Н., Костарев В.А.; ФГУП «ЦАГИ».
6. Способ определения тензора инерции тела. Патент 2575184 (Россия) с 2016.02.20 МПК G01M 1/10 (2006.01) Заявка № 2014143855/28 от 2014.10.30 / Алешин А.К., Кульбачная М.О., Ковалев В.Е., Александрова М.Ю.; ИМАШ РАН.

УДК: 629.78

eLIBRARY.RU:89.01.94

Усовик И.В.

кандидат технических наук

Степанов Д.В.

АО «ЦНИИмаш»

**ВЛИЯНИЕ ЗАПУСКА БОЛЬШОГО КОЛИЧЕСТВА МАЛЫХ
КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ И БОЛЬШИХ ОРБИТАЛЬНЫХ
ГРУППИРОВОК НА ТЕХНОГЕННОЕ ЗАСОРЕНИЕ НИЗКИХ
ОКОЛОЗЕМНЫХ ОРБИТ
INFLUENTS OF LARGE NUMBER LAUNCHES SMALLSATS
AND LARGE CONSTELLATIONS ON SPACE DEBRIS
POPULATION IN LOW EARTH ORBITS**

Аннотация: С каждым годом число запущенных малых космических аппаратов будет неуклонно расти и создавать угрозу техногенного засорения защищаемой области низких околоземных орбит. Оценка влияния их запусков на техногенное засорение является

актуальной для обеспечения безопасности функционирования космических систем в долгосрочной перспективе. Рассматриваются результаты прогнозирования техногенного засорения области низких околоземных орбит при нескольких рассматриваемых сценариях.

Ключевые слова: малые космические аппараты, космический мусор, прогноз.

Abstract: Every year, the number of launched smallsats will steadily increase and increase space debris population in low Earth orbits protected region. Assessment of the impact of their launches on space debris is relevant for ensuring the safety of space systems in the long term. We consider the results of space debris population prediction in low Earth orbits in several scenarios under consideration.

Keywords: smallsats, space debris, prediction.

На рубеже 2012-2014 гг. произошло резкое увеличение количества запускаемых малых космических аппаратов (МКА), в основном массами менее 5 кг, и начали прорабатываться вопросы создания больших орбитальных группировок МКА. Группа КА, объединенная в орбитальную систему или орбитальную группировку (ОГ), позволяет оперативно получать данные для решения широкого круга социально-экономических задач, в том числе: картографии, мониторинга и контроля окружающей среды, метеорологии, прогнозирования опасных явлений и оперативного контроля чрезвычайных ситуаций, решения задач связи, глобального доступа в интернет и др. Некоторые крупные компании планируют вывод на орбиту больших ОГ МКА, состоящих из сотен и тысяч аппаратов [1].

С каждым годом число запущенных МКА будет неуклонно расти и создавать угрозу техногенного засорения защищаемой области низких околоземных орбит (НОО).

Основными параметрами для анализа влияния МКА на техногенное засорение являются: высота перигея, наклонение и эксцентриситет орбит, а также массы. Из всех перечисленных параметров только высота перигея оказывает существенное влияние на эволюцию распределения числа космических объектов (КО) по высоте, которое является основным с точки зрения техногенного засорения. Распределение наклонений в результате запуска МКА существенно не изменится, т.к. МКА в основном будут запускаться на наклонения, соответствующие существующему распределению наклонений в области НОО. Распределение эксцентриситетов объектов в области НОО также существенно не изменится, т.к. большая часть МКА запускается на околокруговые орбиты.

В связи с вышеизложенным распределение прироста космических объектов по высоте перигея вследствие запуска МКА и больших орбитальных группировок является основным для оценки их влияния на техногенное засорение. На основании данных о запусках МКА в 2013–2017 гг. построено нормированное по высоте распределение. Среднегодовое количество запускаемых МКА на различные высоты определяется как произведением количества запускаемых МКА на нормированное распределение. Следует отметить, что для данного распределения характерным является запуск в основном на орбиты с высотой перигея до 600 км, которые обладают существенно меньшими сроками баллистического существования, в сравнении с высотами 700–900 км.

В качестве исходных данных по большим ОГ предлагается использовать аналогичное распределение, при этом следует выделить две фазы по времени: фаза развертывания больших ОГ и фаза поддержания. На этапе развертывания КА только запускаются в область функционирования. На этапе поддержания происходят процессы запуска новых КА и увод отработавших срок активного существования КА.

Методика оценки влияния запусков МКА и больших ОГ МКА основана на модели космического мусора Space Debris Prediction and Analysis (SDPA) [2], результатах работы [3].

С использованием разработанной методики проведена оценка влияния запусков МКА и больших ОГ МКА на техногенное засорение области НОО и частоты взаимных столкновений для четырех сценариев на интервале 100 лет.

Для оценки влияния интенсивных запусков малых КА и больших ОГ малых КА на техногенное засорение области НОО и частоты взаимных столкновений необходимо провести прогноз техногенного засорения:

- без учета МКА и больших ОГ, с учетом прироста КО на уровне предшествующих лет (базовый сценарий);
- с учетом МКА (суммарно 35000 МКА за 100 лет);
- с учетом МКА и больших ОГ.

Разница в результатах прогноза будет показывать оценку влияния запуска МКА и больших ОГ на техногенное засорение в области НОО.

Для больших ОГ МКА рассмотрены два сценария:

- запуск трех больших ОГ МКА, в соответствии с планами компаний (суммарно 6000 МКА в ОГ);
- запуск шести больших ОГ МКА, двукратное увеличение интенсивности запусков ОГ МКА (суммарно 12000 МКА в ОГ).

Исследования показали основные тенденции техногенного засорения области НОО, а также возможность образования нового локального максимума техногенного засорения в области низких околоземных орбит.

Литература

1. Яковлев М.В., Усовик И.В. - «Проблемные вопросы применения малых космических аппаратов», Всероссийская научно-практическая конференция «Проблемы создания и применения малых космических аппаратов и робототехнических средств ...», г. Санкт-Петербург, 2016 г.
2. Назаренко А.И. Моделирование космического мусора / А.И. Назаренко. – М.: ИКИ РАН, 2013. – 216 с.
3. Усовик И.В. Методика оценки долговременной эволюции техногенного засорения низких околоземных орбит при реализации активного удаления космического мусора: дис. к.т.н. по спец. 05.13.01: защищена 24.12.2015 / Усовик Игорь Вячеславович. – М.: 2015.-.112с.

УДК 520.6.07

eLIBRARY.RU: 01.07.02

^{1,2}Богачёв С.А., ¹Ерхова Н.Ф.,
¹Ульянов А.С., ¹Кузин С.В.
¹ФИАН, ²Самарский университет

ВОЗМОЖНОСТИ РЕГИСТРАЦИИ КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АППАРАТОВ ТИПА КУБСАТ

Аннотация: Космический мусор становится всё более значимой проблемой для пилотируемой и спутниковой космонавтики. В настоящее время только на низких околоземных орбитах находится несколько десятков тысяч фрагментов космического мусора размером более 10 см. Значительная часть этих объектов не каталогизирована. Мы обсуждаем возможности по поиску фрагментов космического мусора с помощью оптических камер, размещаемых на аппаратах типа кубсат. Представлен возможный облик соответствующей аппаратуры, разработанный с учётом габаритных и иных ограничений, накладываемых платформой кубсат. Оцениваются возможности аппаратуры с точки зрения наблюдения объектов разных размеров в диапазоне расстояний до 1000 км.

Ключевые слова: кубсат, космический мусор, оптическая камера.

Abstract: Space debris is becoming now a significant problem for astronautics and space exploration. Currently, only in low Earth orbits, there are several tens of thousands of debris fragments with a size larger than 10 cm. A significant part of them is not included in the databases and catalogues. We are discussing here the technical opportunities to register space debris with optical cameras placed on CubeSat spacecraft. The preliminary design of such an equipment is presented with taking into account the restrictions imposed by the CubeSat spacecraft. We evaluate the capabilities of the equipment to the detect space debris objects of different sizes at the range up to 1000 km.

Keywords: CubeSat, space debris, optical camera.

Результатом космической деятельности человека, начавшейся в середине XX столетия, стало появление в космическом пространстве большого числа объектов искусственного происхождения, которые уже не используются для полезных целей – так называемого космического мусора. Число таких объектов в последние годы значительно выросло, особенно в области высот до примерно 2000 км, что становится всё большей проблемой для международного космического сообщества.

В настоящее время космические агентства разных стран работают над проектами по поиску, каталогизации и удалению с орбиты элементов мусора, например, проект «Deorbit» Европейского космического агентства [1] или проект «CleanSpace One» Федерального института технологий Швейцарии [2]. Значительная часть таких проектов, однако, направлена на поиск и удаление с орбиты крупных объектов с размером более 10 см. Та часть космического мусора, которая приходится на объекты меньших размеров, в настоящее время исследована гораздо хуже, в том числе из-за сложностей при наблюдении таких объектов с поверхности Земли. Одним из способов решения данной проблемы являются космические наблюдения с помощью малых аппаратов и кубсатов.

Для субмиллиметровых объектов мусора широко обсуждается возможность их прямой регистрации с помощью пьезоэлектрических детекторов пыли, устанавливаемых на кубсатах формата 3U [3]. В области размеров порядка 1 см более эффективными являются оптические измерения, основанные на наблюдениях мусора в отраженном свете Солнца. В ходе космических экспериментов СПИРИТ и ТЕСИС на аппаратах программы КОРОНАС была показана принципиальная возможность такой регистрации, а также возможность определения характеристик орбит элементов мусора, в

том числе по одному сеансу наблюдения [4]. В настоящем докладе мы обсуждаем возможности по переносу и реализации схожей программы исследований на аппаратах типа кубсат. Подробно обсуждаются характеристики научной аппаратуры с учётом габаритных и иных ограничений, а также возможности аппаратуры с точки зрения расстояния до наблюдаемых объектов и их размера.

Работа выполнена в рамках проекта FSSS-2020-0018, финансируемого из средств государственного задания победителям конкурса научных лабораторий образовательных организаций высшего образования, подведомственных Минобрнауки России.

Литература

1. Clean Space, e.Deorbit Implementation Plan. Tech. Rep., ESA. Ref. ESA-TEC-SC-TN-2015-007, 2015.

2. Richard, M., Kronig, L., Belloni, F., et al., Uncooperative rendezvous and docking for microsats: the case for CleanSpace One. In: 6th International Conference on Recent Advances in Space Technologies, 2013

3. Brumbaugh, K.M., Kjellberg, H.C., Glenn Lightsey, E., et al., In-situ sub-millimeter space debris detection using cubesats, Advances in the Astronautical Sciences, V. 144, P. 789-803, 2012

4. Кузин С.В., Ульянов А.С., Шестов С.В. и др., Наблюдение космических объектов с помощью оптических датчиков в экспериментах СПИРИТ/КОРОНАС-Ф и ТЕСИС/КОРОНАС-Фотон, Механика, управление и информатика, 1(13), 58-68, 2013

УДК 537.67

eLIBRARY.RU: 06.73.21

¹Вагин Ю.П., ¹Петушков А.М.,
¹Мозгов К.С., ¹Ренский С.И., ^{1,2}Сурков В.В.
¹АО «НПК «СПИ», ²ИЗМИРАН

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ИМПУЛЬСОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ CONSTRUCTION PRINCIPLES OF THE SMALL SATELLITE SYSTEM FOR MONITORING OF THE TRANSIENT ELECTROMAGNETIC RADIATION

Аннотация: В докладе рассмотрены различные аспекты проблемы и сформулированы принципы создания системы низкоорбитальных

малых космических аппаратов (МКА) для глобального мониторинга импульсов электромагнитного излучения (ЭМИ) природного и антропогенного происхождения на поверхности Земли и в околоземном космическом пространстве (ОКП). На основе концепции сенсорных сетей предлагается создать глобальную космическую систему типа «МКА-прибор» для мониторинга грозовой активности, а также малых объектов в ОКП.

Ключевые слова: малые космические аппараты, глобальный мониторинг, импульс, электромагнитное излучение, грозовая активность, космический мусор, сенсорная сеть.

Abstract: The aspects of the problem are examined and construction principles are stated for construction of the low-orbit small satellite system for global monitoring of the natural and artificial electromagnetic radiation transients in the circumterrestrial space. Construction of the global space system composed of the spacecraft-instrument elements for lightning activity monitoring is proposed to create on the basis of the sensor network concept.

Keywords: small satellites, global monitoring, transient, electromagnetic radiation, lightning activity, space debris, sensor network.

Глобальный мониторинг коротких импульсов электромагнитного излучения (ЭМИ) природного и антропогенного происхождения (молниевые разряды, метеоры, взрывы естественного и искусственного происхождения и др.), наблюдаемых в оптическом, микроволновом и радиодиапазонах, является важной и актуальной задачей, решение которой позволит получить оперативную информацию для оценки состояния ОКП и геофизической обстановки, прогнозирования их изменений.

Для получения информации о пространственном, временном и энергетическом распределении импульсов ЭМИ целесообразно создать систему низкоорбитальных малых космических аппаратов (МКА), построенных по схеме «МКА-прибор» (либо «МКА-группа приборов») так, чтобы на МКА размещались приборы, совместно решающие целевую задачу с использованием общих аппаратных ресурсов.

Эта система при ограниченном поле зрения регистрирующих устройств может представлять собой группировку «МКА-приборов», распределённых на низкой околоземной орбите в меридиональных плоскостях и объединённых в сеть с гибкой архитектурой и возможностью изменения количества активных МКА.

Преимуществами такой организации системы являются живучесть, низкая стоимость при серийном производстве и унификации базовых компонентов платформы МКА, систем связи и вычислительных систем, возможность применения менее стойких и более дешевых электронных и оптических компонентов, связанная с относительно низкой радиацией на орбитах в сотни километров над Землей и непродолжительном сроке эксплуатации отдельного космического аппарата. Живучесть системы МКА обеспечивается способностью, при определенных условиях, выполнять целевую задачу в случае частичного или полного выхода из строя нескольких МКА.

В настоящее время перспективным направлением развития архитектуры космических систем мониторинга является построение сенсорных сетей, в которых физические величины, измеренные датчиками в узлах сети, обрабатываются совместно. Особый интерес в построении сенсорных сетей в последнее время привлекает так называемая ячеистая топология. В применении к группировкам типа «МКА-прибор» это означает, что каждый МКА может связываться со всеми другими МКА (или, с несколькими ближайшими МКА), что позволяет гибко выстраивать маршрут для передачи данных на Землю по цепочке узлов сети с минимальной временной задержкой. Подобная конфигурация системы позволяет легко интегрировать в сеть новые и исключать из сети существующие узлы (т.е. МКА), что означает как высокую эластичность системы при выходе из конфигурации отдельных МКА, так и ее масштабируемость.

Возможность построения скоростных спутниковых сетей с ячеистой топологией рассматривалось NASA (1). В настоящее время DARPA (Defense Advanced Research Projects Agency) (2) заявило о переходе к практической реализации высокоскоростной отказоустойчивой спутниковой сети Blackjack (3), построенной на принципах ячеистой топологии.

Связь между космическими аппаратами по горизонтали может облегчить реализацию совместной обработки данных соседних сенсоров (например, кросс-корреляция сигналов в соседних сенсорах, либо отслеживание перемещения объекта из зоны действия одного сенсора к соседнему).

Применение ячеистых сетей оправдано при достаточно большом числе узлов (МКА, оснащенные сенсорами). Для построения ячеистых сетей актуальна высокая скорость в каналах связи между МКА. Перспективным направлением для решения этой задачи является применение лазерной связи. На космическом аппарате следует

предусмотреть возможность использования несколько лазерных терминалов для одновременной связи с соседними КА.

Важнейшей проблемой создания системы «МКА-прибор» для мониторинга коротких импульсов электромагнитного излучения является разработка легких малогабаритных целевых приборов с оптимальными для решения конкретных задач характеристиками.

На первом этапе создания космической системы типа «МКА-прибор» целесообразно рассмотреть возможность адаптации для размещения на МКА уже существующих и созданных для «больших» КА приборов, регистрирующих импульсное ЭМИ, с максимальным сохранением их целевых характеристик. Для сокращения времени и снижения стоимости разработки и изготовления приборов, специально предназначенных для МКА, следует стремиться максимально использовать доступные компоненты и материалы, упростить процедуры приемки, сократить перечень документации. Таким образом, должна быть решена задача оптимизации затрат материальных и человеческих ресурсов для решения поставленной задачи.

На основе проведенного анализа сформулируем некоторые общие принципы построения космической системы мониторинга импульсных процессов на базе МКА.

1. Глобальность и оперативность – мониторинг земного шара при минимальной временной задержке передачи целевой информации потребителю.

2. Архитектура системы типа «МКА-прибор» с использованием элементов сенсорных сетей, в том числе ячеистой топологии.

3. Гибкая архитектура системы, возможность изменения количества активных МКА.

4. Использование высокоскоростных малогабаритных систем связи, в том числе оптических.

5. Сочетание при проектировании целевой аппаратуры для размещения на борту МКА подходов, основанных на:

– адаптации существующих регистрирующих приборов, разработанных для «больших» КА;

– создании специализированных приборов, ориентированных для размещения на МКА.

6. Модульность целевой аппаратуры – максимальное использование общих аппаратных модулей и алгоритмов обработки сигнала, регистрируемого в различных спектральных интервалах электромагнитного спектра специализированными датчиками излучения.

На рассмотренных выше принципах может быть реализована глобальная космическая система мониторинга грозовой активности, использующая быстрые оптические матричные приемники в видимом и ближнем ИК диапазоне, размещенные на борту МКА, а также приемники в радиодиапазоне VHF, размещенные как на борту КА, так и на наземных станциях.

Литература

1. Becker, Chris and Merrill, Garrick. Mesh Network Architecture for Enabling Inter-Spacecraft Communication. [Online] 2017. <https://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20170009047.pdf>.
2. Defense Advanced Research Projects Agency (DARPA). [Online] <https://www.darpa.mil> .
3. Blackjack Focuses on Risk Reduction Flights and Simulations to Prepare for Full Demonstration. [Online] <https://www.darpa.mil/news-events/2020-05-11>.

УДК 629.78: 521.1

eLIBRARY.RU: 89.00.00: 30.00.00

Ивашкин В.В.

доктор физико-математических наук,
профессор,
главный научный сотрудник
ИПМ им. М.В. Келдыша РАН,
г. Москва

Lang A.

кандидат физико-математических наук,
Xi'an Jiaotong University, Xi'an, Shaanxi, China

Guo P.

кандидат физико-математических наук,
Harbin Institute of Technology, Harbin, China

**АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЗМОЖНОЙ ЭКСПЕДИЦИИ
К АПОФИСУ С СОЗДАНИЕМ СПУТНИКОВ АСТЕРОИДА
И С ВОЗВРАТОМ К ЗЕМЛЕ
CHARACTERISTICS ANALYSIS FOR THE EARTH-APOPHIS-
EARTH POSSIBLE MISSION WITH CREATION OF THE
ASTEROID ARTIFITIAL SATELLITES**

Аннотация: Определяются и исследуются характеристики экспедиции к опасному астероиду Apophis, орбита которого периодически имеет тесные сближения с Землей. Рассмотрен случай полета с химическими двигателями ограниченной большой тяги. В окрестности Апофиса основной космический аппарат переводится на орбиту спутника астероида для изучения его характеристик и после взятия образцов его грунта отлетает для возврата на Землю. Создается также пассивный мини-спутник Апофиса с радиомаяком, с большим, в течение нескольких лет, временем жизни - для уточнения орбиты астероида. Рассмотрены случаи астероида как эллипсоида вращения и как трехосного эллипсоида. Намечены задачи, которые должны быть решены для осуществления экспедиции.

Ключевые слова: астероид Apophis, экспедиция к астероиду, спутник астероида, возврат к Земле.

Abstract: Characteristics of a space mission to the dangerous asteroid Apophis whose orbit periodically approaches to the Earth are determined and investigated in the presentation. A case of using chemical engines with restricted high thrust is analyzed. In the vicinity of Apophis, the main spacecraft would enter into asteroid satellite orbit, studying its characteristics from orbit, and then head back to Earth after taking the asteroid soil samples. There is being made the Apophis' passive mini-satellite with a radio beacon, and with a large lifetime to refine the asteroid orbit. Cases of rotating ellipsoid and tri-axial ellipsoid are considered for the asteroid. The problems, which need to be solved for the mission, are shown.

Keywords: asteroid Apophis, mission to asteroid, asteroid satellite, return to the Earth.

В работе выполнен анализ автоматической экспедиции, которая осуществляется по следующей схеме. Ракета-носитель выводит космический аппарат (КА) с разгонной двигательной установкой большой тяги ДУ1 (типа «Фрегат») на опорную орбиту ИСЗ. В некоторый оптимальный момент ДУ1 включается и выводит КА на орбиту полета к астероиду Апофис. Затем этот блок ДУ1 отделяется и дальнейшие маневры коррекции, торможения при

переходе на орбиту спутника астероида и разгона для полета к Земле осуществляются другим двигательным блоком ДУ2. При подлете к Земле спускаемый аппарат СА отделяется, входит в атмосферу Земли, где осуществляется атмосферное торможение его движения и посадка в заданном районе. Между этими маневрами торможения и разгона у астероида КА остается здесь в течение некоторого оптимального времени ожидания Δt_A . В это время происходит посадка специального модуля на поверхность астероида, взятие образцов его грунта, и выполняются другие исследования характеристик астероида. Происходит также выведение малого аппарата, массой около 10 кг с радиомаяком, на стабильную орбиту мини-спутника для длительного, в течение нескольких лет, наблюдения за ним с Земли и уточнения орбиты Апофиса, что важно для обеспечения астероидной безопасности [1]. В выполненном исследовании характеристик экспедиции разработаны постановки, методики и алгоритмы, выполнен численный анализ для двух задач [2-6]. Это, во-первых, задача построения энергетически оптимальных межпланетных траекторий полёта от Земли к астероиду, времени ожидания у астероида и траекторий возврата от астероида к Земле. Во-вторых, это задача поиска стабильных в течение нескольких лет орбит спутников астероида, без столкновения с поверхностью астероида и отлета далеко от него.

В рамках решения первой задачи разработан двухэтапный метод построения оптимальных (по максимуму полезной массы) межпланетных траекторий для экспедиции Земля–астероид–Земля: при полете с двигателями большой тяги: в центральном Ньютоновском поле притяжения Солнца, в модели точечных сфер действия планет на первом этапе и с учетом возмущений на втором этапе. Разработан алгоритм построения сопряженных функций для максимизации полезной массы. Построены и проанализированы оптимальные траектории и оптимальное время ожидания у астероида для экспедиции к астероиду. Учтено ограничение на скорость входа в атмосферу. Показана принципиальная возможность осуществления экспедиции Земля–астероид–Земля на основе ракет «Союз», «Зенит» и разгонного блока «Фрегат» при полете в 2019–2022 гг.

В рамках решения второй задачи анализ показал, что можно так подобрать параметры орбит основного КА и мини-спутника, что орбиты будут довольно стабильными в течение достаточно продолжительного времени – нескольких недель для основного КА, с начальным радиусом ~ 0.5 км и нескольких лет, до сближения Апофиса с Землей в 2029 г., для мини-спутника, при начальном радиусе ~ 1.5 км.

Оптимальной, с точки зрения стабильности полета КА у астероида, является начальная ориентация плоскости орбиты КА перпендикулярно к направлению на Солнце. При этом Апофис рассмотрен как однородное тело с двумя вариантами фигуры: удлинённый эллипсоид вращения ($b_A/a_A = 1$, $c_A/a_A \approx 1.5 \pm 0.2$ [2-3], здесь a_A , b_A , c_A – малая, средняя и большая полуоси эллипсоида) и трехосный эллипсоид, близкий к предыдущему случаю ($b_A/a_A \approx 1.06 \pm 0.02$, $c_A/a_A \approx 1.5 \pm 0.2$) [6].

Литература

1. Автоматические космические аппараты для фундаментальных и прикладных научных исследований / Под. ред. Г.М. Полищука, К.М. Пичхадзе М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2010. 660 с.
2. Ивашкин В.В., Лан Аньци. Анализ орбитального движения космического аппарата вокруг астероида Апофис // Доклады Академии наук, 2016, том 468, № 4, с. 403–407. DOI: 10.7868/S086956521616012X.
3. Ивашкин В.В., Лан А. Анализ орбитального движения спутника астероида Апофис // Космич. исслед., 2017. Т. 55. Вып. 4. С. 268-277. DOI: 10.7868/S0023420617030050.
4. Ивашкин В.В., Лан Аньци (Lang Anqi). Оптимальные траектории для экспедиции Земля-астероид-Земля при полете с большой тягой // Доклады Академии Наук, 2019. Т. 484. № 2. С. 161-166. ISSN 0869-5652. DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-56524842161-166>. URL: <https://journals.eco-vector.com/0869-5652/article/view/11719/9185>.
5. Ивашкин В.В., Лан А. Построение оптимальных траекторий для экспедиции Земля-астероид-Земля при полете с большой тягой // Космич. исслед., 2020. Т. 58. Вып. 2. С. 138-148. ISSN: 0023-4206. DOI: 10.31857/S0023420620020065. URL: <https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42339600>.
6. Ивашкин В.В., Гуо П. Анализ возможности создания стабильного спутника астероида Апофис как однородного трехосного эллипсоида // Доклады Академии Наук, 2019. Т. 489. № 1. С. 27-33. ISSN 0869-5652. DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-5652489127-33>. URL: <https://journals.eco-vector.com/0869-5652/article/view/17859>.

Миненко В.Е.

доктор технических наук, профессор.
МГТУ им. Н.Э.Баумана,
г. Москва

Майорова В.И.

доктор технических наук, профессор
МГТУ им. Н.Э.Баумана,
г. Москва

Павлюченко В.А., Котловских П.П., Денисов М.А.

студенты факультета «Специальное машиностроение»,
кафедра «Космические аппараты и ракеты-носители»
МГТУ им. Н.Э.Баумана,
г. Москва

Васильев Ф.А.

студент факультета «Специальное машиностроение»,
кафедра «Аэрокосмические системы»
МГТУ им. Н.Э.Баумана,
г. Москва

**РАЗРАБОТКА АВТОРОТИРУЮЩЕГО
СПУСКАЕМОГО АППАРАТА
ДЛЯ ДОСТАВКИ МАЛЫХ НАУЧНЫХ ГРУЗОВ С МКС
DEVELOPMENT OF SMALL-SCALE AUTOROTATIVE
LANDER FOR ISS PAYLOAD**

Аннотация: В работе рассматриваются вопросы разработки малогабаритного спускаемого аппарата (МСА) и отработки технологии его спуска с использованием эффекта авторотации для торможения в атмосфере на дозвуковом участке траектории.

Ключевые слова: МКС, спускаемый аппарат, многороторные системы, аэродинамическая форма, научные грузы.

Abstract: The paper discusses the development of a small descent vehicle (ISA) and development of a technology for its descent using the autorotation effect for braking in the atmosphere on a subsonic part of the trajectory.

Keywords: ISS, lander, multi-rotor system, aerodynamic configuration, scientific payload.

Данный проект ставит цели обеспечения доставки малых научных грузов биологической природы с Международной космической

станции (МКС), а также увеличение точности посадки аппарата и снижения перегрузок на дозвуковом участке спуска и посадки капсулы за счет эффекта авторотации. На текущий момент проект не имеет успешно эксплуатируемых аналогов.

Главными задачами проекта являются проектирование и конструирование роторно-лопастного узла, расположенного внутри корпуса спускаемого аппарата, форма которого подбирается, исходя из аэродинамических, баллистических расчётов и удобства компоновки.

Для проектируемого МСА в качестве полезного груза была рассмотрена выборка экспериментов биологической природы, проводимых на борту МКС. Предполагаемая полезная нагрузка капсулы может иметь ограничения по допустимым перегрузкам на участке спуска и посадки и по температуре возвращаемого груза.

Одним из главных преимуществ использования МСА является расширение транспортного потока между Землей и объектами на низкой околоземной орбите. Для этой цели данный проект ставит задачу создания и отработки специального пускового устройства с борта МКС или адаптации существующих на МКС пусковых устройств для малых космических аппаратов.

Главной проблемой при разработке МСА является обеспечение заявленной точности и плавности посадки на дозвуковом участке полёта. Для этого предлагается использовать многороторную систему, аналогичную устанавливаемой на квадрокоптерах.

В целях улучшения компоновочных характеристик аппарата с учетом требований аэродинамики были отобраны возможные компоновки спускаемого аппарата. Использование от трех до шести винтов позволит упростить компоновку конструкции, а также эффективно бороться с изменением угла крена аппарата из-за моментов сил трения, возникающих в узлах винтов по отдельности, и компенсирующих друг друга в целом. Для удобства управления МСА на дозвуковом участке спуска предусматривается управление капсулой оператором и наличие режима зависания перед посадкой, что повышает точность доставки и надежность.

Данная работа является идеей студентов и будет прорабатываться в дальнейшем.

Пичхадзе К.М.

доктор технических наук, профессор

Сысоев В.К.

доктор технических наук,

Фирсюк С.О.

ФГБОУ ВПО «МАИ (НИУ)»

Юдин А.Д.

АО «НПО Лавочкина»

**СПОСОБ УВОДА НАНОСПУТНИКОВ CUBESAT С НИЗКИХ
ОКОЛОЗЕМНЫХ ОРБИТ ЗА СЧЕТ СИЛ
АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО ТОРМОЖЕНИЯ
METHOD TO DEORBIT NANO-SATELLITES CUBESAT FROM
LOW NEAR EARTH ORBITS AT THE BASIS OF AERODYNAMIC
BRAKE FORCES**

Аннотация: Нахождение большого числа аппаратов Cubesat на наиболее используемых орбитах представляет угрозу столкновения при выходе их из строя с функционирующими объектами в космосе. Для решения этой проблемы разрабатываются технологии увода космических аппаратов с рабочей орбиты. Наиболее реализуемым способом является использование сферических тормозных устройств, которые обеспечивают прогнозируемый спуск спутника с орбиты вне зависимости от ориентации его корпуса и наименьшее время увода с низких околоземных орбит по сравнению с другими пассивными методами.

Ключевые слова: космический мусор, околоземное космическое пространство, надувное тормозное устройство, наноспутник CubeSat.

Abstract: Finding a large number of Cubesat vehicles in the most used orbits poses a threat of collision when they fail with functioning objects in space. To solve this problem, technologies are being developed for the removal of spacecraft from a working orbit. The most feasible method is the use of spherical braking devices that provide the predicted descent of the satellite from orbit, regardless of the orientation of its body and the shortest time of withdrawal from low Earth orbits in comparison with other passive methods.

Keywords: space debris, near-Earth space, inflatable braking device, nanosatellite CubeSat.

Методы очистки околоземного пространства можно разделить на активные – внешнее воздействие на объект и пассивные – средства входящие в состав аппарата. Эффективность активных методов (испарение космических объектов и космических сборщиков мусора) крайне мала, данные проекты сложны с технической точки зрения и, как следствие, дорогостоящи. Так же требует решения задача управления КА для сбора объектов. Поэтому наиболее реализуемыми и целесообразными являются пассивные методы увода КА с типовых околоземных орбит высотой 500-800 км из-за их максимальной загрязненности космическими объектами [1].

В результате проведенного системного анализа способов увода наноспутников с низких околоземных орбит разработана концепция торможения космических объектов под действием аэродинамических сил со стороны набегающего газового потока [2]. Оснащение наноспутников Cubesat автономным устройством увода с рабочей орбиты за счет сил аэродинамического торможения, создаваемые надувной тормозной оболочкой сферической формы из тонкой металлизированной полимерной плёнки следует признать наиболее эффективным исходя из скорости увода с рабочей орбиты и сравнительно невысокой сложности конструкции.

Для эффективности таких мер необходимо сформировать стратегию, которая будет предусмотреть обязательство оснащать наноспутники системой увода с орбиты после окончания срока эксплуатации или выхода из строя.

Литература

1. Х.Ж. Карчаев, К.М. Пичхадзе, В.К. Сысоев, С.О. Фирсюк, А.Д. Юдин Анализ методов увода наноспутников Cubesat с низких околоземных орбит // Журнал «Полет», 2019, №4, с.19-28.
2. Митькин А.С., Москатиньев И.В., Сысоев В.К., Ширшаков А.Е., Юдин А.Д. Модульный космический аппарат // Патент на изобретение RU 2703818, 22.10.2019.

УДК: 629.78 : 614.84
eLIBRARY.RU: 89.57.25

**Асташкин А.А., Карелин А.В., Кузьмин Ю.А.,
Шувалов В.А., Яковлев А.А.
АО «ЦНИИмаш»**

**НИЗКООРБИТАЛЬНАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА
ПОЖАРООПАСНОЙ ОБСТАНОВКИ
НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИЙ МАЛЫХ КА
LOW-ORBITAL SYSTEM OF MONITORING OF THE FIRE-
DANGEROUS SITUATION ON THE BASIS OF TECHNOLOGIES
OF SMALL SPACECRAFTS**

Аннотация: В докладе обоснована актуальность и возможность использования малых КА в решении задач мониторинга пожароопасной обстановки. Представлен обзор космических средств, привлекаемых для обнаружения возгораний на земной поверхности. Обоснован состав индикационных признаков, количественные характеристики которых формируют сигнал «предупреждения». Разработан состав комплекса целевой аппаратуры (ЦА) малых КА для регистрации индикационных признаков. Показано, что на базе технологий малых КА возможно построение низкоорбитальной оперативной, высокоэффективной системы мониторинга пожароопасной обстановки.

Ключевые слова: малые космические аппараты, система мониторинга, пожароопасная обстановка, индикационные признаки пожаров.

Abstract: In the report relevance and possibility of use of small spacecrafts in the solution of problems of monitoring of a fire-dangerous situation is proved. The review of the space funds raised for detection of ignitions on a terrestrial surface is submitted. The structure of indicator signs which quantitative characteristics form a signal of «prevention» is reasonable. The structure of a complex of the target equipment of small spacecrafts is developed for registration of indicator signs. It is shown that on the basis of technologies of small spacecrafts creation of low-orbital operational, highly effective system of monitoring of a fire-dangerous situation is possible.

Keywords: small spacecrafts, system of monitoring, fire-dangerous situation, indicator signs of the fires.

В настоящее время задачи оперативного мониторинга и прогнозирования угроз возникновения, и развития лесных пожаров приобретают все большую актуальность.

Ответственные органы и специалисты по ликвидации лесных пожаров остро нуждаются в информационной системе, обеспечивающей необходимыми данными для выработки эффективных управленческих решений в оперативных условиях.

Эффективное решение этой проблемы возможно на основе создания космической системы мониторинга пожароопасной обстановки на базе малых КА. При этом предполагается использование необходимых дополнительных данных: об изменениях погоды, возможных осадках, влагосодержания растительного покрова, интенсивности лесных пожаров, скорости и направления ветра и т.д.[1]. Эта информация должна обновляться с высокой периодичностью (1–3 часа) и привлечением существующих отечественных и зарубежных средств ДЗЗ (метеоспутников серии NOAA, спутников TERRA и AQUA, КА Landsat, данные российских КА Метеор-М, Ресурс-П, Канопус-В, Канопус-В-ИК.

Космическая система оперативного мониторинга пожароопасной обстановки должен получать космическую информацию (КИ) в видимом, ближнем ИК, дальнем ИК, СВЧ - диапазонах, в соответствии с требованиями геометрического разрешения, диапазонов измерения и оперативности обновления данных:

- периодичность: 1–3 часа по всей территории РФ;
- пространственное разрешение: не хуже 30-300 м;
- спектральный диапазон: видимый, ИК – 3,5–4,0 мкм, 11,0–12,0 мкм, микроволновой(1–200 ГГц).

Для решения задач мониторинга пожароопасной обстановки на КА низкоорбитальной группировки предлагается использовать следующую целевую аппаратуру:

- бортовые многозональные сканирующие устройства среднего или малого разрешения видимого и ИК диапазонов спектра (аналог МСУ-МР или СР);
- радиометр ИК-диапазона (9–15 мкм) с пространственным разрешением не хуже 20 м (аналог прибора БИК-СД1, диапазон измерения в 3,5–12 мкм и пространственным разрешением 20 м);
- СВЧ радиометрический температурно-влажностный зондировщик с высоким пространственным разрешением 1–3 км.

Такие приборы в настоящее время создаются различными организациями в РФ. Использование перечисленных приборов на КА низкоорбитальной группировки(высота орбиты 300–350 км) позволит разработать аппаратуру более высокого качества как по массогабаритным характеристикам так и по информационным. Требования по периодичности наблюдения будут удовлетворяться группировкой в составе 15–20 КА, масса которых может быть до 100 кг.

Литература

1. Лупян Е.А., Барталев С.А., Ершов Д.В. и др. Организация работы со спутниковыми данными в информационной системе дистанционного мониторинга лесных пожаров Федерального агентства лесного хозяйства (ИСДМ-Рослесхоз) // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2015, т. 12, № 5, с. 222-250.

УДК: 629.765: 629.786
eLIBRARY.RU: 89.17.25

Позин А.А.¹, Шувалов В.А.²,
Щукин Ю.А.¹, Яковлев А.А.²

¹ФГБУ «НПО «ТАЙФУН», ²АО «ЦНИИмаш»

СРЕДСТВА ВЫВЕДЕНИЯ «СВЕРХЛЁГКОГО» КЛАССА НА БАЗЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ РАКЕТ И ФОРМИРОВАНИЕ ГРУППИРОВОК МАЛЫХ КА НА НИЗКИХ ОРБИТАХ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ MEANS OF LAUNCHING AN «ULTRALIGHT» CLASS BASED ON GEOPHYSICAL MISSILES AND FORMING GROUPS OF SMALL SPACECRAFT AT LOW ALTITUDES FOR ENVIRONMENTAL MONITORING

Аннотация: Приводится характеристика мировых тенденций в развитии малых КА(МКА). Сформирован комплекс геофизических и технологических задач мониторинга природных и антропогенных объектов и показана эффективность их решения космическими средствами в конфигурации МКА. Обоснована потребность в создании оперативных, унифицированных, и трансформируемых средств выведения «сверхлёгкого» класса низкой стоимости. Рассматривается возможность модернизации геофизического ракетного комплекса Росгидромета МР–30 на основе существующего задела для обеспечения вывода МКА на низкие орбиты.

Ключевые слова: Ракетный комплекс, задачи мониторинга, конфигурация МКА, оперативный, унифицируемый, средства выведения, технологические задачи.

Abstract: The article describes the world trends in the development of small SPACECRAFT (MCA). A complex of geophysical and technological tasks for monitoring natural and anthropogenic objects has been formed and the effectiveness of their solution by space means in the ICA configuration

has been shown. The need to create operational, unified, and transformable means of removing the «ultralight» class of low cost is justified. The possibility of upgrading the geophysical rocket complex of Roshydromet Mr-30 on the basis of the existing groundwork to ensure the launch of the ICA to low orbits is being considered.

Keywords: Missile system, monitoring tasks, ICA configuration, operational, unified, launch vehicles, technological tasks.

В космических технологиях последних двух десятилетий сформировалась оригинальная область разработки, применения и эксплуатации МКА. Эти аппараты обладают такими же конструктивными свойствами, что и существующие КА более крупных размеров. Стремление к удешевлению, упрощению, миниатюризации, унификации компонентов и сокращению времени на создание МКА привели к росту их производства и появлению новых технологий использования в форматах кластеров, систем, группировок. К настоящему времени сложились условия, при которых к лидеру по созданию и эксплуатации МКА(США) подключились Европа, Япония Китай, Индия, а также ряд почти не космических стран таких как Бразилия, Нигерия, Индонезия, Египет и др., которые заинтересованы в развитии этой технологии. Интерес к разработкам МКА продолжает стремительно возрастать, в том числе и в РФ.

Специальные средства выведения МКА В России отсутствуют (но их нет и в других странах), поэтому запуски осуществляются преимущественно как дополнительные нагрузки к целевой аппаратуре «больших» КА под мощные ракеты, что создаёт определенные предпосылки к снижению вероятности решения плановых задач. Тем более, что в нашей стране есть комплекс актуальных национальных задач, решение которых требует создания мониторинговых группировок МКА на низких орбитах, и более того, оперативное восстановление их количественного состава в процессе эксплуатации. Перечислим наиболее актуальные:

1. Система низкоорбитальных МКА оперативного мониторинга всей территории РФ в видимом и ИК – диапазонах. Каждый МКА будет представлять отдельный прибор. Миниатюрные приборы имеются в отечественной разработке.

2. Система мониторинга быстропеременных радиационных процессов в ОКП (потoki корпускулярных и электромагнитных излучений, гамма-излучений, электромагнитных транзиентов). Миниатюризированные приборы разработаны и в составе наноспутников типа «Сократ» обрабатывают на орбите.

3. Низкоорбитальная система связи, ретрансляции и передачи информации на базе МКА.

4. Низкоорбитальная система мониторинга геофизической обстановки, включая гидрометеорологические процессы и состояние верхней атмосферы.

5. Система мониторинга арктического и субарктического регионов на основе МКА и наноспутников.

6. Низкоорбитальные группировки МКА оперативного контроля санитарной безопасности и границ биосферы Земли [1].

7. Низкоорбитальная группировка МКА для отработки и решения технологических задач космической техники в натуральных условиях, проведения научных экспериментов и методических исследований.

Первые шесть перечисленных систем должны иметь в своем составе от 20 до 30 МКА(или наноспутников). Последняя группировка предполагает технологическую отработку на низких орбитах новых приборов, систем, методов, а также реализацию космических экспериментов из Программы научно-прикладных исследований [2].

Для решения перечисленных выше задач предлагается модернизировать геофизический ракетный комплекс Росгидромета МР-30(АО «Тайфун») на базе существующих заделов и превратить его в регулярно действующий инструмент «сверхлегкого» класса для обеспечения запусков МКА и развертывания группировок на низких орбитах.

Исследования показали, что предлагаемый модернизированный на основе МР-30 ракетный комплекс может служить основой для формирования автономного ракетного Центра, включающего как оперативную систему запуска МКА, так и системы: управления, связи, сбора и передачи информации. В настоящем докладе обсуждаются методы соответствующих исследований и представлены их результаты.

Литература

1. Позин А.А., Чикачева Ю.В., Шершаков В.М. Способы безопасной доставки образцов космической пыли на землю. – Труды 42 академических чтений по космонавтике, посвященных памяти академика С.П. Королева и других выдающихся отечественных ученых-пионеров освоения космического пространства. М: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2018, с 172-173.
2. Ключников В.Ю., Позин А.А., Шершаков В.А., Шувалов В.А., Яковлев А.А. Системные проблемы создания унифицированного ракетного комплекса для пуска малоразмерных космических

аппаратов в целях проведения научно-прикладных исследований. – Космонавтика и ракетостроение, 2017, вып.6(99), с. 23-31.

УДК 629.78

eLIBRARY.RU: 16.08.02

Волков С.А., Потюпкин А.Ю., Тимофеев Ю.А.

АО «РКС», г. Москва

**К ПОСТАНОВКЕ ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ
МНОГОСПУТНИКОВЫМИ
ОРБИТАЛЬНЫМИ ГРУППИРОВКАМИ
TO THE TASK STATEMENT OF MULTI-SATELLITE
ORBITAL GROUPS MANAGEMENT**

Аннотация: Рассматривается задача управления многоспутниковыми орбитальными группировками космических аппаратов. Общая задача управления включает в себя следующие частные задачи: поддержание устойчивости системного эффекта, управление целевым эффектом, орбитальной структурой, численностью орбитальной группировки, ресурсами системы, системой информационного обмена, вычислительной сетью GRID. Задача управления рассматривается как задача выбора орбитальных структур на избыточном множестве КА для реализации заданных целевых эффектов, исходя из ресурсных ограничений. Приводится содержание новых задач технологического цикла управления многоспутниковыми группировками.

Ключевые слова: орбитальная группировка, управление, технологический цикл управления.

Abstract: The task of management of spacecraft multi-satellite orbital groups is considered. The overall management task includes the following private tasks: maintaining of the system effect stability, management of target effect, orbital structure, orbital grouping size, system resources, information exchange system and GRID computing. The management task is considered as the task of orbital structures selecting on a redundant multitude of spacecraft for specified target effects implementation, based on resource constraints. The content of the new tasks of the technological cycle of multi-satellite groups management is provided.

Keywords: Orbital Grouping, Control, Technology Management Cycle.

Управление космическими объектами представляет собой сложный технологический процесс, который принято представлять в виде технологического цикла управления (ТЦУ). Структура ТЦУ определяется типом управляемого объекта – космическим аппаратом (КА), его целевым предназначением и комплексом задач информационного обеспечения. Создание многоспутниковых орбитальных группировок (МОГ) требует изменения подходов к их управлению [1,2], связанных с изменением объекта управления – от одиночных КА наблюдается переход к дистанционно управляемым многоагентным системам с численностью от десятков до нескольких сотен и тысяч КА. При этом МОГ создаётся для реализации некоторого системного эффекта (СЭ), который в свою очередь достигается за счёт реализации ряда целевых эффектов (ЦЭ) МОГ. В общем случае для МОГ возможно множество реализуемых ЦЭ, в силу чего возникает задача выбора ЦЭ и определение условий для его реализации – необходимой орбитальной структуры, обеспечения технической готовности КА и наличия требуемых ресурсов, возможности обмена информацией между КА и наземным комплексом, а в случае реализации распределенной бортовой обработки информации, и управление вычислительной сетью GRID. Таким образом, общая задача управления МОГ предполагает переход от традиционных задач управления отдельным КА в полёте к другому классу задач управления – управлению системой КА и будет включать следующие частные задачи: поддержание устойчивости СЭ как реализации целевого предназначения всей системы, управление ЦЭ, орбитальной структурой, численностью МОГ, ресурсами системы, системой информационного обмена, управление сетью GRID.

Задача управления МОГ может быть рассмотрена как задача выбора орбитальных структур на избыточном множестве КА для реализации заданных ЦЭ, исходя из ресурсных ограничений. Учитывая множество ограничений, связанных с баллистическим построением МОГ, ресурсом отдельных КА, поставленная задача может быть решена одним из методов решения многокритериальных задач, например, методом главного критерия или последовательных уступок. При этом алгоритм принятия решения следующий: получение задачи потребителя, выбор ЦЭ, выбор орбитальной структуры для его реализации, поиск КА с соответствующей бортовой специальной аппаратурой (БСА), способных в требуемое время её реализовать, оценка их технической готовности, запаса ресурсов – энергетических и рабочего тела (ЭЭ и РТ), наличие возможностей информационного

обмена. Предварительным решением является активация по типу ЦЭ (назначение) и конечным – общая активация выбранных КА.

Итогом решения задачи являются предложения по структуре ТЦУ МОГ, включающие планирование или выбор ЦЭ под задачу потребителя; выбор КА, способных реализовать заданный ЦЭ в выбранной области пространства в требуемое время; определение требуемых орбитальных параметров для КА, параметров ориентации, технологии применения БСА; оценку технической готовности выбранных КА, запаса ресурсов ЭЭ и РТ; формирование набора управляющих воздействий для КА, исходных данных для БСА; контроль состояния системы информационного обмена, решение задач маршрутизации; контроль орбитального положение КА; синхронизацию шкал времени; выдачу управлений на борт выбранных КА, контроль прохождения; реализация управлений на борту КА, включение БА, выполнение программных разворотов, подготовка БСА; реализацию ЦЭ, получение информации, обработка на БЦВК, передачу информации потребителю.

Реализация ТЦУ предполагается на базе множества функциональных режимов МОГ, включающих как системные режимы автономного функционирования, первоначального развёртывания системы, дежурного режима и режима формирования рабочей структуры для реализации ЦЭ [3], так и индивидуальные режимы для каждого из КА системы – режим вывода на орбиту, автономных навигационных измерений, динамических операций, работы БСА, управления при обнаружении неисправностей .

Литература

1. Бетанов В.В., Волков С.Н., Данилин Н.С, Потюпкин А.Ю., Селиванов А.С., Тимофеев Ю.А. Проблемные вопросы создания многоспутниковых орбитальных группировок на базе малоразмерных космических аппаратов// Научно-технический журнал «Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы», 2019, Том 6. Выпуск 3. С.57–65.

2. Волков С.А., Пантелеймонов И.Н., Потюпкин А.Ю., Тимофеев Ю.А, Сергеев А.С., Данилин Н.С. Управление многоспутниковыми орбитальными группировками на базе малоразмерных космических аппаратов// Материалы III симпозиума «Современные проблемы создания российских малых космических аппаратов и их использование для решения социально-экономических и научных задач», 18-19 сентября 2019 г, г. Калуга, ч. 1 с.73-77.

3. Потюпкин А.Ю., Данилин Н.С., Селиванов А.С., Кластеры малоразмерных космических аппаратов как новый тип космических объектов. //Научно-технический журнал «Ракетно - космическое приборостроение и информационные системы», 2017, том 4, выпуск 4, с. 45–56.

УДК 550.38;520.6

eLIBRARY.RU: 89.15.71

¹Чернышов А.А., ¹Чугунин Д.В., ¹Могилевский М.М.,
²Андреева Е.С., ¹Петрукович А.А.
¹ИКИ РАН, ²МГУ

КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ МАЛОЙ РАЗМЕРНОСТИ И НИЗКООРБИТАЛЬНАЯ РАДИОТОМОГРАФИЯ SMALL SPACE VEHICLES AND LOW ORBITAL RADIOTOMOGRAPHY

Аннотация: Низкоорбитальная радиотомография - мощный метод исследования ионосферы от полярных до экваториальных широт. Для этого необходимо использовать несколько наноспутников/кубсатов с модулем передатчика когерентного сигнала, чтобы иметь как можно больше измерений для изучения как глобальной динамики, так и волновых структур в ионосфере, а также для изучения искусственных ионосферных возмущений над нагревными стендами и мощными низкочастотными передатчиками.

Ключевые слова: малые космические аппараты, ионосфера, низкоорбитальная радиотомография, электронная концентрация.

Abstract: Low radiotomography is powerful method to study ionosphere from polar to equatorial latitudes. It is necessary to have several nanosatellites/CubeSats with the coherent signal transmitter module to have as many measurements as possible, to study both global dynamics and wave-like structures, artificial ionospheric disturbances over heating facilities as well as over powerful low frequency transmitters.

Keywords: small satellites, ionosphere, low orbit radiotomography, electron density.

Для решения задач, связанных с изучением сложной структуры ионосферы, предлагается использовать один или несколько наноспутников «кубсатов». Основным преимуществом космических аппаратов (КА) малой размерности является то, что их можно

значительно быстрее разработать и изготовить. Использование сразу нескольких «кубатов» дает возможность проводить одновременные измерения в разных точках космического пространства и получать объемную картину протекающих процессов (1,2).

Методы низкоорбитальной радиотомография (НОРТ) (3) могут быть использованы для изучения плотности ионосферной плазмы на КА малой размерности. В этом случае спутник излучает, а наземные цепочки станций принимают два когерентных спутниковых сигнала на частотах 150 и 400 МГц и регистрируют разность фаз между ними на нескольких приемных станциях, расположенных вдоль траектории спутника на расстояниях порядка сотен километров. Измерения сдвига фазы в точках приема являются данными для низкоорбитальной реконструкции. Высокая скорость спутника (~ 7-8 км/с) и, соответственно, быстрое пересечение спутником исследуемой области по сравнению с характерными масштабами временных изменений исследуемых ионосферных процессов позволяют реконструировать двумерные (высотно-широтные) сечения концентрации электронов (4) в плоскости пролета спутника за промежутки времени прохождения КА (~10-20 минут). Благодаря высокой скорости метод низкоорбитальной томографии обеспечивает более высокое пространственное разрешение по сравнению с радиотомографией на высокоорбитальных спутниках навигационных систем (ГНСС) (~ 20-30 км по горизонтали и ~ 30-40 км по вертикали).

Следующие темы могут быть решены с помощью НОРТ (для простейшего случая с использованием одного спутника малой размерности):

1. Пространственные неоднородности электронной плотности в ионосфере Земли (авроральный овал, главный ионосферный провал, язык ионизации, патчи полярной шапки, экваториальная аномалия и т.д.)

2. Акустические гравитационные волны (АГВ) и другая высокая атмосферная активность, которая находит отражение в изменении ионосферной плотности плазмы.

3. Пространственное распределение и параметры анизотропии мелкомасштабных ионосферных неоднородностей с помощью амплитудных мерцаний и фазовых флуктуаций радиомаяков.

4. Волновые явления - перемещающиеся ионосферные возмущения (ПИВ) с отслеживанием фазовых изменений несущей.

5. Искусственные возмущения ионосферы нагревными стендами, излучающие мощные ВЧ-волны, а также над мощными ОНЧ передатчиками.

6. Моделирование плазменных неустойчивостей, возникающих из-за наличия неоднородностей в ионосфере.

Перечисленные исследовательские возможности могут использоваться, чтобы способствовать лучшему пониманию ионосферных процессов и их сложных взаимоотношений с плазмосферой/магнитосферой сверху и с термосферой/атмосферой снизу. Кроме того, можно оценить эффекты распространения радиоволн, такие как рефракция и дифракция, на частотах, которые намного более чувствительны, чем частоты ГНСС.

Литература

1. Чернышов А.А., Чугунин Д.В., Могилевский М.М., Моисеенко И.Л., Ильясов А.А., Вовченко В.В., Пулинец С.А., Клименко М.В., Захаренкова И.Е., Костров А.В., Гушин М.Е., Коробков С.В. Подходы к исследованию мультимасштабной структуры ионосферы с использованием наноспутников // Геомагнетизм и Аэронаука. Т. 56, №1. С. 77-85. DOI: 10.7868/S0016794016010041. 2016.
2. Chernyshov A.A., Chuginin D.V., Mogilevsky M.M., Petrukovich A.A. Studies of the ionosphere using radiophysical methods on ultra-small spacecrafts// Acta Astronautica, V. 167. P. 455–459. <https://doi.org/10.1016/j.actaastro.2019.11.031>. 2020
3. Kunitsyn, V. E, & Tereshchenko, E.D. Ionospheric Tomography. Berlin. NY: Springer; 2003.
4. Andreeva E.S, Galinov A.V, Kunitsyn V.E, Mel'nichenko Yu.A, Tereshchenko E.D, Filimonov M.A, Chernyakov S.M. Radio tomographic reconstruction of ionization dip in the plasma near the Earth // Journal of Experimental and Theoretical Physics Letters. 52. 145-148. 1990.

УДК 53.091

eLIBRARY.RU: 16.08.02

Папченко Б.П.

Сысоев В.К.

доктор технических наук,
Университет ИТМО

Юдин А.Д.

АО «НПО Лавочкина»

**ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИВОДОВ НА
МЕТАЛЛАХ С ЭФФЕКТОМ ПАМЯТИ ФОРМЫ В ПРОЕКТАХ
НА ОСНОВЕ НАНОСПУТНИКОВ CUBESAT
PROSPECTS FOR APPLICATION OF DRIVES ON METALS
WITH EFFECT OF MEMORY OF FORM IN PROJECTS BASED
ON CUBESAT NANO-SATELLITES**

Аннотация: Однократно реализуемый эффект памяти формы может быть положен в основу проектирования разнообразных устройств перемещения. Создание силовых элементов конструкции в качестве приводов на базе профилированных монокристаллов Cu-Al-Ni с эффектом памяти формы, позволит создать низкочастотные космические исследовательские проекты на основе наноспутников Cubesat. Данная технология может использоваться для развертывания в космическом пространстве большеразмерной конструкции для реализации бестопливного движения – «солнечный парус», разворачивания рефлекторов антенны космического аппарата, раскрытия дополнительных солнечных панелей или других элементов конструкции.

Ключевые слова: космический аппарат, солнечный парус, технология бестопливного движения, микропривод, металлы с эффектом памяти формы.

Abstract: The once-realized effect of shape memory can be the basis for the design of various moving devices. The creation of structural design elements as drives based on profiled Cu-Al-Ni single crystals with a shape memory effect will allow the creation of low-cost space research projects based on Cubesat nanosatellites. This technology can be used to deploy a large-sized structure in outer space for the implementation of fuel-free movement - the «solar sail», to deploy reflectors of the spacecraft's antenna, to reveal additional solar panels or other structural elements.

Keywords: spacecraft, solar sail, fuel-free motion technology, microdrive, metals with shape memory effect.

Эффект памяти формы металлов – это физическое явление, при котором пластически деформированный материал восстанавливает свою первоначальную форму, обычно при нагреве. На основе этого эффекта создаются высокоточные управляемые приводы для робототехнических систем.

Создание космических проектов на основе металлизированных полимерных пленок типа «Солнечный парус» [1] – это, прежде всего обработка технологии бестопливного движения космических

аппаратов. Основой таких проектов является реализация технологии развертывания в космическом пространстве большеразмерной конструкции светоотражающей полимерной пленки. Использование приводов на базе профилированных монокристаллов Cu-Al-Ni с эффектом памяти формы [2], является альтернативной технологией надувных мачт из полимерного материала, которая имеет несколько недостатков – большие размеры и масса, и главное небольшой срок службы.

В рамках данной работы был создан экспериментальный макет элемента мачты «Солнечного паруса» длиной 15 метров, состоящий из никелевых трубок, приводов, замков, кабеля и системы обезвешивания. Время раскрытия в зависимости от силы тока было в пределах 10-60 сек.

Литература

1. Поляхова Е.Н. Космический полет с солнечным парусом. М:УРСС. 2018. С.320.
2. Василенко А.Ю., Косилов А.Т. Профилированные монокристаллы сплавов с эффектами памяти формы и псевдоупругости. Техника машиностроения, 2002. №5. с. 24-27.

УДК 629.78

eLIBRARY.RU: 16.08.02

Самбуров С.Н.

главный специалист корпорации
ПАО РКК «Энергия»

Шиленков Е.А.

кандидат технических наук,
заместитель директора НИИ РЭС
Юго-Западный государственный университет

Фролов С.Н.

кандидат технических наук,
старший научный сотрудник НИИ РЭС
Юго-Западный государственный университет

Титенко Е.А.

кандидат технических наук, доцент,
начальник 2 управления НИИ РЭС
Юго-Западный государственный университет

Щитов А.Н.

инженер центра перспективных

**АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ АВТОНОМНОГО
КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЕТА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ
ГРУППИРОВКИ МКА В РАМКАХ КОСМИЧЕСКОГО
ЭКСПЕРИМЕНТА «РАДИОСКАФ»
THE ANALYSIS OF RESULTS OF AUTONOMOUS SPACE
FLIGHT OF INTELLECTUAL GROUP OF SMALL SPACECRAFTS
WITHIN THE SPACE EXPERIMENT OF «RADIOSKAF»**

Аннотация: в работе рассматривается анализ результатов автономного космического полета МКА. Оценка работы МКА в группе. Использование полезной нагрузки. Взаимодействие с центром космической связи. Реализация и предпосылки дальнейшего развития КЭ.

Ключевые слова: малый космический аппарат, автономный космический полет, интеллектуальная группировка МКА, Cubesat.

Abstract: in article the analysis of results of autonomous space flight of the small spacecraft is considered. Evaluation of the work of the small spacecraft in group. Useful load use. Interaction with the center of space communication. Realization and prerequisites of further development of a space experiment.

Keywords: small spacecraft, autonomous space flight, intellectual group small spacecraft, Cubesat.

В настоящее время большой интерес представляет собой создание автономной интеллектуальной группировки МКА. Целью космического эксперимента «Радиоскаф» является отработка технологии создания малых космических аппаратов серии Cubesat в конфигурации 3U различного целевого назначения, разработка научной аппаратуры для установки ее на космический аппарат, выведение аппарата с РС МКС и последующая летная отработка аппаратуры в условиях автономного полета с орбиты около 400 км и ниже, а также получение фотоизображений Земной поверхности и данных от научных приборов, установленных на спутнике и исследование характеристик грузов, доставленных на орбиту. Создание элементов информационной технологии организации группировки малых космических аппаратов, организация полудуплексной связи внутри сети группировки совместно с возможностью приёма команд от наземного пункта управления.

Обработка группировкой МКА функций коллективного сбора и обработки данных измерителей и автоматического поддержания сети внутри группировки.

Анализ результатов автономного космического полета МКА показал следующее:

Устойчивая зона приёма сигнала спутника на НОО на изотропную антенну при мощности передачи не менее 29,6 дБм (0,95 Вт) начинается с угла места более 10 градусов. Что позволяет организовать семиминутный цифровой сеанс связи с наземной станцией с общим объёмом трафика 30 кбайт при скорости передачи данных 1200 бод/сек и 240 кбайт при скорости 9600 бод/сек (с оговоркой на худшую помехоустойчивость). Речевые сигналы, передаваемые МКА и принимаемые направленной антенной с коэффициентом усиления не хуже 10 дБд, разборчиво слышны на низких углах возвышения (менее 1 градуса). Интервал времени речевого обмена с наземной станцией длится десять минут. Генерация электроэнергии системой питания составляет 10 Вт/ч и позволяет использовать трансмиттер в течение 30 минут на каждом витке. Четыре аккумулятора представляют собой буфер питания с совокупной ёмкостью батарей 74 Вт/ч, которая динамически распределяется на полезную нагрузку и бортовые системы. Максимальное время непрерывной работы трансмиттера составила 60 часов. Время восстановления заряда – 16 витков с выключенным передатчиком и полезной нагрузкой. Стабилизация положения МКА до углов вращения менее одного градуса в секунду отнимает 25 Вт/ч запаса энергии при включённом гетеродине и тормозящих магниторкерах. При исходных угловых скоростях поворота не выше 540 градусов в секунду зафиксированное время стабилизации составляет 324 секунды.

Оценка работы МКА в группе:

Каждый аппарат из состава группировки содержит информацию об активных спутниках сети. На текущий момент их четыре: RS6S, RS7S, RS8S, RS9S. Приоритетный адрес получает аппарат с наивысшим запасом и генерацией электроэнергии (сейчас RS7S). Состав МКА представлен на рис. 1.

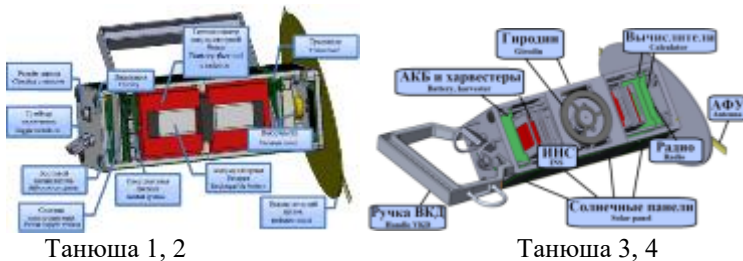


Рис. 1 – Состав космических аппаратов Танюша 1, 2 и Танюша 3, 4.

Данный МКА чаще других использует общий канал связи, в то время как другие ожидают его освобождения (рис.2). Этот подход позволил снизить интерференцию сигнала и замирания. Все объекты внутри группировки синхронизированы по времени и ориентации. Последнее означает, что спутники содержат информацию об угловых скоростях поворота каждого. Ортогональное ориентирование относительно Земли используется для параллельной передачи данных. Пересечение векторов направлений, при котором АФУ МКА повернуты обратно в одной оси, оптимально для автономного обмена. При этом измеренная длина трассы в космическом пространстве равняется 1534 км при уровне сигнала - 121 дБм, что ещё не является «последней милей» для применяемой системы связи.

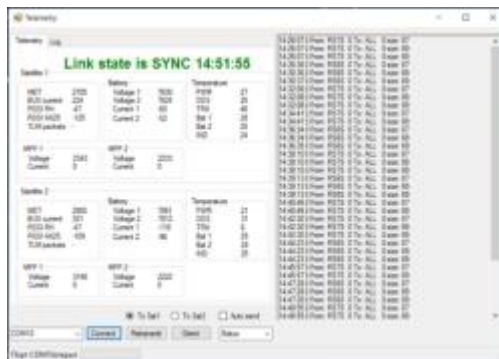


Рис. 2 – Информационный обмен сообщениями между RS7S и RS6S

В рамках автономного обмена данными отработаны ретрансляция телеметрии и команды удалённого управления. Ретрансляция телеметрии позволила получать результаты работы научного

оборудования (полезной нагрузки) МКА, расположенного за горизонтом, через МКА, находящийся в зоне видимости наземного центра управления. Обратный процесс передачи команды на удалённый МКА повысил оперативность управления.

Использование полезной нагрузки:

Размещение составных частей научного оборудования в разных МКА позволил реализовать разнесённый в пространстве эксперимент. В отличие от одиночного аппарата, автономная интеллектуальная группировка проводит динамические и дифференциальные измерения. Положительный результат заключается в повышении точности исследования. Процесс регистрации нейтральных и заряженных частиц вакуумметрами двух МКА в одной области пространства (но с задержкой во времени) уточняет математическую модель расчёта баллистики. Установлено, что синхронная работа сенсоров электромагнитного поля (при удалённом расположении МКА и соосном ориентировании) на порядок увеличивает динамический диапазон измерений. Автономная интеллектуальная группировка позволила проводить эксперименты по изучению переходных процессов на солнечном и теневом отрезке орбиты одновременно. Результаты работы научного оборудования по исследованию удалённых зон одиночным МКА могут быть получены только при следующем пролёте над пунктом управления. Напротив, ретрансляция телеметрии внутри группировки осуществляет оперативный мониторинг таких зон в реальном времени.

Взаимодействие с центром космической связи:

МКА автономной интеллектуальной группировки способен изменять полётное задание по команде наземного пункта управления, переданной напрямую или посредством ретрансляции. Время выполнения команды стабилизации и поворота граничит со временем нахождения центра управления в зоне покрытия МКА. Созданная сеть увеличила временной диапазон взаимодействия, предоставляя возможность контроля и коррекции исполнения длительных процессов. Объём передаваемых данных ограничен каналом связи и временем нахождения в зоне приёма сигнала. Автономная группировка позволила увеличить объём принимаемых данных до 160% посредством прямой ретрансляции. В научном сообществе активно развиваются глобальные сети наземных обсерваторий. Интеграция наземного пункта управления в сообщество Satnogs расширило покрытие до 40% всей Земной поверхности. Таким образом сейчас информационное взаимодействие представляет собой завершённый цикл. Высокая оперативность принятия решений по

управлению группировкой МКА и оценка её состояния достигнута благодаря глобальному мониторингу.

Реализация и предпосылки дальнейшего развития КЭ:

Проектное время жизни МКА составляет 6 месяцев. На данный момент этот показатель значительно превышен. Основным условием существования сети является работоспособность минимум одного аппарата. Апробированные параметры связи имеют предпосылки для применения группировки МКА в качестве базовых станций речевого общения с широким покрытием (рис.3).

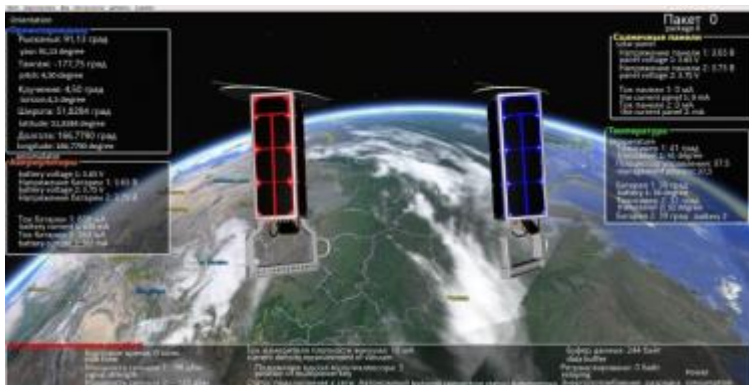


Рис.3 – интерфейс программного продукта для управления группировкой МКА

Анализ радиочастотной обстановки «сверху» позволит оперативно выбрать свободный канал связи. В качестве развития концепции связи 5G всерьёз рассматриваются размещение оборудования базовых станций на спутниках НОО. Функционирование автономной интеллектуальной группировки подтверждает данную тенденцию. Объединение МКА в сеть на орбите уже привело к глобальной кооперации разработчиков и радиолюбителей в сообщество обсерваторий (наземных пунктов управления). В виду лавинообразного увеличения числа МКА типа Cubesat острым вопросом являются учёт и утилизация МКА. Внедрение протокола межспутникового обмена в служебном канале, реализованном в «Радиоскафе», в каждый вновь запускаемый Subsat позволит точно установить число активных и неактивных аппаратов. Результаты космического эксперимента «Радиоскаф» указывают на необходимость дальнейшего использования и пополнение группировки МКА на НОО для ДЗЗ.

Литература

1. Зарубина А. А. История наноспутников рубежа XX - XXI ВВ. Космическая эра в истории России. С. 402-403.
2. О.Г. Артемьев., С.Н. Самбуров., Е.А. Шиленков., С.Н. Фролов., А.Н. Щитов Результаты автономного космического полёта интеллектуальной группировки МКА в рамках космического эксперимента «РадиоСкаф» // журнал «РАДИО» 2020 №4 С. 18-23.
3. Атакищев О.И., Шиленков Е.А., Фролов С.Н., Титенко Е.А., Щитов А.Н., Зарубин Д.М. Автономная интеллектуальная группировка малых космических аппаратов - космический эксперимент «РадиоСкаф-5». // Известия Института инженерной физики. 2020. № 1 (55). С. 42-48.
4. Шиленков Е.А., Фролов С.Н., Зарубин Д.М., Горбунов А.А., Добросердов Д.Г., Щитов А.Н., Титенко Е.А., Сильченко Р.С. К вопросу о создании автономной группировки малых космических аппаратов. // Интеллектуальные информационные системы: тенденции, проблемы, перспективы материалы докладов VII всероссийской очной научно-практической конференции «ИИС-2019». Курск, 2019. С. 64-66.
5. Frolov S., Chadrina O., Titenko E., Shitov A., Andrey Kh., Dmitry T., Andrey G. Development of a method to determine the location of a nanosatellite using ADS-B // Revista Tecnica de la Facultad de Ingenieria Universidad del Zulia. 2020. T. 43. № S1. С. 48-55.

УДК 621.314.5

eLIBRARY.RU: 4400-7881

Пантелеймонов И.Н., Потюпкин А.Ю.
АО «Российские космические системы»

ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ СОЗДАНИЯ СПУТНИКОВОЙ ГЛОБАЛЬНОЙ СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ДЛЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ НА НИЗКИХ ОРБИТАХ THE MAIN DIRECTIONS OF THE CONCEPT OF CREATING A SATELLITE GLOBAL DATA TRANSMISSION NETWORK FOR LOW-ORBIT SPACECRAFT

Аннотация: Работа посвящена проблеме создания спутниковой сети передачи данных, обеспечивающей бесперебойную связь с космическими аппаратами, выведенными на низкие орбиты, вне зависимости от их местоположения и назначения. Для этой цели

предлагается создание в околоземном пространстве полносвязанной спутниковой цифровой сети передачи данных с применением современных способов передачи. Для повышения автономности и надежности системы управления и связи с космическими аппаратами предлагается применение трех спутниковых линий связи.

Ключевые слова: связь, космический аппарат, спутник-ретранслятор, орбитальная группировка, линия связи, земная станция, бортовой радиотехнический комплекс, антенная система.

Abstract: The paper is devoted to the problem of creating a satellite data transmission network that provides uninterrupted communication with spacecraft placed in low orbits, regardless of their location and destination. For this purpose, it is proposed to create a fully connected satellite digital data transmission network in near-earth space using modern transmission methods. To increase the autonomy and reliability of the control system and communication with spacecraft, the use of three satellite communication lines is proposed.

Keywords: communication, spacecraft, satellite-repeater, orbital grouping, communication line, ground station, onboard radio engineering complex, antenna system.

Тенденции развития космических систем [1]:

- уменьшение массогабаритных характеристик космических аппаратов (КА);
- увеличение количественного состава орбитальных группировок;
- повышение пропускной способности линий связи (ЛС);
- обеспечение глобальности предоставления услуг;
- повышение оперативности обмена целевой информацией (ЦИ) и информацией управления (ИУ) с КА.

Традиционные технологии обмена ЦИ и ИУ с КА не обеспечивают качественно новых требований к ЛС.

Архитектура перспективной системы управления единой системы управления космической системы:

- создание в околоземном пространстве полносвязанной спутниковой цифровой сети передачи данных – спутникового Интернет (SatWAN) на НСР.

Для решения задачи ретрансляции ЦИ и информации управления предлагается создание сети СР, в которой соседние НСР, как в одной орбитальной плоскости (ОП) так в соседних ОП, связаны между собой высокоскоростными межспутниковыми линиями связи (МЛС) [2 – 4]. Такая технология построения сети спутниковой связи применяется в давно действующей системе спутниковой связи «Iridium».

Технология применения ССС на НСР для обеспечения связи с КА впервые была применена и отработана при управлении полетом наноспутника ТНС-0 № 1 и № 2. разработанных и созданных в АО «Российские космические системы», где в качестве ретрансляторов применялись КА ОГ «Globalstar».

Ретрансляция информации от КА МГЗ через сеть спутниковой связи на НСР или ССР, связанных между собой МЛС обладает следующими общими преимуществами [2 – 4]:

- возможность получения информации от любого КА в режиме квазиреального времени вне зависимости от текущего местоположения КА;

- повышенная надежность и живучесть системы ретрансляции информации за счет избыточности СР и возможности строить обходные маршруты по МЛС;

- нет необходимости в наличии распределённой сети ЗС;

- меньше протяженность ФЛС, МЛС и АЛС обеспечивает уменьшение задержки передачи информации по сравнению с ГСР и тем самым повышается оперативность передачи информации;

- по этой же причине, не требуются значительные энергетические затраты в радиолиниях, что в свою очередь позволяет эффективно использовать МНА в низкоскоростной АЛС на НСР и на КА;

- возможность применения оптических диапазонов в МЛС с целью увеличения пропускной способности и уменьшения массогабаритных характеристик и энергопотребления бортовой аппаратуры (БА) МЛС;

- возможность непосредственной передачи ЦИ на малогабаритные АТ потребителей.

Общие технические проблемы при реализации системы ретрансляции через сеть НСР:

- необходимость взаимного точного наведения ОНА в высокоскоростной АЛС, а также необходимость взаимного точного наведения ОНА радио или оптического диапазона в МЛС между НСР;

- высокие требования к точности поддержания ориентации КА и НСР.

- увеличение пропускной способности НСР неизменно приводит к увеличению массогабаритных характеристик и энергопотребления БА, однако из-за большого количества НСР удельное количество одновременно обслуживаемых КА с одного НСР может быть значительно меньше, чем у ГСР и ССР.

Отмеченные в настоящих тезисах архитектурные и организационные решения задачи создания системы управления позволяют создать универсальную и надежную, динамичную и

эффективную систему связи и управления полетом КА различного назначения.

Литература

1. Волков С.А., Пантелеймонов И.Н., Потюпкин А.Ю. и др. Управление многоспутниковыми орбитальными группировками на базе МКА. // Тез. докл. на 54-х научных чтениях памяти К.Э. Циолковского, г. Калуга, 18-19 сент. 2019. Калуга. 2019. Ч.1, С.73–77.
2. Пантелеймонов И.Н. Пути повышения эффективности системы управления полетом космического аппарата. // Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы. 2019. Т. 6. Вып. 2. С. 80–89.
3. Мырова Л.О., Пантелеймонова А.В., Пантелеймонов И.Н. и др. Модель перспективной системы управления полетом космических аппаратов // Космонавтика и ракетостроение. 2019. Вып. 6 (111), С. 68–82.
4. Потюпкин А.Ю., Пантелеймонов И.Н., Саушкин А.М. и др. Система управления полетом космического аппарата с применением в качестве ретрансляторов низкоорбитальных спутников, связанных между собой межспутниковыми линиями связи - Патент на изобретение № 2 713 293 от 16.05.2019.

**Секция 1. «Исследование научного творчества К.Э. Циолковского И
ИСТОРИЯ
РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ»**

УДК 930.2
eLIBRARY.RU: 03.81.37

Желнина Т.Н.
Комиссия РАН по разработке
научного наследия К.Э. Циолковского

**ПОДДЕЛЬНЫЕ И ПОДЛИННЫЕ АВТОГРАФЫ
К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО НА РЫНКЕ
ИСТОРИЧЕСКИХ ЦЕННОСТЕЙ
FALSE AND AUTHENTIC AUTOGRAPHS
OF K.E. TSIOLKOVSKY ON THE MARKET
OF HISTORICAL VALUES**

Аннотация: С 2001 года в культурном обороте на отечественном и зарубежном рынках исторических документальных раритетов находятся сотни поддельных автографов К.Э. Циолковского. Они приобретаются как частными лицами, так и государственными учреждениями, ими пополняют на правах подлинников коллекции, архивные и фондовые собрания документов, на их основе уже делаются сенсационные «открытия» неизвестных ранее фактов биографии Циолковского, их публикуют на страницах авторитетных изданий. С целью вновь информировать широкую общественность и специалистов об опасности, которую представляют собой поддельные автографы Циолковского для национальной культуры, а также раскрыть особенности выявления подделок в докладе проводится их комплексный анализ и приводятся неоспоримые доказательства того, что они не являются подлинниками. Также обращается внимание общественности на факт появления на рынке исторических ценностей подлинных автографов Циолковского, которые значатся в описании одного из архивных фондов.

Ключевые слова: Циолковский, аукционы, архивы, автографы, подделки, подлинники.

Abstract: Since 2001, hundreds of false autographs of K.E. Tsiolkovsky have been in cultural circulation on the domestic and foreign markets of historical documentary rarities. They are purchased by both private individuals and state institutions, they are added to the original collections, archival and stock collections of documents, on their basis,

sensational «discoveries» of previously unknown facts of Tsiolkovsky's biography are already made, they are published on the pages of authoritative publications. In order to re-inform the general public and specialists about the danger that false autographs of Tsiolkovsky pose to national culture, as well as to reveal the features of detecting forgeries, the report provides a comprehensive analysis of them and provides indisputable evidence that they are not authentic. Public attention is also drawn to the fact that authentic autographs of Tsiolkovsky appear on the market of historical values, which appear in the description of one of the archival funds.

Keywords: Tsiolkovsky, auctions, archives, autographs, forgeries, originals.

Было время, когда передать безвозмездно в архив или в музей какую-нибудь историческую реликвию, связанную с именем К.Э. Циолковского, считалось делом почетным и заслуживающим уважения. В 1930-е - 1980-е годы архивные, музейные и библиотечные фонды именно так пополнялись письмами ученого, надписанными им брошюрами и фотографиями. В 1990-е годы подобные документы со всей неизбежностью стали предметом купли-продажи. И вскоре после того, как это произошло, с такой же неизбежностью на рынок исторических реликвий хлынул поток поддельных автографов Циолковского, который не прекращается и сегодня. Каталоги крупнейших и известнейших аукционов и антиквариатов, как российских, так и зарубежных (например, «Дом антикварной книги «В Никитском», ООО Аукционный дом «Империя», Sotheby's, Christie's Space Auction, Space Memorabilia Auction, Internet Auction ebay), с 2001 года полнятся подделками. Предлагаемые к продаже страницы «научных рукописей», «письма» и брошюры с «дарственными надписями» и «пометками» Циолковского исчисляются сотнями, а суммы от их «реализации» уже составляют десятки тысяч долларов. Казалось бы, в принципе, можно пустить распространение подделок на самотек. Хочет кто-то быть обманутым, да еще выложить за это кругленькую сумму, ну и пусть не отказывает себе в этом удовольствии. Однако изготовители находящихся в культурном обороте поддельных автографов Циолковского, воспринимаемых неподготовленной публикой как подлинники, непоправимо искажают облик Циолковского-ученого, выставляя его малограмотным человеком, приписывают ему никогда не высказывавшиеся им идеи и технические предложения, измышляют не имевшие места факты его научной биографии, навязывают несвойственные ему формулировки, термины и выражения, придумывают свою версию его научных

контактов, не имеющую ничего общего с исторической реальностью. Наносимый ими разрушительный вред отечественной истории науки и техники и в целом национальной культуре очевиден.

Это и побуждает автора доклада не прекращать начатую в 2003 году работу по выявлению поддельных автографов Циолковского, тем более, что налицо тенденция игнорировать исходящую от них опасность. Настоящий доклад - очередная попытка привлечь внимание общественности к подделкам и инициировать научную дискуссию вокруг выводов автора, впервые опубликованных в 2003 и 2005 годах [1; 2].

В течение прошедших семнадцати лет автору доклада довелось изучать более сотни поддельных автографов Циолковского, изготовленных, как минимум, двумя или тремя фальсификаторами. Основной вывод, сделанный в ходе этого изучения: каждую подделку необходимо исследовать в комплексе с другими фальсификатами и применяя комплексные методы их выявления. Ограничиваться только каким-то одним методом исследования ни в коем случае нельзя, поскольку это чревато грубейшими ошибками. И такие ошибки были уже совершены. В 2002 году С.А. Соколова (в 1965-2010 годах ученый секретарь Комиссии АН СССР/РАН по разработке научного наследия К.Э. Циолковского), полагаясь только на свою память (!), «узнала» почерк Циолковского и подтвердила подлинность его дарственных надписей на двух брошюрах, выдав соответствующий сертификат. На самом деле эти надписи – «классический» пример поддельных автографов Циолковского. Год спустя подобную оплошность совершила сотрудник Экспертно-криминалистического управления УВД Калужской области Т.В. Носова, проводившая по просьбе калужского музея истории космонавтики почерковедческую экспертизу «письма», «рукописного текста» и очередных «дарственных надписей». Основываясь на некотором графическом сходстве этих записей с предоставленными для сопоставления немногочисленными автографами Циолковского, эксперт сделала вывод об их – исследуемых записей – подлинности, что и зафиксировала в актах № 440 от 12.02.2003 и № 2423 от 10.06.2003. Этот вывод имел далеко идущие последствия – музей приобрел на правах подлинников подделки - несколько страниц «неизвестной рукописи» и «рисунков» Циолковского, «письмо Циолковского А.Л. Чижевскому» и три брошюры с «дарственными надписями Циолковского Ф.А. Цандеру и В.А. Сытину»). Все они включены как подлинники в фондовые описи и в научное описание творческих документов Циолковского (в разделе «Рукописи, черновики, верстки

изданий, чертежи, рисунки» под номером 3 «Позднейшие добавления к работе (1903 г.) "Исследование мировых пространств реактивными приборами" (с рисунками). Черновик. Автограф. 11 февраля 1904 г. 5 л<истов>» и в разделе «Письма К.Э. Циолковского частным лицам» под номером 163 «Чижевскому Александру Леонидовичу. Благодарность за поддержку. Автограф. 8 октября 1923 г.» [3]. Новые музейные поступления были отнесены к «особенно ценным находкам»; было даже предложено, руководствуясь их содержанием, пересмотреть историю некоторых научных идей ученого [4, с. 140]. Между тем, изучение этих «рукописей», «письма» и «надписей» с применением не только графологического, но и палеографического, стилистического, лингвистического и текстологического анализа, а также с учетом известных исторических и биографических фактов, однозначно и неоспоримо свидетельствует о том, что их почерковедческая экспертиза была проведена поверхностно и методически неправильно и что музейные фонды пополнились поддельными автографами Циолковского. Еще большее сожаление вызывает поспешность, с какой музейные сотрудники опубликовали некоторые подделки на страницах своих изданий. Так, обложка брошюры «Монизм вселенной» с «дарственной надписью» «Сытину Виктору Александровичу от автора. К. Циолковский» использована как иллюстрация в книге «Черты из моей жизни» [5]. Подделками проиллюстрировано и подготовленное музеем издание повести «Вне Земли» (они выдаются за подлинные рисунки Циолковского к «Альбому космических путешествий») [6]. Хотелось бы предупредить читателей этого издания: подлинные рисунки Циолковского опубликованы в нем на страницах 33, 35, 37- 42, 51, 53, 55, 57, 59, 63, 65, 67, 69-73, 75, 76, 78, 82, 84, 86-89, 91, 93, 104, 106, 108, 110-115, 117, 118, 119, 121, 122, 126, 127, 130, 132, 143, 145, 147-150, 152, 154, 156, 171, 173, 178, 180, 182, 184, 186, 235-251; подделки – на страницах 43, 45, 47, 49, 56, 58, 60, 62, 94, 96, 98, 100, 102, 133, 135, 137, 138, 139, 140, 141, 155, 157, 159, 160, 161, 162, 164, 166, 168, 170, 175, 177, 179. Вряд ли будет преувеличением сказать, что распространение подделок со страниц авторитетных изданий (а книга «Вне Земли» издана в рамках Федеральной целевой программы «Культура России») способно нанести культуре не меньший урон, чем уничтожение подлинных автографов.

В докладе подробно разбираются особенности и отличия поддельных автографов Циолковского и раскрывается комплексная методика их выявления. Подчеркивается, что установить их очевидную поддельность возможно только при условии досконального

знания 1) особенностей бытования личного архива Циолковского при жизни ученого и движения его рукописей после его смерти, 2) состава корпуса его сочинений, 3) подробностей его биографии и круга общения, 4) содержания его отдельных трудов, 5) его творческого стиля и манеры письма, 6) характерных индивидуальных признаков его письма во всей их совокупности.

Наблюдения и выводы, сделанные автором доклада в ходе изучения поддельных автографов Циолковского, разделяются серьезными исследователями. Приведем отклик израильского исследователя З. Бар-Селлы, биографа А.Р. Беляева, познакомившегося с одним из поддельных писем Циолковского Беляеву (написанному, кстати, той же самой рукой и в той же манере, что и «письмо Циолковского Чижевскому», приобретенное музеем истории космонавтики): «Глубокоуважаемая Татьяна Николаевна! С огромным интересом прочел Вашу статью и полностью согласен с ее выводами. Я столкнулся с другим «письмом» КЭЦ Беляеву от 7 мая 1934 г. С почерковедением я знаком скорее теоретически, а кроме того не имел материала для сравнения (подлинных рукописей Циолковского). Тем не менее, «письмо» это вызвало у меня массу вопросов. Во-первых, ни одного письма Циолковского Беляеву не сохранилось (все они погибли в г. Пушкине вместе со всем архивом Беляева во время войны; такой же была и судьба беляевской библиотеки – наряду с прочими, погибли и все книги с дарственными надписями). Таким образом, если данное письмо уцелело, придется допустить, что оно не было отправлено. Во-вторых, подлинное письмо Циолковскому Беляев посвятил одному вопросу, крайне для него важному: издательство «Молодая гвардия» готовило 2-е издание романа «Прыжок в ничто», но успеху этого предприятия мешала негативная рецензия Я. И. Перельмана. Эту рецензию Беляеву и необходимо было нейтрализовать. В «письме» же Циолковского об этом и слова нет. Честно говоря, оно вообще лишено смысла.

Вот его текст:

Многоуважаемый Александр Романович!

Я очень благодарен Вам за посылку и письмо, в котором обнаружил истинное понимание проблем. Мои труды, это скромный вклад в мировую науку, но и он является неотемлимой <sic!> частью стремления человечества к прогрессу.

С уважением

К. Циолковский

Калуга 7 мая 1934 г.

Что это за письмо, в котором Циолковский обнаружил «истинное понимание проблем»? Ведь разговор мог идти лишь о том, что понимание проблем имеется в романе! Долго пытался примирить это «письмо» с реальностью, но успеха не добился. И увидев в Вашем выступлении на Циолковских «Чтениях» фразу о «потоке фальшивок», сразу понял, что ни под какую другую категорию это «письмо» не подвести. Кстати, относительно дарственной надписи: титуловать Беляева «советским Жюль Верном» стали лишь после 1956 года. Для пополнения Вашей коллекции фальшивок посылаю те, что обнаружены мной». Примечательно, что З. Бар-Селла выделил три характерных признака, которыми отличаются поддельные автографы Циолковского: орфографические ошибки, бессмысленность, беспредметность содержания и неподдающееся логическому объяснению происхождение данного конкретного документа.

На международных аукционах выставляются и подлинные автографы Циолковского, но в гораздо меньшем количестве, чем подделки. В марте 1996 года на аукционе Сотби в Нью-Йорке была продана брошюра «Нирвана» с дарственной надписью: «Многоуважаемому и дорогому Николаю Поликарповичу Глухареву от автора. 1919 г. 15 авг. К. Циолковский» (Собственность инженера Юрия М. Багинского) [7]. Дважды выставлялась брошюра «Успехи воздухоплавания в XIX веке» с дарственной надписью: «Многоуважаемому Александру Петровичу Шапошникову от автора 1901 г. 4 февраля Циолковский» (из собрания калужского собирателя Д.Н. Василевского) [8; 9]. В свое время неизвестным собирателем из Сербии на аукционах были приобретены еще две брошюры Циолковского с дарственными надписями ученого: «Горячему последователю моих идей, Георгию Андр<севичу> Полевому от автора. 26 ф<свраля> 1926 г.» («Вне Земли») и «Москва. Тверской бульв<ар>, д. 17, кв. 2 Евгению Всеволодовичу Латынину. Только хорошая моя автобиография может исправить увлечение доброго профессора <Н.Д. Моисеева - Т. Ж.>. Не сейчас. Мне некогда заниматься этими пустяками. Спасибо за письмо и отзыв. Циолковский» («Воля вселенной. Неизвестные разумные силы»). В 2013 году обе эти брошюры в составе всей «Сербской коллекции» были переданы в ГМИК [подробнее: 10]. В апреле 2002 года была выставлена фотография Циолковского 1927 года с дарственной надписью на обороте Ю.А. Киселеву, датированной 07.06.1931 годом [8, лот 1164, р. 295]. В мае и октябре 2000 года выставлялась почтовая карточка Циолковского Зелику Ходову [11; 12]. В каталогах аукционов

встречаются также учебники Н.Е. Жуковского с подписью Циолковского [12, лот 1833, р. 399; 13]

Происхождение перечисленных материалов не представляет загадки. Все названные брошюры, фотография и почтовая карточка покинули личный архив Циолковского по воле ученого при его жизни и принадлежали по праву другим лицам, которые вольны были распоряжаться ими по своему усмотрению. Труднее объяснить появление на рынке учебников, подписанных Циолковским, которые, видимо, когда-то входили в состав его библиотеки. Но и в этом случае можно допустить, что они оказались за пределами библиотеки ученого с его ведома или с ведома его родственников. В то же время есть ряд подлинных автографов Циолковского, выставленных на аукционах на продажу, происхождение которых вызывает вопросы.

Так, весной 1998 года на «Space Memorabilia Auction» были проданы 16 страниц рукописи Циолковского, представленной в каталоге как «философская статья», написанная, якобы, для журнала «Природа и люди» между 1896 и 1920 годами. Далее следовала короткая аннотация: «Рукопись полностью посвящена философским идеям о правах человека, включая право каждого неродившегося атома-духа на прекрасное тело, мозг, разум <...>» [14]. Сразу можно сказать, что никаких философских статей для названного журнала Циолковский не писал. Сюжет статьи, упомянутый в аннотации, действительно встречается на страницах философских сочинений ученого. На помещенном в каталоге снимке можно безошибочно узнать один из черновых автографов Циолковского - записи, выполненные карандашом в характерной для него манере на двойных листах большого формата. К сожалению, качество снимка не позволяет прочитать рукопись, за исключением заголовка, написанного крупными буквами поверх текста статьи на одной из страниц: «Дирижабль 1921 год<a>». Этот заголовок свидетельствует, что данный двойной лист служил обложкой для другой рукописи, точнее, для машинописи большого сочинения, в котором ученый в 1921 году подытожил свою работу над проектом цельнометаллического дирижабля. Такое отношение к своим черновикам Циолковскому было свойственно только в одном случае - если текст чернового автографа был уже перепечатан на пишущей машинке. Машинописям ученый всегда отдавал приоритет, листы же старых автографов, не считая нужным больше их хранить, использовал в качестве обложек или писчего материала для новых работ, если оборотные стороны не были еще исписаны. Отталкиваясь от аннотации, можно предположить, что в 1998 году были проданы

разрозненные листы черного автографа статьи Циолковского «Права и обязанности человека», датированной 29.05.1933, машинопись которой сохранилась полностью в двух экземплярах, отложившихся в АРАН и в ГМИК [15; 16] Но как они оказались за пределами личного архива Циолковского? При каких обстоятельствах они могли покинуть его дом? Редкие случаи, когда Циолковский дарил или передавал кому-то свои рукописи, так и не вернувшиеся к нему, хорошо известны. Причем, это всегда были беловые автографы или машинописи, но никогда - черновики. Поэтому с полной уверенностью можно утверждать, что данный подлинный автограф Циолковского поступил на рынок не из частной коллекции.

Такой же вывод можно сделать в отношении еще трех автографов Циолковского - трех писем ученого Я.И. Перельману, датированных 17.06.1924, 15.07.1928 и 21.11.1931. Первое было предложено к продаже в прошлом году на лондонском аукционе Бонхамс [17]. Два других проданы в Нью-Йорке на аукционах Space Memorabilia Auction в октябре 2002 года [18] и в октябре 2001 года [13, лот 1883, р. 350]. Проследить путь этих писем не составляет особого труда. Их содержание хорошо известно биографам и исследователям жизни и деятельности Циолковского. Их изображения выложены в Сети на странице Архива РАН в разделе «Личный фонд К.Э. Циолковского». Их фотокопии учтены в четвертой описи фонда 555 (К.Э. Циолковского), хранящегося в Московском отделении Архива РАН (Д. 17. Л. 29-32; 33-34; 45), а оригиналы - в третьей описи фонда 796 (Я.И. Перельмана), хранящегося в Санкт-Петербургском отделении Архива РАН (Д. 23. Л. 7-8об.; 9-9об.; 16). Они перечислены также в Научном описании фонда 555 в разделе «Письма К.Э. Циолковского» под порядковыми номерами 573, 575 и 579 [19].

Похоже история распространения автографов Циолковского в наше время не обходится без криминальной составляющей. При таких обстоятельствах нелишним было бы инициировать сверку документов в составе фондов 555 и 796 в Архиве РАН, о результатах которой была бы проинформирована широкая общественность. Представляется также целесообразным поставить в известность аукционные дома и дома антикварной книги о наличии в культурном обороте поддельных и подлинных, возможно, краденых автографов Циолковского.

Литература

1. Желнина Т.Н. Новонайденные строки К.Э. Циолковского (вопросы атрибуции) // XXXVIII Научные чтения памяти К. Э. Циолковского

- (Калуга, 16-18 сентября 2003 г.). Тезисы докладов. - Калуга: 2003. - С. 29-32.
2. Желнина Т.Н. Методы выявления поддельных автографов К.Э. Циолковского // Космонавтика и культура. Материалы секции 10 XXIX Академических Чтений по космонавтике. М.: 2005. С. 156-194.
 3. Документальное наследие К.Э. Циолковского в собрании Государственного музея истории космонавтики им. К.Э. Циолковского. Каталог. - Составитель: Л.А. Кутузова. - Калуга: 2017. С. 17, 60.
 4. Кутузова Л.А. К вопросу о наследии К.Э. Циолковского в Государственном музее истории космонавтики (история формирования, состав, поиски и находки последних лет // Актуальные проблемы развития отечественной космонавтики. Труды XXVIII академических чтений по космонавтике. – М.: 2004. - С. 139-140.
 5. Циолковский К.Э. Черты из моей жизни. Glimpses of my life. Подготовка текста: Л.А. Кутузова, Н.Г. Белова, подбор иллюстраций: Т.Р. Большакова. – Калуга: Золотая аллея, 2007. - Вкладка между с. 64 и 65.
 6. Циолковский К.Э. Вне Земли. - Калуга: Золотая аллея, 2008.
 7. Sotheby's New York Saturday March 16, 1996. Russian Space History. - Catalog. - Лот 1. - P. 1.
 8. Space Memorabilia Auction 26-27.04.2002. - Catalog. - Лот 1168. - P. 310.
 9. Интернет-аукцион 01.05.2004. Auction XXIV – Autographs & Memorabilia. Catalog. - Лот 0438.
 10. Желнина Т.Н. Сербская коллекция материалов о жизни и деятельности К.Э. Циолковского: характеристика состава и содержания // К.Э. Циолковский и инновационное развитие космонавтики. Материалы XLVIII Научных Чтений памяти К.Э. Циолковского. – Калуга: Изд-во «Эйдос», 2013. - С. 46-53.
 11. The Spring 2000. Space Memorabilia Auction 05-07.05.2000. - Catalog. - Лот 936. - P. 199.
 12. The Fall 2000. Space Memorabilia Auction 28-29.10.2000. - Catalog. - Лот 1834A. - P. 399.
 13. The Fall 2001. Space Memorabilia Auction 27-28.10.2001. - Catalog. - Лот 1887. - P. 350.
 14. The Spring 1998. Space Memorabilia Auction. 16-17.05.1998. - Catalog. - Лот 2466. - P. 342.
 15. АРАН. Ф. 555. Оп. 1. Д. 497. Л. 1а-18.
 16. ГМИК. Ф. 1. Оп. 1. Д. 172.

17. Bonhams Auction. The Air and Space Sale. 2019. - Catalog. - Лот 33. - Р. 17.
18. Space Memorabilia Auction 26-27.10.2002. - Catalog. - Лот 1177. - Р. 312.
19. Академия наук СССР. Труды Архива. Вып. 22. Рукописные материалы К.Э. Циолковского в Архиве Академии наук СССР. Научное описание. Составители: М. Я. Ржевникова, И.П. Староверова, Л.Г. Самохвалова. Под ред. Б.Н. Воробьева и Б.В. Левшина. - М.: Наука, 1966. - С. 56, 57.

УДК: 1.14

Лыткин В.В.

доктор философских наук
профессор КГУ им. К.Э. Циолковского

**ЭВОЛЮЦИЯ ОБРАЗА К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО В НАУЧНОЙ
ПАРАДИГМЕ (ЧЕЛОВЕК – МИФ – ЛОГОС)
EVOLUTION OF THE IMAGE OF K.E. TSIOLKOVSKY
IN THE SCIENTIFIC PARADIGM (MAN – MYTH - LOGOS)**

Аннотация: Философское наследие русского космизма и К.Э. Циолковского, как его классического представителя, разнообразно по содержанию и глубине разработанности общей проблематики и отдельных вопросов. Ему присущи глубокие прозрения, часто опережающие свое время, например, в создании философской и мировоззренческой базы для разработки теоретических основ космонавтики и ее практического развития. Уже в начале XX века К.Э. Циолковский, В.И. Вернадский и другие космисты видели то огромное значение, которое могут иметь в будущем для человечества глобальные проблемы: угроза экологической катастрофы, демографическая проблема, космические катаклизмы, истощение сырьевых ресурсов и т.д. К.Э. Циолковский подходил к решению этих и других проблем с антропологической точки зрения. Его глубоко интересовали проблемы духовного развития человечества. В частности, близкой и важной темой для него стала проблема определения места христианства и религии вообще в развитии человеческого общества и культуры.

Ключевые слова: К.Э. Циолковский, наука, техника, научная парадигма, философская парадигма, мифологизация образа.

Abstract: The philosophical legacy of Russian cosmism, and of K.E. Tsiolkovsky as its classical representative, is diverse in content and depth of elaboration of General issues and individual issues. He has deep insights that are often ahead of their time, for example, in creating a philosophical and worldview base for developing the theoretical foundations of cosmonautics and its practical development. Already at the beginning of the twentieth century, K.E. Tsiolkovsky, V.I. Vernadsky and other cosmists saw the great significance that global problems may have for humanity in the future: the threat of environmental catastrophe, demographic problems, space disasters, depletion of raw materials, etc. K.E. Tsiolkovsky approached the solution of these and other problems from an anthropological point of view. He was deeply interested in the problems of spiritual development of mankind. In particular, a close and important topic for him was the problem of determining the place of Christianity and religion in General in the development of human society and culture.

Keywords: K.E. Tsiolkovsky, science, technology, research paradigm, philosophical paradigm, the mythologization of the image.

Материал и методы.

«Космическая философия» К.Э. Циолковского по праву считается классическим вариантом космизма. Это мнение разделяем мы, этого мнения придерживаются и ведущие исследователи творческого наследия ученого, его социально-философской концепции. Поэтому в основе нашего анализа социально-антропологических взглядов русского космизма лежит, прежде всего, и по преимуществу, анализ взглядов К.Э. Циолковского.

Жизнь и творчество К.Э. Циолковского пришлись на перелом двух эпох, века XIX и века XX. Жизненный путь, пройденный человеком, его биография, а в особенной степени биография выдающегося человека, вызывает пристальный интерес у исследователей. И это не является случайным, но вполне закономерным явлением. Именно исследуя те или иные жизненные коллизии своего героя мы можем найти верные решения, понять мотивы тех или иных его поступков, действий и мыслей, а подчас и сокровенные основания зарождения тех или иных идей.

Исследование научного творчества ученого проводится автором на протяжении нескольких десятков лет. Оно основано на изучении архивных материалов, научной литературы предшественников и коллег, изучающих творчество К.Э. Циолковского, историю и теорию русского космизма, развитие научной и философской парадигмы в 19 –

21 веках в ее философской части и тенденций научно – технического развития общества.

Особое внимание автор уделяет вопросам становления и развития научных и философских взглядов К.Э. Циолковского.

Результаты и обсуждение.

К.Э. Циолковский давал себе весьма высокую оценку. Так, во время своего самообразования в Москве, в период с 1873 – 1876 годы, в возрасте приблизительно 17 лет, в одном из писем к своей знакомой, он вполне убежденно уверял ее в том, что он: «...такой великий человек, которого еще не было, да и не будет... и тогда я уже думал о завоевании вселенной» [7, с. 18]. Он ощущал себя выдающимся человеком, гениальным ученым и мыслителем, поэтому и оставил после себя несколько весьма полных и откровенных автобиографий, и небольших автобиографических работ, призванных дать возможность будущим поколениям из первых рук познакомиться с реальными жизненными коллизиями выдающегося человека (общим числом около двадцати автобиографий). Основными и наиболее крупными, и наиболее ценными, полными и подробными автобиографическими произведениями К.Э. Циолковского являются две его работы. Во-первых, «Моя жизнь» Эта автобиография была опубликована Государственным музеем истории космонавтики им. К.Э. Циолковского в Туле в 1982 году. Это подробная автобиография ученого. Она же является, возможно, и самой откровенной, избилующей множеством откровенных признаний и интимных подробностей. И автобиография «Фатум, судьба, рок» [10]. До сих пор они не изданы в полном объеме, да, возможно, этого и не стоит делать, так как безнравственно любопытствующему и скучающему взгляду проникать в святые откровения великих людей.

Среди небольших автобиографий ученого нас наиболее всего привлекла его маленькая работа «Странные совпадения или даты моей жизни нравственного характера» [9]. Она посвящена переломным моментам в жизни ученого, которые по его собственному мнению, наиболее сильно повлияли и на его жизнь и направленность трудов, и на изменение его мировоззрения.

Огромную роль в исследовании биографии К.Э. Циолковского сыграл С.И. Самойлович. Его монография «Гражданин вселенной», по нашему мнению, и сегодня является наиболее полной научной биографией ученого [3].

На начальном этапе (раннем) изучения творческого наследия К.Э. Циолковского мы видим отношение к нему как к человеку достаточно обыденного склада. Современники отмечали его бедность,

жизнь в тяжелых материальных условиях, вместе с тем, и его стремление к научному творчеству (Голубицкий П.М., Воробьев Б.Н.).

В тридцатые годы 20 века начинается определенная мифологизация образа К.Э. Циолковского. Особо вычленяется его научно – техническое творчество. Философская составляющая отодвигается в сторону (по идеологическим соображениям). В 1932 году страна широко отмечала 75 летний юбилей ученого. Его наградили Орденом «Трудового Красного знамени», высшей в то время наградой. Семье К.Э. Циолковского был подарен правительством новый дом. Несколько ранее этого момента Герман Оберт, молодой немецкий ученый, считавшийся «отцом европейской космонавтики», официально признал приоритет К.Э. Циолковского как создателя теоретической космонавтики.

К.Э. Циолковский трудился до конца своих дней. Напряженный труд подорвал его здоровье. 19 сентября 1935 года К.Э. Циолковский скончался в возрасте 78 лет. После жизни ученого остались новое направление в науке и технике, во многом оригинальная философская система взглядов, безграничная вера в прогресс и могущество человеческого разума, науки и техники, убеждение в неизбежном нравственном и социальном совершенствовании человечества.

К.Э. Циолковский, его жизнь, творчество и философские идеи начинают привлекать пристальное внимание исследователей, с середины 50-х годов XX века. С этого времени, во многом в связи с началом эры освоения и изучения космического пространства, труды К.Э. Циолковского начинают публиковаться. Появляются отдельные биографические исследования и диссертационные работы. В этом плане необходимо назвать, прежде всего, работы В.А. Брюханова, С.И. Самойловича, И.А. Кольченко, Б.С. Клементьева. В 60-е годы интерес к личности К.Э. Циолковского все более и более возрастает. Начиная с 1966 года в Калуге проводятся ежегодные Научные Чтения, посвященные разработке и исследованию научного творчества К.Э. Циолковского. В скором времени в рамках Чтений выделяется секция «К.Э. Циолковский и философские проблемы освоения космоса». Ежегодная работа, проводимая в рамках Чтений и до сегодняшнего дня вносит основной вклад в исследование научного и философского наследия великого ученого. В 1967 году в Калуге открывается Государственный музей истории космонавтики им. К.Э. Циолковского, ставший общепризнанным научно-исследовательским центром в области изучения истории космонавтики и научной биографии К.Э. Циолковского. Долгие годы в Москве при

РАН работает Комиссия по разработке и изучению научного наследия К.Э. Циолковского.

В то же время, в связи с началом эры освоения космоса в 50–60 годы 20 века образ ученого приобретает определенные мифологические черты, элементы абсолюта. В значительной степени. Под влиянием официальной государственной идеологии его образ становится лапидарным и монументальным. Советской пропаганде необходим был великий ученый, первый и единственный в мире «отец и основоположник космонавтики». Огромную роль здесь сыграло празднование 100–летия со дня рождения ученого. Начинают создаваться памятники, музеи. Издаются труды ученого. Причем издаются выборочно, лишь их научно – техническая составляющая. Работы ученого в области натурфилософии, религиоведения, где присутствуют элементы мистики, помещаются в спецхранилища, начинают носить закрытый, «апокрифический» характер. Конечно, они были известны специалистам, работающим, собственно, с наследием ученого. Но таких было очень мало. В частности, К.Э. Циолковский обосновывал существование «Причины космоса» - монистическая вселенная у К.Э. Циолковского получает характерный признак: она имеет свою первопричину, то, что, собственно, и создает вселенную, являясь ее первоначалом. Об этом в свое время писал В.В. Соколов, ставя К.Э. Циолковского в один ряд с великими естествоиспытателями-деистами прошлого, включая его в великую культурно-философскую традицию. [5, с.75]. Становясь на позиции деизма, К.Э. Циолковский, как и многие его предшественники, фактически удалял первопричину, первоначальный акт творения, в безграничные дали прошлого, совершенно гипотетические, умозрительные, а, следовательно, и объективно невероятные. Это развязало ему руки, образно говоря, позволило углубиться в проблематику настоящего, особенно будущего. Но натура Циолковского-ученого, Циолковского-исследователя была слишком своеобразна. Как же мог он пройти мимо волнующей, загадочной проблемы бытия Первопричины! Долг исследователя заставлял его постараться исследовать этот феномен. Так в его творчестве, во все его периоды, тема Первопричины бытия становится едва ли не главной. Уже в 1925 году он писал: «Причина есть, потому что существует Вселенная... При изучении Вселенной мы должны прийти к выводу, что причина безмерно выше космоса... Сама она не соизмерима с ее изделием... как мы производим какую-нибудь вещь, так причина создала бесконечности всех родов» [8, с. 25 – 26].

Сам К.Э. Циолковский способствовал мифологизации своего образа. Считая себя гением, он полагал, что именно они способствуют прогрессу общества и науки, определяют его. Именно гении, по мнению ученого должны стать теми двигателями, локомотивами прогресса, которые мощно поведут за собою все общество по пути общественного прогресса: «Но где они, наиболее способные и добрые люди! Они нам нужны, они бесценны, но мы не можем или не умеем их найти. Где Ломоносовы, Ньютоны, Лапласы, Гаусы, апостолы ума и нравственности? Знания открываются и распространяются гениями». [5, с. 23]. По мнению ученого, один гений, талантливый ученый или выдающийся изобретатель может принести намного больше пользы для общества, продвинуть человеческое общество и его прогресс намного эффективнее и быстрее вперед, чем обычный, ничем не выдающийся человек. Гений за свою жизнь может сделать намного больше, чем целые поколения человечества: «Выходит, что один человек даже при грубой и далеко не полной оценке может дать в миллиарды раз больше другого, тоже очень полезного и почтенного труженика. ...Мысли гениев бессмертны так же, как и дела их, потому что и после смерти они продолжают и дают бесконечный и беспредельный плод. Итак, высокая мысль бессмертна и лежит неисчерпаемым источником благ! Кто более мыслителей благодетельствует человечеству?!» [там же, с. 24]. Не случайно К.Э. Циолковский считает выдающихся деятелей человеческой культуры «двигателями прогресса» [6, с. 74].

В 80–90-е годы 20 века начинается постепенный, но неуклонный пересмотр мифологического образа К.Э. Циолковского. Неоценимое значение для нашего современного понимания роли и места К.Э. Циолковского в развитии мировой и отечественной науки и философии внесли исследования академиков Б.В. Раушенбаха, В.С. Авдеевского, А.Д. Урсула; Е.Т. Фадеева, Н.К. Гаврюшина, В.Н. Сокольского, С.А. Соколовой, В.В. Казютинского, С.А. Лескова, Г.С. Хозина, Ю.В. Бирюкова, Т.Н. Желниной, Н.А. Мапельман, С. Хорунжего, И.А. Сафронова и ряда других авторов [2]. Ученый предстает в нашем понимании основоположником теоретической космонавтики, космической философии, космической антропологии и социологии. В то же время, мы признаем в его взглядах наличие целого ряда спорных моментов. Мировоззренческих колебаний, паранаучных идей. Тем не менее, мы видим, как образ К.Э. Циолковского становится Логосом, знанием. Основой для целого ряда научных, технических и философских направлений. Это

выдающийся ученый – человек. Наша перспективная задача, снять с него остатки мифа и возвеличить человека.

Учение К.Э. Циолковского, по нашему мнению, является, и в настоящее время, наиболее полно отражающим основные идеи космизма, в частности, он ярко подчеркивает идею антропокосмизма и взаимозависимости элементов космоса. Позднее идеи космизма разрабатывал А. Чижевский, изучая закономерности солнечно-земных связей. В то же время, представляется неправомерным говорить о космизме как чисто русском феномене. Достаточно вспомнить, что К.Э. Циолковский некоторые идеи в области «космической философии» почерпнул из работ К. Фламариона - одного из замечательных популяризаторов науки в России и за рубежом [1, с. 23]. Русский космизм, вызрев в недрах философии всеединства, стал феноменом в истории мировой философии, счастливо связав историю человеческой культуры прошлого с современной и будущей глобальной практикой человечества, его нравственные искания путей своего развития.

Литература

1. Гаврюшин Н.К., Тихонравов М.К. 130 лет со дня рождения К. Фламариона // Из истории авиации и космонавтики. - Вып.14. - М.: 1972.
2. Лыткин В.В. Космические альтернативы человечества. Социально-философские, антропологические и религиозные проблемы русского космизма. Монография. - СПб.: ООО «Книжный дом», 2012. - 208 с.
3. Самойлович С.И. Гражданин вселенной. - Калуга, 1969.
4. Соколов В.В. Философия Спинозы и современность. - М.: 1964.
5. Циолковский К.Э. Горе и гений // Циолковский К.Э. Общественная организация человечества. Горе и гений. - М.: МИП «Память», Российско-американский университет, 1992. С. 1-31.
6. Циолковский К.Э. Двигатели прогресса // Циолковский К.Э. Очерки о вселенной. - Калуга, Золотая аллея, 2001. - С. 74-83.
7. Циолковский К.Э. Моя жизнь. 14 октября 1932 г. // Фонды ГМИК им. К.Э. Циолковского. ф. 1. Оп. 1. Д. 67. Л. 1-55.
8. Циолковский К.Э. Причина космоса. - Калуга, 1925.
9. Циолковский К.Э. Странные совпадения или даты моей жизни нравственного характера. Январь 1935 г. // Фонды ГМИК им. К.Э. Циолковского. Ф. 1. Оп. 1. Д. 162.
10. Циолковский К.Э. Фатум, судьба, рок. 14-29 июля 1919 г. // Архив РАН. Ф. 555. Оп. 2. Д. 1.

Линькова Е.В.
доктор исторических наук,
доцент кафедры истории России
РУДН

**МИРОВОЗЗРЕНИЕ И ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ
К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО В СОВРЕМЕННОМ
ОБЩЕСТВЕННОМ МНЕНИИ ФРАНЦИИ.
WORLDVIEW AND ACTIVITY OF K.E. TSIOLKOVSKY
IN MODERN PUBLIC OPINION IN FRANCE**

Аннотация: Статья посвящена краткому анализу представлений о наследии и личности К.Э. Циолковского в современном французском обществе. Обращается внимание на интерес к идеям Циолковского, к тем изобретениям ученого, которые способствовали мировому техническому прогрессу и развитию космонавтики.

Ключевые слова: Циолковский, Франция, общественное мнение, культурная дипломатия, космос, научная мысль.

Abstract: The article is devoted to a brief analysis of ideas about the legacy and personality of K.E. Tsiolkovsky in modern French society. Attention is drawn to the interest in the ideas of Tsiolkovsky, to those inventions of the scientist that contributed to the world's technical progress and the development of cosmonautics.

Keywords: Tsiolkovsky, France, public opinion, cultural diplomacy, space, scientific thought.

Идеи К.Э. Циолковского занимают особое место в мировоззренческом поиске не только России, но и ряда западноевропейских государств, например, Франции. «Калужский Жюль Верн» - так называли российского ученого, указывая на тесную связь социальной утопии Циолковского, его стремление найти новое пространство для развития человеческой мысли, с произведениями французского писателя-утописта начала XIX в. Примечательно, что воззрения Циолковского были знакомы не только французским ученым, но и нашли отклик в широких общественных слоях. Это было связано, прежде всего, с общей атмосферой творческого и духовного поиска, которая царил в России и Западной Европе в конце XIX – первой половине XX вв., с попытками обрести иные формы и цели, которые бы открыли человечеству новые горизонты.

Идеи Циолковского нашли отклик и вызвали живой интерес в европейском научном сообществе, о чем свидетельствует богатая переписка ученого с западными коллегами. Зарубежные связи Циолковского подробно освещены в публикации Н.Г. Беловой, на обширном архивном материале показавшей географию адресатов ученого. Как отмечал сам Циолковский, он получал письма буквально со всех концов света, притом, что не владел ни одним иностранным языком. Как отмечала Н.Г. Белова, «целью этой переписки была пропаганда научных трудов, большое желание решить сообща многие проблемы науки и техники» [1]. В результате, многие работы ученого оказались за рубежом и были переведены на иностранные языки, что свидетельствует о росте интереса к космической тематике и научным изысканиям Циолковского. В 1920-1930-х гг. подобный интерес был вполне объясним: человечество, пережившее крупнейшую в своей истории войну, не только перешло на новый уровень научного мышления и технического прогресса, но и задумалось о покорении космоса. Не случайно стала знаменитой фраза Циолковского о том, что «планета есть колыбель разума, но нельзя вечно жить в колыбели». Однако и в современную эпоху, когда освоение космоса уже не является некой утопичной и фантастичной мечтой, наследие Циолковского привлекает внимание исследователей, причем не только в России. В странах Западной Европы сохраняется интерес к идеям ученого, его разработки позиционируются своего рода маркером эпохи 1920-1930-х гг., а также тем важным этапом в развитии космической отрасли, без которого были бы невозможны современные достижения.

Например, во французских периодических изданиях неоднократно издавались статьи, посвященные деятельности и мировоззрению Циолковского. Причем не только изыскания ученого в области космонавтики, аэродинамики и воздухоплавания привлекают внимание исследователей, но и философия Циолковского, его представления о мире, о вселенной, о роли человека в ней. С другой стороны, как справедливо отмечает исследователь наследия ученого Т.Н. Желнина, «...во Франции (с 1928 г.) ...знакомство с работами Циолковского носило поверхностный характер...» [2]. Между тем, Циолковский стал своего рода символом эпохи, что нашло свое отражение и во французском общественном сознании.

В 1996 г. в журнале «Bibliothèque de Travail» была опубликована подробная статья о научных разработках Циолковского, о его жизненном пути и принципах. Статья начинается со слов: «до него путешествия в космос не рассматривались всерьез» [3]. Автор ставит своей целью популяризацию наследия ученого, рассказывает о его

основных изобретениях и вновь обращается к знаменитому изречению Циолковского, ставшему по сути кредо всех его устремлений.

«Человеком, беседовавшем с ангелами» называет Циолковского Я. Шенкман. Публицист анализирует тот вклад, который внес советский ученый в развитие космонавтики и приходит к выводу, что гений Циолковского заключается в том, что в довольно скромных условиях, в годы потрясений и нужды ученый-самоучка мечтал о космосе. Он был «немного сумасшедшим, немного наивным» человеком, у которого «хватило смелости мечтать о том, о чем другие не осмелились бы даже думать. Кто во времена Первой мировой войны мог мечтать о полетах на Луну, о гениальной инженерии, о воскрешении мертвых? Только один, Циолковский» [4].

Наконец, можно обратиться к еще одному сюжету, связанному с Циолковским, который красной нитью проходит во многих французских публикациях, посвященных российским и советским ученым. Речь идет о некоей несовместимости в представлении иностранцев образа России и тех достижений, которые добиваются ее мыслители и ученые. «Россия...- страна холодов и лесов», «с тяжелыми, неуклюжими лапами», но «с легкой, воздушной головой» [5]. Это особое свойство мышления, по замечанию французского публициста, и стало причиной появления в России таких выдающихся ученых, как К.Э. Циолковский, И.И. Сикорский, И.П. Павлов, Д.И. Менделеев, С.В. Ковалевская.

Циолковский, по мысли французского журналиста, был настоящим сыном России, неким «пророком», человеком, живущим будущим, а не настоящим. Он был совершенно «неприспособлен для мира, но предлагал последнему революционные открытия», стремился примирить разум и чудо [5].

Анализируя суждения современных французских авторов о Циолковском, нельзя не согласиться с высказыванием К. Лимонье, исследователем Института геополитики Университета Париж – VIII, о том, что «фигура К. Циолковского становится инструментом культурной дипломатии для современной России» [6]. Представляется, что данное суждение весьма справедливо и точно. В настоящее время Россией предпринимаются многочисленные попытки по созданию определенного позитивного образа страны на мировой арене. Культурная дипломатия давно уже стала инструментом для выстраивания доверительных отношений на межгосударственном уровне. Все страны мира используют свои достижения и культурные ценности для формирования имиджа государства, не являясь исключением и Россия. И одним из элементов данной имиджевой

политики может по праву считаться имя К.Э. Циолковского, ученого, чьи достижения не только известны во всем мире, но связаны со стремлением к освоению космоса, с новой ролью человека во вселенной.

Литература

1. Белова Н.Г. Научные связи К.Э. Циолковского с зарубежными учеными // Труды Девярых Чтений, посвященных разработке научного наследия и развитию идей К.Э. Циолковского (Калуга, 16–19 сентября 1974 г.). Секция «Исследование научного творчества К.Э. Циолковского». – М.: ИИЕТ АН СССР, 1975. – С. 14 – 26. - <http://www.gmik.ru/2017/09/22/nauchnyie-svyazi-k-e-tsiolkovskogo-s-zarubezhnyimi-uchenyimi/> (Дата обращения 10.07.2020)
2. Желнина Т.Н. Распространение информации о трудах К.Э. Циолковского по космонавтике на Западе (до середины 1930-х годов) // Исследование научного творчества К.Э. Циолковского. – Калуга: Эйдос, 2007. - С. 91.
3. Konstantine E. Tsiolkovski // Bibliothèque de Travail. - 1996. - № 10. - P. 40.
4. Shenkman Y. Tsiolkovski: le savant qui conversait avec les anges // Russia Beyond. - https://fr.rbth.com/chroniques/2014/04/04/tsiolkovski_le_savant_qui_conversa_avec_les_anges_28569 (Дата обращения 10.07.2020).
5. Guide: les prophètes des temps modernes // Réseau International. - <https://reseauinternational.net/guide-les-prophetes-temps-modernes/> (Дата обращения 09.07.2020).
6. Limonier K. Konstantin Tsiolkovski, philosophe russe de la conquête spatiale // <https://www.diploweb.com/Konstantin-Tsiolkovski-philosophe.html> (Дата обращения 09.07.2020).

Арсланов Р.А.
доктор исторических наук,
профессор кафедры истории России
РУДН

**ВЛИЯНИЕ УЧЕНИЯ П.Л. ЛАВРОВА НА ФОРМИРОВАНИЕ
ВЗГЛЯДОВ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО
THE INFLUENCE OF THE IDEAS OF POPULISM
ON THE FORMATION OF VIEWS OF K.E. TSIOLKOVSKY:
THE DOCTRINE OF P.L. LAVROV**

Аннотация: В докладе рассматриваются этапы развития и основные положения учения теоретика народничества П.Л. Лаврова, оказавшие непосредственное влияние на формирование общественно-политических взглядов К.Э. Циолковского.

Ключевые слова: К.Э. Циолковский, П.Л. Лавров, народничество, антропологизм, критически мыслящая личность, эмоционально-нравственное учение, нравственный императив, цена прогресса.

Abstract: The article examines the stages of development and the main provisions of the doctrine of the theoretician of populism P.L. Lavrov, who had a direct impact on the formation of the socio-political views of K.E. Tsiolkovsky.

Keywords: K.E. Tsiolkovsky, P.L. Lavrov, populism, anthropologism, critically thinking personality, emotional and moral teaching, moral imperative, the price of progress.

Проблема влияния идей народничества и, в частности, лавризма, на взгляды и деятельность К.Э. Циолковского хотя и не получила специального освещения, но в той или иной степени затрагивалась в трудах ряда отечественных исследователей [1; 2]. Весьма продуктивной представляется идея П.Т. Белова, отметившего, что в пореформенной России демократическая мысль развивалась по двум основным направлениям: одна часть молодежи увлеклась общественно-политической борьбой, а другая – «...двинулась в культуру, в том числе в науку, главным образом в естествознание, рассматривая эту сферу деятельности в условиях того времени как одно из действенных средств служения нуждам народа» [3, с. 24-25].

С 1861 года, принесшего свободу крестьянам России, началась комплексная модернизация страны, охватившая практически все

сферы ее жизни и сопровождавшаяся противоречивыми, зачастую непредвиденными последствиями. Одним из ее результатов становится углубление раскола интеллектуальной элиты, в которой наряду с существовавшим ее разделением на западническую и почвенническую появляются новые линии размежевания. Самой глубокой и заметной для современников становится противостояние ее либеральной и народнической частей, отстаивающих свои проекты будущего России. Обладая общими социокультурными корнями и пониманием необходимости преобразований, они кардинальным образом разошлись в видении целей и методов обновления страны. Либералы, приняв заметное участие в реализации давней мечты не одного поколения борцов за свободу – отмене крепостного права, пытались подтолкнуть власть к проведению дальнейших реформ. Радикалы нигилистически восприняли пореформенные реалии и, полагая, что народ царем обманут, мечтали о его спасении от «ужасов капитализма» и произвола самодержавия, обосновывали необходимость революционных преобразований. Следует заметить, что именно в атмосфере споров и противостояния народнической и либеральной парадигм шло становление русской интеллигенции. Правда, заметная ее часть была далека от духовных запросов времени и не принимала участия в общественной жизни страны. Вместе с тем образованная молодежь как губка впитывала в себя витающие в воздухе импульсы, исходящие от основных полюсов интеллигенции, воспринимая как руководство к действию проповедуемые ими ценности.

В условиях крайне болезненного для населения страны процесса модернизации, вдохновляемая несколько отвлеченными идеями основоположников народничества – А.И. Герцена и Н.Г. Чернышевского, разночинная интеллигенция страстно искала программу действий. Один из практических вариантов такой программы, может быть неожиданно для самого себя, предложил ей кабинетный ученый, человек энциклопедических знаний, профессор математики, полковник артиллерии, публицист и поэт Петр Лаврович Лавров. Он разработал сугубо научное по форме и эмоционально-нравственное по сути учение, отвечающее и интеллектуальным, и общественным запросам интеллигентной молодежи того времени.

П.Л. Лавров (1823-1900) прожил жизнь, внешне лишенную ярких событий, а тем более – героических поступков. Но она была наполнена неустанным научным творчеством, поглощавшим все его силы и ставшим по своей сути подвигом служения обретенному социальному идеалу. Еще в предреформенные годы определился

его преимущественный интерес к философской и нравственной проблематике, подготовленный изучением истории науки, накоплением обширных энциклопедических знаний. При этом уже в своей первой публицистической статье «Письма о разных современных вопросах» Лавров провозгласил принцип единства знаний и действий, ставший его жизненным кредо.

Скептически относясь ко «всякой метафизической теории», Лавров пытался преодолеть как абстрактность идеализма, так и игнорирование нравственно-человеческой стороны исторического процесса, принижение роли сознания материализмом и позитивизмом. Исходным пунктом и центром своей философской системы он сделал цельную личность, человека «в его реальном единстве, как ощущающего и действующего, как желающего и познающего». Эту систему сам Лавров называл антропологизмом и считал, что она должна согласовать объективную реальность с субъективными представлениями о ее явлениях, материальное и идеальное, теоретическую и практическую деятельность человека. Согласно его выводам, «внутренне свободная» личность, которая активно действует исходя из представлений о собственном достоинстве и о «равноправности всех людей» и тем самым реализует свои субъективные потребности в развитии, неизбежно вступает в конфликт с несправедливым обществом, и ее нравственной обязанностью становится изменение общества на принципах «общественной солидарности» и «справедливости». В конечном итоге все философское построение Лаврова подводило к обоснованию социализма как идеального, гармонизирующего отношения личности и общества, строя, основанного на добровольном союзе свободных и нравственно развитых личностей. Более того, именно убежденность профессора в научной правоте социалистической идеи заставила его отказаться от спокойной и обеспеченной жизни, кабинетных размышлений и в зрелом возрасте вполне осознанно вступить в ряды борцов с общественной несправедливостью. Иными словами, он посчитал себя «нравственно обязанным» добиваться практической реализации того идеала, истину которого он осознал в результате научных изысканий и раздумий о судьбах России.

Так воспринятая идея становилась нравственным императивом, определявшим весь жизненный путь мыслителя. Представляется, что этот принцип связи «слова и дела», идеи и практики стал доминирующим для многих представителей образованной молодежи того времени.

В 1866 году Лавров сразу же после покушения Д.В. Каракозова на

Александра II был арестован, признан виновным в распространении «вредных идей» и сослан в Вологодскую губернию. Именно в ссылке он написал знаменитые «Исторические письма», идеи которых стали не только программой народнической молодежи, но и духовным основанием служения интеллигенции народу, т.е. установкой, которой она руководствовалась почти полвека своей истории. Под академической формой изложения скрывалось произведение, ставшее, по отзывам современников, «Евангелием социально-революционной молодежи». Раскрыв свое видение истории общества, мыслитель предложил «формулу прогресса», сущность которого заключалась в «развитии личности в физическом, умственном и нравственном отношении; воплощении в общественных формах истины и справедливости». Очевидно, что прогресс, в интерпретации Лаврова, предполагал достижение как либеральной цели свободы и развития личности, так и социалистического идеала социального равенства. Главная движущая сила прогресса, доказывал Лавров, - «критически мыслящая личность», которая своей деятельностью перерабатывает «культуру» в «цивилизацию», т. е. в общественные формы, соотносящиеся с нравственным и интеллектуальным миром человека и определяемые им».

Важнейшим элементом концепции Лаврова стала идея «цены прогресса», достигнутого неисчислимыми страданиями большинства, и вытекающая из неё идея «уплаты долга» интеллигенцией народу с тем, чтобы «уменьшить зло в настоящем и в будущем». Лавров пытался убедить русскую интеллигенцию в возможности изменить общий ход истории в желательном направлении, ориентируясь на свободно выбранный идеал. В этом заключался пафос «Исторических писем», в которых Лавров — в ответ на духовные запросы части русского образованного общества — теоретически обосновал особую роль интеллигенции в истории. Работа Лаврова буквально пробудила «в душе интеллигенции те чувства, которые были заложены в ней всей предыдущей историей», а ее основная идея уплаты долга народу стала духовным стержнем народничества, удовлетворила потребность «семидесятников» в этическом обосновании социалистического идеала, что не смогли сделать ни «Капитал» К. Маркса, ни работы М.А. Бакунина и Н.Г. Чернышевского. Таким образом, «Исторические письма» готовили участников «хождения в народ», формировали мировоззрение интеллигенции.

В 1873 году, оказавшись в эмиграции, Лавров начал издавать журнал «Вперед!», программа которого нацеливала на подготовку социальной революции путем длительной пропаганды

социалистических идей в народе силами интеллигенции, организованной в партию. Он ставил перед интеллигенцией задачу внесения социалистического сознания в крестьянские массы как главного залога социалистического характера грядущей революции. При этом он отдавал приоритет социально-экономическим преобразованиям перед политическими, считая, что в условиях экономического неравенства не может быть и свободы для всех, а либеральные реформы сами по себе выгодны лишь представителям эксплуататорских слоев.

Программа «Вперед!» была направлена против как господствующих в русском революционном движении того времени анархистских взглядов М.А. Бакунина, убежденного в готовности народа к революции, так и все более притягивающей к себе радикальную молодежь заговорщической тактики П.Н. Ткачёва. В спорах с бланкистами Лавров развил учение о партии, которая, по его мнению, не может «вызвать» революцию, ее задача — «облегчить и ускорить неизбежный переворот» своей подготовкой, программой и «согласной деятельностью». Подчеркивая огромную роль партии, в том числе и в сведении к минимуму революционного насилия, Лавров, вместе с тем, доказывал, что она не должна быть «... стадом под руководством небольшого числа пастухов».

В 1876 году в связи с разногласиями внутри издания «Вперед!» Лавров вышел из редакции. Причиной разрыва стала и личная неудовлетворенность Лаврова, вызванная провалом «хождения в народ» а, следовательно — «пропагандистов», идейным вдохновителем которых он считался. В итоге Лавров занял надфракционную позицию, все более сближаясь со сторонниками политического переворота и поддерживая, правда, с оговорками, деятельность партии «Народная воля». Признавая ее единственной политической силой, противостоящей самодержавию, Лавров вместе с тем полагал, что ее террористическая практика может стать опасной «для дела социализма».

Оригинальный ум и широта воззрений ученого, энциклопедические знания и пафос нравственного обоснования необходимости изменений общественного строя соединялись в Лаврове с социалистическими убеждениями — сочетание, определившее и характер его революционных устремлений. Лавров первым в истории российской общественной мысли поставил социальный прогресс в зависимость от деятельности революционной партии, учение о которой во многом предопределило особенности становления революционных организаций в России начала XX в. Взгляды Лаврова, строившего

свою теорию нравственно-этического социализма на персоналистских основах, предупреждавшего об опасности подавления личности обществом и государством, умеряли крайности русского революционного движения. Первым в русском обществе наметив пути преодоления «беспочвенности» русской интеллигенции, он пытался ее сплотить и связать с народом не на базе общих социально-экономических и политических интересов, а на этической основе, которая казалась ему единственно возможной и самой прочной в условиях России.

В целом, учение Лаврова и, прежде всего, его идеи критически мыслящей личности как творца прогресса, цены прогресса и морального долга интеллигенции перед народом, связи отвлеченных научных формул с практической деятельностью индивида получают распространение в среде образованной молодежи и на долгие годы становятся ориентиром на ее жизненном пути. Они вдохновляли русскую образованную молодежь на поиск путей служения, соответствующих ее внутренним интенциям и пониманию оптимальных средств общественного развития. Одним из выдающихся представителей этого поколения был и К.Э. Циолковский.

Литература

1. Кольченко И.А. К.Э. Циолковский как мыслитель. Автореф. дисс. на соискание уч. степени канд. философских наук / Ин-т философии АН СССР. - М.: 1968. - 24 с.
2. Хорунжий А.В. «Идеальный строй» К.Э. Циолковского как стержень личности и зеркало эпохи // Открывая современность заново. - М.: РУДН, 2011. - С. 438-467.
3. Белов П.Т. Философия выдающихся русских естествоиспытателей второй половины XIX - начала XX в. - М.: Мысль, 1970. – 488 с.
4. Антонов В.Ф. Революционное творчество П.Л. Лаврова. - Саратов: Изд-во Саратов. ун-та, 1984. – 173 с.
5. Лавров П.Л. Избранные труды. Сост. Р.А. Арсланов. - М.: РОССПЭН, 2010. - 614 с.
6. Общественное сознание в кризисные и переходные эпохи. - М.: Б. и., 1996. – 49 с.

Блохин В.В.
доктор исторических наук,
профессор кафедры истории России
РУДН

**ОБРАЗ НАРОДА В СОЦИАЛЬНОМ ПРОЕКТЕ
К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО
IMAGE OF THE PEOPLE IN THE SOCIAL PROJECT
OF K.E. TSIOLKOVSKY**

Аннотация: В докладе предпринята попытка определить место Циолковского в народнической мысли. Анализируя отношение к Богу и миссии интеллигента в отношении народа, в статье доказывается, что Циолковский был близок правому народничеству и «Теории малых дел» как стратегии народного просвещения, о чем свидетельствует педагогический опыт Циолковского.

Ключевые слова: Циолковский, народ и интеллигенция, «Теория малых дел», правое и левое народничество, религия, Бог, наука.

Abstract: The proposed article attempts to determine the place of Tsiolkovsky in Narodnik thought. Analyzing the attitude to God and the mission of the intellectual in relation to the people, the article proves that Tsiolkovsky was close to the right populism and the «Theory of small affairs» as a strategy of public education, as evidenced by the pedagogical experience of Tsiolkovsky.

Keywords: Tsiolkovsky, religion, God, science, people and intelligentsia, «Theory of small affairs», right and left populism.

Общеизвестен факт, что К.Э. Циолковский как мыслитель и ученый формировался под влиянием народнической мысли [1]. В этой связи встает логичный вопрос о его отношении к народу, поскольку народническое мировоззрение в значительной мере фокусировалось на теме взаимоотношения народа и интеллигенции. Через отношение к народу формулировались базовые народнические концепты; отношением интеллигенции к народу определялась модель народничества. В этой связи трудно уйти от соблазна попытаться ответить на вопрос, к какому варианту (или модели) народничества можно причислить Циолковского.

В работах Циолковского не найти прямых высказываний о русском народе, однако косвенные характеристики и оценки, даваемые Циолковским, могут быть полезными.

Базовая характеристика народнического отношения к народу — это отношение к традиционному укладу, религии, Богу. Для народников-политиков (Н.К. Михайловский, В.Г. Короленко, Н.С. Русанов) народные традиции и религиозность являлись признаками культурной отсталости и недоразвитости. Народ для них — темная невежественная масса. Для народников-культурников (И.И. Юзов-Каблиц, Н.Н. Златовратский), а также Л.Н. Толстого народные традиции являлись органичным явлением народной жизни, народной мудрости. Эти народники глубоко были убеждены в необходимости служить народу, помогать ему, просвещать его, опираясь на тактику постепенных шагов, «малых дел». Эта группа интеллигенции относилась к народу с уважением его исконных устоев, хотя несколько их не идеализировала.

В отличие от народников-политиков 1870-х годов Циолковский не был атеистом и богоборцем, подобно М.А. Бакунину или Н.К. Михайловскому. Бог понимается Циолковским «научно». «Надо создать научное определение бога, если мы не хотим расстаться с этим словом», - писал ученый [2, с. 244]. С этой точки зрения объяснимо отождествление бога и космоса. «Поистине его (космос) можно назвать отцом, и он подходит к нашему определению бога. Такой бог действительно существует, так как нельзя же отрицать бытие вселенной, ее владычество, доброту и совершенство» [2, с. 246]

В такой трактовке очевидно заметна пантеистическая интерпретация, при которой бог отождествляется с природой. Любопытно, что это противоречит христианской концепции Бога как высшей личности. Нет сомнения, что такой пантеизм родился из позитивистских и естественнонаучных представлений мыслителя.

Из этих посылок рождается у Циолковского и идея божественной иерархии, высшей инстанцией которой является человек. «Нами распоряжается, над нами господствует КОСМОС. Абсолютной воли нет, мы - марионетки, механические куклы, автоматы, герои кино» [2, с. 246]. Циолковский, признавая КОСМОС высшим началом, не отрицал толкования Бога как высшей личности, коими для него были выдающиеся гении. «Напр., на Земле есть необыкновенные люди, так называемые мудрецы, гении, ученые. Они были и в прошедшие времена. История указывает нам на них <...> Вот вам бог с этой точки зрения» [2, с. 247].

Так, Циолковский дает нам рациональную трактовку Бога как высшей разумной личности, человеческого гения. Не трудно заметить, что подобным образом размышлял Л.Н. Толстой, В. Чертков и др. «Я очень увлекался натуральной философией. Доказывал товарищам, что Христос был только добрый и умный человек, иначе он не говорил бы такие вещи: «Понимающий меня может делать то же, что и я., и даже больше». **Главное не его заклинания, лечение и чудеса, а его философия**» <выделено мной – В.Б.> [2, с. 39]. Как видно Циолковский, подобно Толстому, воспринимал христианство как религиозно-этическую концепцию, а не совокупность верований и мистического опыта. В другом месте своих воспоминаний он констатировал: «Увлекался ранее евангелием. Придавал огромное значение Христу, хотя никогда не причислял его к сану богов. Я видел и в своей жизни судьбу, руководство высших сил. С чисто материальным взглядом на вещи мешалось что-то таинственное...» [2, с. 58].

Можно предположить, что «религиозность» Циолковского создавала нравственно-культурную среду общения с народом. Он не ощущал серьезного аристократического превосходства на народную массу, как это наблюдается у левых народников, что, видимо, объяснялось зачастую их дворянским происхождением. Его рациональная «религиозность» наполнялась императивами просвещения, улучшения человека, созидания в нем подлинного бога. Отсюда вытекала его любовь к «малым делам», учительству. «Мне нравилось учительство», - восклицал Циолковский [2, с. 42] Исходя из этих кратких наблюдений можно предположить, что при сопоставлении Циолковского с народническими мыслителями, он был ближе к «правым народникам», земцам, которые твердо стояли на позициях «малых дел».

Литература

1. Хорунжий А.В. «Идеальный строй» К.Э. Циолковского как стержень личности и зеркало эпохи // Открывая современность заново. - М.: РУДН, 2011. - С. 438-467.
2. Циолковский К.Э. Гений среди людей. - М., Мысль, 2002. – 542 с.

**ПРОБЛЕМАТИКА БУДУЩЕГО СОЦИАЛЬНОГО ПОРЯДКА
В КОСМИЧЕСКОЙ ФИЛОСОФИИ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО
PROBLEMS OF THE FUTURE SOCIAL ORDER
IN THE COSMIC PHILOSOPHY OF K.E. TSIOLKOVSKY**

Аннотация: Актуальность заявленной проблематики не вызывает вопросов – многие современные мыслители размышляют сегодня о тенденциях развития человеческого социума и о связи его будущего состояния с космическими процессами. Также в эпоху кризиса традиционной глобализационной модели остается важным вопрос – каковы негативные явления в устройстве общества и каким образом можно перейти к более эффективной и рациональной социальной упорядоченности? Есть ли эффективные методы достижения социальной солидарности? Является ли возможным достижение гармонии между общественным и космическим порядками?

Ключевые слова: К.Э. Циолковский, социальная философия, глобализация, социальная солидарность.

Abstract: The relevance of the stated problem does not raise questions – many modern thinkers today reflect on the trends in the development of human society and the relationship of its future state with cosmic processes. Also, in the era of crisis of the traditional globalization model, the important question remains: what are the negative phenomena in the structure of society and how can we move to a more effective and rational social order? Are there effective methods for achieving social solidarity? Is it possible to achieve harmony between the social and cosmic orders?

Keywords: K.E. Tsiolkovsky, social philosophy, globalization, social solidarity.

Если обратиться к социально-философской концепции К.Э. Циолковского, то можно выделить следующие ключевые пункты:

1. Социальный порядок является частью космического универсума, постепенно наполняется высшими формами жизни, тесно сопряжено с космическими трансформациями. Циолковский полагал, что постепенно социальный порядок обретает фундаментальные свойства космоса: возможность самообновляться и бесконечность расселения в пространстве (создание эфирных поселений и пр.).

2. Прогрессивный эволюционизм социального порядка, «прямолинейное движение от низшего к высшему, от несовершенного к совершенному». Необходимым является прекращение социальных репрессий и насильственных мер разрешения международных конфликтов (войн).

3. Универсальная связь социального и индивидуального: развитие гуманной и рациональной личности требует ориентации на определенные социальные идеалы, обостренное внимание к качественным стандартам социальной жизни.

Согласно мысли Циолковского, имеющаяся социокультурная парадигма далека от совершенства, остаются сильными центробежные тенденции в отношениях между людьми и культурами. Процесс всеобщего единения и становления глобальной солидарности (увеличение степени глобального социального капитала) остается формальным и представляется скорее враждебным, чем позитивно значимой тенденцией. Также отсутствует единство социокультурных идеалов и общепризнанных ценностей, часто проявляется иррациональное начало человеческой природы (бессознательные страсти, неуважение к научным традициям и авторитетам).

Будущий социальный порядок должен преодолеть стадию враждебности и перейти к стадии солидарного существования людей как сознательных существ. Это потребует внедрения принципа саморегуляции в области собственной биологии, физиологии, генетики. Произойдет резкое ускорение процесса социальной мобильности (в силу эффективной колонизации космических пространств).

В результате социум достигнет космического масштаба, прежде всего, ответственности за жизнь и счастье других обитателей универсума, моральные правила глобального порядка станут жизненной нормой. Процесс развития будущего социального порядка предполагает следование принципу эволюционизма. Наиболее практичной идеей Циолковскому казалась возможность параллельного существования старого и нового общества. Развитие новаторских коммун поможет стереть устоявшиеся социокультурные перегородки, постепенно устранить имущественные и профессиональные барьеры. Обязательным считается прекращение производства оружия. Постулируемое Циолковским требование мирного разрешения конфликтов любого масштаба указывает на необходимость возникновения высшей инстанции по отношению к конфликтующим социальным структурам любого масштаба.

В новом обществе возможности социального роста будут практически лишены ограничений, кроме уровня талантов личности. Предусмотрены все виды вертикальной миграции: увеличение географического масштаба социума способно привести к расширению профессионального выбора человека. Эти идеи Циолковского во многом становятся созвучны теоретическим размышлениям актуального социолога Дж. Урри касательно глобализации и связанным с ней новым формам мобильности. Также в данном контексте следует учитывать акторно-сетевой подход Б. Латура, согласно которому наличный социальный порядок (как понятие и реальность) достаточно условен, так как воплощается не в четкой иерархической структуре, а в динамичной совокупности сетевых взаимодействий.

По всей видимости, для развития будущего социального порядка требуется преодоление геосоциорной логики – попыток жестко связать социум с определенной территорией (искусственно ограничивая граждан в конкретном социокультурном пространстве). Циолковский полагал, что данный вид локальности в общественном плане создает дополнительные предпосылки для закрепления тоталитарных отношений. Такая логика развития замкнутого социума вряд ли применима к бесконечности космоса (космосоциорной логике становления глобального общества). По мнению мыслителя, «неопределенное количество членов общества самых разнообразных космических рас не просто могут располагаться в космическом пространстве, но еще легко и просто, без оформления каких-либо документов передвигаться на любые расстояния».

Каковы будут методы управления будущей социокультурной системой? На наш взгляд, это пока остается серьезным вопросом для дальнейших дискуссий. Разумеется, любой социальный порядок (тем более в космосоциорном плане) неизбежно предполагает самоограничение личности, но без гибкой, многоступенчатой системы законов социальный идеал будущего общества перестанет соответствовать нравственным принципам космической реальности.

Хорунжий А.В.
кандидат исторических наук,
доцент кафедры истории России
РУДН

**АНТИУТОПИЯ В ТВОРЧЕСТВЕ СОВРЕМЕННОКОВ
К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО:
К 100-ЛЕТИЮ РОМАНА Е.И.ЗАМЯТИНА «МЫ»
ANTI-UTOPIA IN THE WORKS
OF K.E. TSIOLKOVSKY'S CONTEMPORARIES:
TO THE 100TH ANNIVERSARY
OF EVGENY ZAMYATIN'S NOVEL «WE».**

Аннотация: Статья посвящена 100-летию романа Е.И. Замятина «Мы». Рассмотрены логика формирования утопических и антиутопических представлений у К.Э. Циолковского и его современников, дано сравнение «Идеального строя жизни» Циолковского и устройства Единого Государства, описанного в романе Замятина.

Ключевые слова: Циолковский, Замятин, утопия, контрутопия, антиутопия, позитивизм.

Abstract: The article is dedicated to the 100th anniversary of Evgeny Zamyatin's novel «We». The logic of the formation of utopian and dystopian ideas of K.E. Tsiolkovsky and his contemporaries is considered, a comparison of Tsiolkovsky's «Ideal system of life» and the structure of the United State described in Zamyatin's novel is given.

Keywords: Tsiolkovsky, Zamyatin, utopia, countertopia, anti-utopia, positivism.

На 54-х Научных чтениях памяти К.Э. Циолковского (2019 г.) было констатировано: «...актуальной для исследования исторического контекста творчества Циолковского (1857-1935) становится задача провести анализ научного наследия ученых, которые были его современниками, сделав акцент на их представлениях о путях изменения общества» [1, с. 262]. В 2020 г. отмечается 100-летие со времени создания двух знаковых произведений: контрутопии⁴ экономиста А.В. Чаянова (1888-1937) «Путешествие моего брата

⁴ Принципиальные отличия контрутопии от антиутопии рассмотрены в рамках работы Чтений ранее [1].

Алексея в страну крестьянской утопии» [2] и антиутопии инженера-кораблестроителя Е.И. Замятина (1884-1937) «Мы», которую он называл «самая моя шуточная и самая серьезная вещь» [3, с. 15].

В 2020 г. особенно актуальным представляется рассмотрение контекста формирования у современников Циолковского антиутопических взглядов - позиции отрицания утопии. Отрицания «...самой возможности построения совершенного общества (как реализации идеи социального прогресса), а значит, и желательности ориентации на осуществление утопического идеала, который имел бы общезначимый характер» [4, с. 264]. И причиной этому является не только юбилей знакового романа Замятина, который, по мнению Э. Фромма, стал основой «новой трилогии» («Мы», «Дивный новый мир» и «1984») выступающей контрапунктом трилогии «... позитивных утопий XVI и XVII веков – «Утопией» Мора, «Городом Солнца» Кампанеллы и «Христианополем» Андреа» [4, с. 279]. Причина и в том, что мы вступили в тот период, когда во всем мире наблюдается очередная волна «реквиема по утопии» [5, с. 404]: в потоковом мультимедиа (ставшим «важнейшим из искусств» XXI века) большим успехом пользуются экранизация «Дивного нового мира» и другие проекты типа сериала с показательным названием «Крушение утопии», а многие «благополучные» страны оказались захлестнуты волной насилия и агрессивной нетолерантности, выросших из казалось бы гуманистических и направленных на достижение социальной справедливости движений типа феминизма или BLM.

Роман «Мы», написанный в 1920 г., остался практически неизвестен современникам Замятина в СССР – он был издан в 1925 г. в США на английском языке, а в 1927 г. в чешском журнале «Воля России» были опубликованы некоторые отрывки из книги в обратном переводе с чешского, принесшие их автору лишь значительные неприятности [6]. Впервые на русском языке роман вышел полностью в Нью-Йорке в 1952 г. [7], а в научный и публицистический оборот на родине Замятина вошел только с 1988 г. Тем не менее, данное произведение является весьма важным для изучения истории утопической мысли первой трети XX в. и понимания контекста социального творчества Циолковского.

Ряд российских исследователей пробовал проводить параллели между этими двумя авторами. Так, историк Ю.А. Изюмова в своей диссертации отмечала: «Циолковский описывает идеальное устройство жизни в обществе второго порядка: все будут жить в общем доме, где все стены, потолок и полы прозрачные. В антиутопии Е. Замятина «Мы» герои живут именно в таких домах» [8, с. 177].

Однако никаких дальнейших выводов из этого наблюдения не сделано, а – учитывая, что написанный в 1917 г. «Идеальный строй...» так и остался в то время неопубликованным – предположить влияние Циолковского на творчество Замятина весьма затруднительно. (Справедливости ради следует отметить, что прозрачность в домах у Циолковского все же ограниченная: «Все стены, потолки и полы прозрачны: некоторые прозрачны для форм и состоят из зеркальных стекол, другие же прозрачны для света, состоят из матового, рифленого, бугорчатого, вообще неплюского стекла» [9, л. 22].

Действительно, нельзя не заметить определенное сходство между рядом деталей «Идеального строя жизни» Циолковского и укладом строителей «Интеграла» в Едином Государстве Замятина. Однако, по мнению автора данной статьи, сходство проектов Циолковского и Замятина имеет гораздо более глубокие – типологические – корни, о чем будет сказано ниже.

Подавляющее же большинство из нескольких тысяч научных работ и более 60 диссертаций, посвященных творчеству Замятина, выполнены в рамках филологических исследований и рассматривает антиутопию всего лишь как литературный жанр: «Антиутопический жанр эпохи первой трети XX века в русской литературе представлен романом (В. Брюсов «Семь земных соблазнов» (1911), Е. Замятин «Мы» (1920), Тео Эли «Долина новой жизни» (1922), повестью (Н. Федоров «Вечер в 2217 году» (1906), М. Козырев «Ленинград» (1925), рассказом (Е. Зозуля «Гибель Главного Города» (1918), С. Кржижановский «Боковая ветка» (1929), драмой (Л. Лунц «Город Правды» (1923-1924), притчей (В. Соловьев «Краткая повесть об Антихристе» (1900)), - отмечает, например, О.В. Лазаренко [10, с. 12]. Некоторые авторы справедливо отмечают влияние на творчество Замятина утопических проектов активного участника революционного движения и создателя «Центрального института труда» А.К. Гастева (1882-1939) и видят в «Мы» полемику с его работами [11]. И лишь в некоторых исследованиях проводится разграничение между контрутопией как критикой конкретных проектов и «атакой на утопическую установку вообще» [12, с. 153], и отмечается, что «Замятин первым не просто философски выступил против утопизма, но сделал это в рамках антиутопического произведения, соединив тем самым литературную антиутопию с представлениями об ущербности любого общественного идеала» [там же].

В целом же, логика формирования антиутопических предпочтений Замятина в большинстве работ отнесена к его эмоциональным переживаниям, а причины сходства многих деталей его романа с

проектом Циолковского остались за рамками исследований. Рассмотрению этих вопросов и посвящена данная статья.

Е.И. Замятин был младшим современником К.Э. Циолковского. Тем не менее, он был носителем того же мировоззрения российской интеллигенции последней трети XIX – первой трети XX вв., которое сформировалось под влиянием классической (позитивистской) картины мира, порождавшей на фоне гигантских успехов в естествознании надежды на скорейшую реализацию проектов «идеального общественного устройства». «Прометеевский восторг перед техникой» [13, с. 131], как отмечал К. Ясперс, и завышенные ожидания от научных достижений породили представление, «...согласно которому определить, основываясь на научных выводах, правильное мироустройство, дарующее человечеству благополучие и счастье, является лишь актом доброй воли» [13, с.112]. Вместе с пореформенным поколением интеллигенции (к которому принадлежал и Циолковский) сверстники Замятина хотели добиться скорейшего устройства на земле справедливого общественного устройства через внедрение передовых научных достижений и непосредственное участие в революционной деятельности.

Замятин вспоминал, что после гимназии выбрал образование «...самое что ни на есть математическое: кораблестроительный факультет Петербургского политехникума», после окончания которого «...был оставлен при кафедре корабельной архитектуры и занимался преподаванием на кораблестроительном факультете» [14, с. 15]. В 1905-1910 гг. он был членом фракции большевиков РСДРП, принимал участие в активных революционных действиях, дважды был арестован, подвергался высылке из Санкт-Петербурга. Это не помешало его успешной карьере кораблестроителя (как опытный инженер он был направлен в годичную командировку на верфи в Англию, из которой Замятин возвратился перед самой Октябрьской революцией).

Как и многие, с этой революцией он связывал особые надежды на достижение «идеального строя» на самых научных, справедливых и гуманных основаниях. Однако практика первых послереволюционных лет, «красный террор» и «военный коммунизм», а также цензура и «пролеткультовские» тенденции в искусстве [15; 16], с которыми Замятин, как член правления Всероссийского союза писателей не мог не сталкиваться, начинали вызывать у него неприятие, которое он открыто высказывал как в своих произведениях, так и в поступках. В итоге Замятин был даже арестован, а вопрос о его возможной высылке из страны поднимался минимум дважды.

Постепенно у Замятина, как и у многих представителей отечественной интеллигенции того времени, начиналось переосмысление своих представлений. Переосмысление, очень характерное для периодов революционных потрясений и радикальных социальных преобразований: за периодом романтических надежд и утопических ожиданий приходит отрезвление практикой реальной жизни и переход к отторжению [см. 5] любых проектов, подразумевающих «принудительное водительство общественной жизни единой направляющей разумной волей к добру» [17, с. 384-385]. Очень показателен в этом плане пример другого современника Циолковского и Замятина – философа Н.А. Бердяева (1874-1948), прошедшего эволюцию от позитивизма, мечтаний о правильном, научно обоснованном общественном устройстве и участия в самоанализе российского интеллигента в «Вехах» к пророческим строкам, написанным в 1923 г.: «Утопии осуществимы, они осуществимее того, что представлялось «реальной политикой» и что было лишь рационалистическим расчетом кабинетных людей. Жизнь движется к утопиям. И открывается, быть может, новое столетие мечтаний интеллигенции и культурного слоя о том, как избежать утопий, как вернуться к не утопическому обществу, к менее «совершенному» и более свободному обществу» [18, с. 297].

Похожую эволюцию взглядов можно констатировать и у Замятина. Оглядываясь назад в 1932 г., он говорил о романе «Мы»: «Близорукие рецензенты увидели в этой вещи не более чем политический памфлет. Это, конечно, неверно: этот роман – сигнал об опасности, угрожающей человечеству от гипертрофированной власти машин и власти государства – всё равно какого» [Цит. по: 19, с. 214].

При этом Замятин оставался плоть от плоти своей эпохи, человеком, сформировавшимся на позитивистском представлении об «исчислимости» правильного общественного устройства, на вере в достижимость идеала, оставаясь несвободен от той культурно-исторической среды, в которой происходило его становление. Поэтому и в его романе можно увидеть как полемику с конкретными произведениями своих современников, так и общие черты проектов достижения «идеального строя жизни» того времени, на которых сформировалось его мировоззрение и с которыми он пытался расстаться в своем романе.

К первым, бесспорно, относятся произведения А.К. Гастева, писавшего в 1919 г.: «Пусть нет еще международного языка, но есть международные жесты, есть международные психологические

формулы, которыми обладают миллионы. Вот эта-то черта и сообщает пролетарской психологии поразительную анонимность, позволяющую квалифицировать отдельную пролетарскую единицу, как А, В, С или как 325,075 и 0 и т. п.» [15, с. 45]. И действительно, «нумера» в Едином Государстве Замятина – это явная отсылка к Гастевской статье «О пролетарской культуре».

Ко вторым – множество деталей и подробностей, характерных для литературно-теоретической утопии первой трети XX в. В целом, все черты, присущие Единому Государству в романе «Мы», весьма характерны для любого утопического произведения, начиная от утопии Платона, показавшего, по выражению М. М. Абенсура, что любое «утопическое государство функционирует как огромная казарма» [20, с. 251]. В частности – конкретные детали, как, например, упомянутое выше использование стекла и стали для создания жилищ членов будущего идеального общества, которое можно найти не только у Замятина и Циолковского, но и у многих их современников.

Точно так же общей логикой развития утопических проектов и историко-культурным контекстом формирования взглядов, общим для обоих авторов, можно объяснить и другие совпадения в «Идеальном строе» Циолковского и Едином Государстве в романе Замятина «Мы». Это касается и регламентации всех сторон жизни, включая сексуальную жизнь, и единого для всех языка, одинаковости жилищ и одежды. Это касается и интереса к освоению космического пространства: у Циолковского достигшие совершенства существа пресекают несовершенную жизнь по Вселенной. У Замятина герои романа строят космический корабль: «Близок великий, исторический час, когда первый ИНТЕГРАЛ взвьется в мировое пространство⁵... Вам предстоит благодетельному игу разума подчинить неведомые существа, обитающие на иных планетах – быть может, еще в диком состоянии свободы. Если они не поймут, что мы несем им математически безошибочное счастье, наш долг заставить их быть счастливыми» [21, с. 8]. Вера в «исчислимость» научно обоснованного проекта идеального общественного устройства является одной из основополагающих черт утопических представлений этого периода.

Общественный строй в романе Замятина точнее всего можно охарактеризовать как тоталитарная диктатура. Именно против нее, против «подчинения игу счастья» [23, с. 202] направлен пафос всего произведения. Как подчеркивал В.В. Лыткин, «Новое общество» К.Э. Циолковского также «...носит ярко выраженный тоталитарный

⁵ Показательно, что во Франции в рассматриваемый период утопическая коммуна также носила название «Интеграл» [Подробнее см. 22].

характер, характер диктатуры, но это диктатура демократическая, прежде всего диктатура разума» [24, с. 139]. Циолковский и сам понимал, что логика развивавшегося им утопического проекта вступала в противоречие как сформулированной им же Этике [25], так и принципам, лежавшим в основе «Идеального строя» [Подробнее см. 26]. Поэтому Циолковский неоднократно подчеркивал, что он не знает абсолютной истины, а окончательное решение вопроса о правильном общественном устройстве станет лишь результатом многочисленных экспериментов, в которые будет вовлечено все население земного шара: «Всеобщее удовлетворение и спокойствие наступит тогда, когда всякий человек будет привлечен к созданию законов и к управлению, когда весь народ будет источником своей организации», - писал он [27, л. 119].

Подводя итог, можно констатировать, что и утопический проект «Идеального строя жизни» К.Э. Циолковского, и антиутопия Е.И. Замятина «Мы» закономерна как по содержанию, так и по времени своего появления. Общая логика формирования мировоззренческих установок авторов обусловила значительное сходство как конкретных деталей, так и общего устройства их проектов. Замятин проделал характерный для многих представителей интеллигенции рассматриваемого периода путь от веры в возможность построения идеального общества до полного неприятия любых попыток «принудительного водительства» к счастью.

В отличие от Замятина Циолковский все же верил в достижимость общественного идеала, построенного на строго научных основаниях, но постоянно совершенствующегося и изменяющегося по инициативе и при непосредственном участии всех членов общества. Возможно, на это повлиял тот факт, что Циолковский был, прежде всего, ученым, верящим в непобедимую силу науки. Как ученый он не мог не замечать противоречивости своего утопического проекта и в результате заложил в него основы «открытой утопии» (термин Э.Я. Баталова), предусматривающей не бездумное следование раз и навсегда утвержденному образцу, а постоянную коррекцию представлений о правильном общественном устройстве, скорее, следование за мечтой, а не жесткое воплощение проекта в жизнь. В этом он предвосхитил появление в XX в. т.н. «практопий» или «умеренных утопий», подразумевающих умеренное и постепенное улучшение отдельных сторон жизни, а не попытки внедрения единого для всех образца совершенного общества, оборачивающиеся – как показала практика – всплесками насилия и всеобщего принуждения. В этом, вероятно, состоит и актуальность изучения утопической (и

антиутопической) мысли начала XX в. в наши дни – в период, когда, после очередного цикла антиутопических и порой апокалиптических настроений нам предстоит вновь искать баланс между мечтой и реальной жизнью, чтобы «научиться жить с утопией, не живя по утопии» [4, с. 305].

Литература

1. Хорунжий А.В. Утопия и антиутопия в наследии российских ученых – современников К.Э. Циолковского // Научное наследие и развитие идей К.Э. Циолковского: Материалы 54-х Научных чтений памяти К.Э. Циолковского. - Часть 1. - Калуга: Изд-во АФК «Политоп», 2019. - С. 275-279.
2. Чаянов А.В. Путешествие моего брата Алексея в страну крестьянской утопии / Псевд. Ив. Кремнев. – М.: Гос. изд-во, 1920. - XIV, 61 с.
3. Замятин Е.И. Автобиография // Вестник литературы. - 1922. - № 2-3. – С. 15. – URL: [https://ru.wikisource.org/wiki/Автобиография_\(Замятин,_1922\)](https://ru.wikisource.org/wiki/Автобиография_(Замятин,_1922)) (Дата обращения 10.07.2020).
4. Баталов Э.Я. В мире утопии. – М.: Политиздат, 1989. - 317 с.
5. Паниотова Т.С., Корневский А.В. (Не)современные мысли и суждения о прагматике утопий // Диалог со временем. – 2019. – №68. – С. 404 – 413.
6. Замятин Е.И. Письмо в редакцию «Литературной газеты» // Литературная газета. – 1929. – 7 октября. – URL: (Дата обращения: 10.07.2020).
7. Замятин Е.И. Мы. - Нью-Йорк: Изд-во им. Чехова, 1952. – 200 с.
8. Изюмова Ю.А. Общественная мысль Советской России: Футурологические проекты научной интеллигенции 1920-х годов: дисс. ... канд. ист. наук. – Самара: 2006. - 265 с.
9. Циолковский К.Э. Идеальный строй жизни. 25 апреля 1917 г.- 20 февраля 1930 г. // Архив РАН. Ф. 555. Оп. 1. Д. 379. Л. 1-33, 66-67, 163.
10. Лазаренко О.В. Русская литературная антиутопия 1900-х-первой половины 1930-х годов: Проблемы жанра: автореферат дис. канд. филол. наук. – Воронеж: 1997. - 20 с
11. Павлова О.А. Мифологизм технократической утопии А. Гастева: от «нормализации» человека к интегральному космосу // Известия вузов. Северо-Кавказский регион. Серия: Общественные науки. - 2005. - №1. – С. 83-91. - URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/mifologizm-tehnokraticheskoy-utopii-a-gasteva-ot-normalizatsii-cheloveka-k-integralnomu-kosmosu> (Дата обращения: 10.07.2020).

12. Романов С.С. Антиутопические традиции русской литературы и вклад Е.И. Замятина в становлении жанра антиутопии: дисс. канд. филол. наук. – Курск: 1998. – 168 с.
13. Ясперс К. Смысл и назначение истории. – М.: Политиздат, 1991. – 527 с.
14. Замятин Е.И. Автобиография // Вестник литературы. - 1922. - № 2—3. С. 15 - URL: [https://ru.wikisource.org/wiki/Автобиография_\(Замятин,_1922\)](https://ru.wikisource.org/wiki/Автобиография_(Замятин,_1922)) (Дата обращения: 10.07.2020).
15. Гастев А.К. О тенденциях пролетарской культуры // Пролетарская культура. - 1919. - № 9–10. - С. 35–45. - URL: <https://lektsii.org/18-66390.html> (Дата обращения: 10.07.2020).
16. Гастев А.К. Поэзия рабочего удара / И. Дозоров. – Пг.: Изд-е «Пролеткульт», 1918. – 149 с.
17. Франк С.Л. Ересь утопизма // Квинтэссенция. – М.: Политиздат, 1992. – С. 378-395.
18. Бердяев Н. А. Смысл истории. Новое средневековье. — М.: Канон+, 2002. — 448 с.
19. Сухих О.С. Истоки художественной концепции романа Е. Замятина «Мы». Замятин и Достоевский // Грехнёвские чтения. Сб. научных трудов. - Вып. 3. – Нижний Новгород: 2006. - С. 213-219.
20. 50/50. Опыт словаря нового мышления. - М.: Прогресс; [Париж]: Пайо, 1989. – 557 с.
21. Замятин Е.И. Мы // Замятин Е. Мы. Хаксли О. О дивный новый мир. – М.: Худож. Лит., 1989. – С. 8-162.
22. Хорунжий А.В. От «Покорения космоса» к «Построению счастья»: коммунистический эксперимент Виктора Куассака // Утопические проекты в истории культуры: материалы II Всероссийской (с международным участием) научной конференции «Утопические проекты в истории культуры» на тему «Город Солнца»: в поисках идеального локуса». – Ростов-на-Дону; Таганрог: Изд-во ЮФУ, 2019. - С. 166-169.
23. Геллер Л., Нике М. Утопия в России. – СПб.: Гиперион, 2003. – 312 с.
24. Лыткин В.В. Философско-антропологический проект К.Э. Циолковского: дисс. ... доктора филос. наук. – Белгород: 2013. - 312 с.
25. Циолковский К.Э. Этика, или естественные основы нравственности. 8 января 1903 г. – 1928 г. // Архив РАН. Ф. 555. Оп. 1. Д. 372. Л. 1-111.

26. Хорунжий А.В. «Идеальный строй» К.Э. Циолковского как стержень личности и зеркало эпохи // Открывая современность заново. – М.: РУДН, 2011. – С. 438–467.

27. Циолковский К.Э. Общественный строй. 1917 г. - июль 1918 г. // Архив РАН. Ф. 555. Оп. 1. Д. 387. Л. 1-204.

УДК 93/94

eLIBRARY.RU: 03.00.00

Царев С.С.

бакалавр кафедры истории России

РУДН

**ЦИКЛИЧНОСТЬ УТОПИЧЕСКИХ
И АНТИУТОПИЧЕСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ
В ОБЩЕСТВЕННОЙ МЫСЛИ И СОЗНАНИИ РОССИИ:
ИДЕОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТЕКСТ ТВОРЧЕСТВА
К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО И ЕГО НАСЛЕДИЯ
CYCLE OF UTOPIC AND ANTIUTOPIC PREFERENCES
IN PUBLIC THOUGHT AND CONSCIOUSNESS OF RUSSIA:
IDEOLOGICAL CONTEXT OF K.E. TSIOLKOVSKY'S WORKS
AND HIS HERITAGE**

Аннотация: Для оценки стадий кризиса произведён анализ предпочтений в общественной мысли. Сделан акцент не только на прогностическом потенциале утопий и антиутопий, но и на условиях их возникновения. Выявлена цикличность и закономерность при формировании утопических и антиутопических предпочтений в народном сознании. Также в рамках данной проблемы актуализирована теория пассионарности Л.Н. Гумилева. Сформулированы причинно-следственные связи между творчеством, наследием Циолковского и современной общественной мыслей.

Ключевые слова: утопия, антиутопия, перспективы развития России в контексте общественной мысли, прогностический потенциал творчества Циолковского, пассионарность.

Abstract: To assess the stages of the crisis, an analysis of preferences in social thought has been made. The emphasis is made not only on the prognostic potential of utopias and dystopias, but also on the conditions of their occurrence. The cyclicity and regularity in the formation of utopian and anti-utopian preferences in the national consciousness is revealed. Also, within the framework of this issue, the theory of passionarity of

L.N. Gumilyov has been updated. Causal relationships between Tsiolkovsky's works, his heritage and modern public thoughts are formulated.

Keywords: utopia, dystopia, prospects for the development of Russia in the context of public thought, the prognostic potential of Tsiolkovsky's works, passionarity.

С момента осознания человечеством существования времени и пространства люди стали задумываться о будущем, ставить перед собой вопрос: что ждёт их в дальнейшем? Однако, если большинство людей прогностический потенциал своих рассуждений ограничивают лишь насущными, бытовыми проблемами, то великие мыслители пытаются найти причинно-следственные связи в развитии целых народов и цивилизаций. Несомненно, одним из таких великих умов был наш соотечественник, Константин Эдуардович Циолковский, предугадавший вектор развития не только России, но и всего человечества на многие годы вперед [7]. При этом для современной общественной мысли важно не только осмысление и анализ идей самого Циолковского, но и выявление закономерностей при их формировании. То есть, необходимо поставить вопрос: а что в целом влияет на формирование идей и в какой степени?

В первую очередь важно отметить, что данная проблем изучалась в основном филологами. Однако, при характеристике людей, как великих мыслителей уместно некоторое переосмысление терминологии Льва Николаевича Гумилева [1]. Исходя из этого, деятельные люди будут тождественны пассионариям, а факторы, повлиявшие на их формирование (следовательно, и на их идеи), будут пассионарным толчком. При этом акцент необходимо сделать на формировании их сознания, как некотором катализаторе исключительности. Так, например, разочарованность в идеях XIX в. стала основой формирования утопий и дистопий XX в [5]. Во-вторых, для большей наглядности будут использованы утопические и антиутопические концепции (как наиболее характерные маркеры изменения общественной мысли) последних двадцати лет. Однако, необходимо исключить из исследования утопии «массовой культуры» так как они в меньшей степени отражают глубинные социально-экономические первопричины [3;4]. Например, дистопия «Метро 2033» предполагает модель постапокалиптического развития человечества, не обуславливая её истоки [2].

Среди современных трудов особого внимания заслуживает геополитическая утопия Михаила Юрьева «Третья империя», впервые

изданная в 2007 г. и переизданная в 2018 г. [9]. На форзаце издания можно увидеть политическую карту мира 2053 г. лишь с пятью странами: Российская Империя (включающая всю Европу), Американская Федерация (Северная и Южная Америки), Исламский Халифат (Африка и Ближний Восток), Индийская Конфедерация, Поднебесная Республика (включая Австралию). То есть, мир, по мнению автора, будет поделен на 5 частей, а Россия станет одним из лидеров. При этом, можно было бы предположить, что пассионарным толчком для данной идеи устройства мира и общества в частности были события 2006-2007 гг. (казнь Саддама Хусейна и последовавшая за этим Мюнхенская речь Путина о невозможности однополярности мира), однако, в переиздании сам автор делает акцент на решающей роли внутренней политики 2004-2005 гг. (дело ЮКОСа, отмена выборности губернаторов). Иными словами, период стагнации России 90-х гг. способствовал формированию идеи о новом (более справедливым по отношению к России) устройстве мира, а события 2000-х гг. стали катализатором для структурирования этих идей в утопическую концепцию с акцентом на внутренне устройство России.

Не меньший интерес в рамках данной проблемы вызывает монография Михаила Хазина «Воспоминания о будущем», основанная на анализе современной экономической модели и вызванных её несовершенством кризисах [6]. Несмотря на то, что саму монографию трудно целиком назвать утопией в последней главе детально описываются варианты посткризисного устройства мира. По мнению автора, произойдет повторение Великой депрессии XX-го в., что в свою очередь приведёт выделению «валютных зон» (и разделению сфер влияния), при этом сохранится индустриальное общество как таковое, но с солидарной формой накопления капитала. Очевидно, что на формирование этой идеи также повлияли события конца XX-го в., но катализатором уже были изменения в экономике.

Таким образом, точно также как события начала XX-го в. оказали влияние на формирование общественной мысли, события 90-х годов не могли не отразиться на современных идеях [8]. Но очевидно, что реализация этих идей стала возможна лишь в результате стабилизации (иногда иллюзорной) или в условиях предвосхищения нового кризиса.

Литература

1. Гумилев Л.Н. Этногенез и биосфера Земли. – М.: АЙРИС-пресс, 2017. – 560 с.
2. Кабирова А.А. Модель мира в современных антиутопиях: маг. дис. – Екатеринбург.: УГПУ, 2018. – 100 с.

3. Лукашенко И.Д. Антиутопия как социокультурный феномен начала XXI века // Ярославский педагогический вестник. – Ярославль: 2010. – С. 286.
4. Оробий С.П. Антиутопии «нулевых» и холостые механизмы истории / С.П. Оробий // Современные проблемы науки и образования. – 2014. – № 4.
5. Романов С.С. Антиутопические традиции русской литературы и вклад Е.И. Замятина в становление жанра антиутопии: Автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. фил. наук. (10.01.01). – Курск: 1998.
6. Хазин М. Воспоминания о будущем. Идеи современной экономики. – М.: Группа Компаний «РИПОЛ классик» / «Сфера», 2019. – 464 с.
7. Хорунжий А.В. «Идеальный строй» К.Э.Циолковского как стержень личности и зеркало эпохи // Открывая современность заново. – М.: РУДН, 2011. – С. 438–467.
8. Хорунжий А.В. Новая проблематика в курсах отечественной истории: утопическая традиция и коммуитарный эксперимент в первой трети XX в. // Преподавание отечественной (национальной) истории в вузе: новые подходы, концепции, методы. Материалы Четвертой международной конференции. Москва, 29 октября 1999 г. - М.: Изд-во РУДН, 1999. - С. 176-187.
9. Юрьев М. Третья Империя. Россия, которая должна быть: роман. – СПб.: Лимбус Пресс, ООО «Издательство К. Тублина», 2019. – 656 с.

УДК: 1.140.8

Шарова М.А.

кандидат философских наук,
доцент КГУ им. К.Э. Циолковского

**ФИЛОСОФСКО-АНТРОПОЛОГИЧЕСКИЕ ВЗГЛЯДЫ
К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО
(ЧЕЛОВЕК ЗЕМНОЙ И КОСМИЧЕСКИЙ)
PHILOSOPHICAL AND ANTHROPOLOGICAL VIEWS
OF K.E. TSIOLKOVSKY
(EARTH AND SPACE MAN)**

Аннотация: К.Э. Циолковский – основоположник естественнонаучных идей русского космизма, ярко изобразивший как процесс будущего преобразования планеты, так и человечества в целом. В работах «Грезы о Земле и небе», «Будущее Земли и человечества», «Свойства человека», «Этика или естественные основы

нравственности» и т. д. им были выдвинуты идеи единства мира и человека, вечности жизни во Вселенной в ее различных формах, эволюции духовных субстанций (человек – природа – общество), а также поставлены вопросы физиологической эволюции человека и возможности его бессмертного существования.

Ключевые слова: К.Э. Циолковский, космизм, всеединство.

Abstract: K. E. Tsiolkovsky is the founder of natural science ideas of Russian cosmism, who vividly depicted both the process of future transformation of the planet and humanity as a whole. In «Dreams of Earth and Sky», «The Future of Earth and humanity», «Human qualities», and «Ethics or the Foundation of morality», etc. were put forward idea of the unity of the world and of man, the eternity of life in the Universe in its various forms, the evolution of spiritual substances (man – nature – society), as well as the questions of the physiological evolution of man and its immortal existence.

Keywords: K.E. Tsiolkovsky, cosmism, unity.

Философско-мировоззренческая система К.Э. Циолковского строилась на принципах атомистического панпсихизма, где монизм представлял единство субстанциональной основы мира, образуемой атомами-духами. Единство материи мыслитель обуславливал одинаковостью ее свойств во Вселенной, что означало: 1) единство материального и духовного начал Вселенной; 2) единство живой и неживой материи; 3) единство человека и Вселенной; 4) единство этических норм во Вселенной. Полагая Вселенную бесконечной в пространстве и времени, Циолковский усматривал в ней множественную иерархию космических структур: от атомов, до «эфирных островов» разного уровня сложности и организации. Принцип самоорганизации и эволюционизма материи строился им, исходя из научной картины мира, и стал ключевым в философско-антропологических взглядах мыслителя.

Антропокосмизм Циолковского позволил понять человека органической частью Вселенной, раскрыть перед ним грандиозные перспективы эволюционирования. Основным преобразующим фактором земной жизни мыслитель полагал солнечную энергию, благодаря которой различные формы материи усложняется в своем развитии, вплоть до самых совершенных, высоко – сознательных и бессмертных ее представителей. Мыслитель полагал, что жизнь способна возникать и продолжаться в любых условиях. Сознательная жизнь не имеет никаких пределов и развивается даже без всяких условий: без атмосферного давления, без кислорода, без пищи,

довольствуясь только солнечными лучами (работа «Будущее Земли и человечества»). Земной человек, по Циолковскому, отнюдь не вершина развития, поскольку способен к бесконечным превращениям. В работе «Грезы о Земле и небе» он утверждал, что «судьба человека зависит от судьбы Вселенной», так же как, в свою очередь, «судьба Вселенной зависит от судьбы существа». Циолковский наделял человека активным эволюционизмом, считая, что человек, как существо разумное и созидающее, не является сторонним наблюдателем, а выступает непосредственным соучастником происходящих во Вселенной процессов, способным силой разума к нравственным преобразованиям природы и космоса. По мысли Циолковского, именно в этом и состоит основное отличие человека земного от человека космического: первый – наделен пороками, болезнями, страданиями и т. д., второй – более разумен и совершенен в духовно-нравственном отношении, чужд пороков и насилия, способен нести этико-гуманистическую миссию в космическое пространство. Второй – объединяет в себе универсальные взаимосвязи физического и психического, неодушевленного и сознательного, природного и социального, и, будучи «гражданином вселенной» и участником вселенских процессов, насыщает пространство космоса своей творческой деятельностью.

Циолковский считал, что на формирование универсального мировоззрения будущего «гражданина вселенной» особое влияние смогут оказать такие сферы знания как: философия (знание о пределах бытия) – наука (область рационального познания) – религия (интуитивное знание о духовных сферах бытия). Причем большое значение мыслитель придавал знанию достоверному, научному, логически обоснованному.

Основными задачами мыслителя стали: приблизить человечество к счастью, помочь ему с помощью универсального образования стать разумнее, нравственно совершеннее, свободнее, научить решать проблемы с позиции «космической и земной этики».

**АНТРОПОКОСМИЗМ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО
И ПОСТМОДЕРНИСТСКАЯ ПАРАДИГМА
COSMISM AND THE POSTMODERN PARADIGM**

Аннотация: К числу общеизвестных сегодня вещей относится парадигмальная модель развития науки, предложенная Томасом Куном. В книге «Структура научных революций», изданной в 1962 году, Кун предложил понятие парадигмы – признаваемой всем научным сообществом модели постановки научных проблем и их решения. Именно парадигма определяет так называемые гносеологические предпосылки науки и научных теорий – принимаемые на данном этапе развития упрощения и огрубления реальной действительности, определяющие тот аспект (сторону) реального мира, которая принимается к изучению. При этом остальные стороны реальности наукой (научной теорией) отбрасываются как несущественные. Отдельный ученый, особенно занимающийся решением каких-то узких проблем или технических задач, может не задумываться об этом, но именно данная методологическая установка является базовой для науки как таковой. Без признания этих принципиальных ограничений науки ее существование как самостоятельной сферы культуры невозможно.

Ключевые слова: Постмодернизм, парадигма, модель развития, наука.

Abstract: The paradigm model of science development, proposed by Thomas Kuhn, is one of the most well-known things today. It was in the book «the Structure of scientific revolutions», published in 1962, that Kuhn proposed the concept of a paradigm-a model recognized by the entire scientific community for posing scientific problems and solving them. In fact, it is the paradigm that determines the so – called epistemological prerequisites of science and scientific theories-the simplification and coarsening of real reality accepted at this stage of development, which determine the aspect (side) of the real world that is accepted for study. At the same time, other aspects of reality are rejected by science (scientific theory) as insignificant. An individual scientist, especially one who is engaged in solving some narrow problems or technical problems, may not think about it, but this methodological approach is the basic one for science

as such. Without recognizing these fundamental limitations of science, its existence as an independent sphere of culture is impossible.

Keywords: Postmodernism, paradigm, development model, science.

Следующим шагом науки становится активное использование анализа в качестве метода научного познания. Этот универсальный научный метод широко используется как на эмпирическом уровне, представляя собой расчленение изучаемого объекта на составные части, так и на теоретическом, когда ученый занимается поиском оснований, позволяющих отнести изучаемый объект к какой-то группе (группам), разложить части объекта «по полочкам», что становится основой для его систематизации и классификации. В любом случае данный метод омертвляет изучаемый объект, превращает его в набор деталей, раскладываемых по разным «коробочкам».

Именно такой была классическая наука Нового времени, практически полностью потерявшая общее представление о мире и вынужденная использовать существование Бога (Мирового Разума) для обоснования единства мира, который представлялся гигантским часовым механизмом, состоявшим из тех самых отдельных «деталей», которые можно было разобрать и разложить по разным «коробочкам», а затем снова собрать, получив тот же результат.

В ходе научных революций, о которых писал Кун, происходит смена парадигмы. Но это означает лишь то, что меняется угол зрения на мир, та призма, через которую наука его изучает. Иными словами, меняются гносеологические предпосылки науки и научных теорий, после чего для изучения выбираются новые аспекты (стороны) реального мира. Их может быть несколько больше, чем раньше (как это произошло после второй глобальной научной революции рубежа XIX-XX веков), но огрубление (упрощение) действительности неизбежно продолжается. Да, отбрасываются или серьезно меняются старые научные теории, меняются модели мира, но стремление разложить мир на «детали» сохраняется. Просто «детали» становятся другими, как и «коробочки», по которым их «раскладывают» ученые-аналитики.

Именно с этим фундаментальным методологическим принципом науки и связано ее стремление к поиску единственно верной теории, способной описать мироустройство, характерное как для естественных, так и для социально-гуманитарных наук, неизбежная критика теорий своих предшественников. Принцип соответствия, сформулированный Нильсом Бором в 1923 году и предлагающий в случае разных теорий, описывающих одну и ту же область

действительности, включать старую теорию в состав новой в качестве частного (предельного) случая, стал первым шагом в попытке выйти из этой установки. Хотя мы должны понимать, что признание старой теории частным случаем новой в реальности означает существенное изменение и переформулирование старых теорий. Ведь они пришли из старой парадигмы, основаны на иных гносеологических предпосылках, следовательно, логически несовместимы с новыми теориями и без значительной переработки не смогут использоваться.

Отказ от столь жесткой схемы, закреплённой парадигмой классической науки и несколько смягчённой наукой современной (неклассической), начался лишь в последней трети XX века, когда в мировоззрении стала закрепляться новая установка на плюрализм, связанная с постмодернизмом. Только после этого из науки уходит идея единственно верной теории и признаётся сложность и многоаспектность мира. А наука, которая раньше позиционировала себя как единственный способ познания и освоения мира, признала себя одной из сфер культуры, наряду с философией, религией и искусством, также участвующими в создании картины мира.

Фактически мы имеем дело с новой постмодернистской парадигмой, которая по факту уже ей не является, поскольку её размывают установки, пришедшие из других сфер культуры. Именно плюрализм становится единственным требованием этой «парадигмы» наряду со стремлением сформировать целостную картину мира совместными усилиями всех сфер культуры, где наука – лишь один из участников этого процесса.

Частью этого процесса можно считать и космозацию науки и философию, активно происходящую в XX веке, связанную с именами К.Э. Циолковского, В.И. Вернадского, Н.Г. Холодного и др. Ведь космоизм как мировоззрение, по сути, зародился в глубокой древности. Являясь целостным мировосприятием, основанным на признании единства мира, человека и общества, он возник ещё в рамках первобытного мифа и в течение тысячелетий господствовал на Земле. Лишь на Западе он был побеждён возникшей в античности наукой, отказавшейся от концепции целостного знания. На Востоке наука потеснила подобные взгляды лишь в XX веке, а в нашей стране – несколько раньше, в XVIII веке, когда начала развиваться российская наука. Но полностью космическое мировоззрение ей вытеснить не удалось, поэтому русский космоизм продолжал существовать и развиваться, воплощаясь в религиозно-философских идеях славянофилов и Владимира Соловьёва, творчестве российских

художников и композиторов и, конечно, в естественнонаучном космизме российских ученых.

Изучение феномена космизма вообще и русского космизма как его важнейшей составляющей началось только в 1960-1970 годы, когда стало активно распространяться и развиваться постмодернистское мировоззрение. Очевидно, происходящая сейчас третья глобальная научная революция, в рамках которой идут процессы космизации, также связана и со стремлением отказаться от жесткой схемы парадигмального развития науки, закрепив равноправие науки, философии, религии и искусства, что и происходит в рамках формирующейся в настоящее время постнеклассической науке.

УДК 93/94

eLIBRARY.RU: 03.00.00

Пальченкова К.И.

бакалавр кафедры истории России

РУДН

**ЖЕНЩИНЫ В РЕВОЛЮЦИОННОМ ДВИЖЕНИИ РОССИИ:
ВЛИЯНИЕ Л.К. ЦИОЛКОВСКОЙ НА ОБЩЕСТВЕННО-
ПОЛИТИЧЕСКИЕ ВЗГЛЯДЫ ОТЦА
WOMEN IN THE REVOLUTIONARY MOVEMENT
IN RUSSIA: THE INFLUENCE OF L.K. TSIOLKOVSKAYA ON
THE SOCIO-POLITICAL VIEWS OF HER FATHER**

Аннотация: Обоснована важность изучения взглядов и деятельности Л.К. Циолковской для анализа общественно-политических взглядов К.Э. Циолковского. Раскрыты особенности освещения в отечественной историографии причины участия женщин в революционном движении. Определены достижения историков в оценке значения участия женщин в революционном движении.

Ключевые слова: женщины в революции, революционное движение, Л.К. Циолковская, К.Э. Циолковский, В.Н. Фигнер, С.Л. Перовская.

Abstract: The importance of studying the views and activities of L.K. Tsiolkovskaya for the analysis of the socio-political views of K.E. Tsiolkovsky is substantiated. The peculiarities of the coverage of the reasons for the participation of women in the revolutionary movement in Russian historiography are revealed. The achievements of historians in

assessing the importance of women's participation in the revolutionary movement are identified.

Keywords: women in the revolution, revolutionary movement, L.K. Tsiolkovskaya, K.E. Tsiolkovsky, V.N. Figner, S.L. Perovskaya.

Л.К. Циолковская [1881-1957] с 1923 г. и до самой смерти К.Э. Циолковского выполняла роль помощницы отца «...став для него секретарем, переводчиком, консультантом, защитником и ходатаем» [1]. Воспоминания, пьесы и эпистолярное наследие дочери Циолковского являются важным источником для изучения биографии ученого и уже становились объектом исследования [2; 3].

В меньшей степени исследована биография и взгляды самой Л.К. Циолковской, особенно период ее участия в революционном движении России. Отмечалось, что она «посвятила всю свою молодость борьбе за лучший участь своего народа, понимая, что «... причина всех несчастий самодержавно-крепостнический строй» [1]. Циолковская вспоминала: «участие в революционном движении и скитальческая жизнь оторвали меня от семьи до октября 1918 г., когда я снова попала в Калугу» [4, с. 154]. Тем не менее, до 1906 г. и после 1918 г. она могла оказывать (и оказывала) влияние на взгляды Циолковского. Еще на рубеже веков она и брат Игнатий «спорили с отцом по разным вопросам... В быстрое переустройство жизни самим народом он плохо верил... Социалистически настроенную интеллигенцию считал просто мечтательницей, к этой категории относил и меня...» [4, с. 138]. Любовь Константиновна вспоминала: «К террористической борьбе партии «Народной воли» и позднее боевиков социалистов-революционеров он относился скептически ... Он полагал, что техника и влияние западных стран изменяют наш строй в лучшую сторону» [5, с. 446]. Таким образом, сначала общение с дочерью – участницей революционного движения – позволяло К.Э. Циолковскому быть в курсе основных направлений этого движения и яснее сформулировать как свое отношение к нему, так и собственные взгляды на пути совершенствования общественного устройства. Впоследствии же, если судить по воспоминаниям Л.К. Циолковской, происходило постепенное сближение взглядов отца и дочери [4]. Следовательно, изучение биографии и взглядов Л.К. Циолковской имеет важное значение для исследования общественно-политических взглядов самого Циолковского.

Первый этап любого исторического исследования предполагает изучение историографии вопроса. Данный доклад посвящен именно этой теме.

Работ, посвященных биографии Л.К. Циолковской, крайне мало, а исследований, посвященных ее взглядам, до сих пор не проводилось. Отмечалось только, что «шла в революцию трудной дорогой потомственного интеллигента и плохо приспособленного к жизни человека» и «была страстным поборником женского революционного движения» [1].

В то же время, в отечественной историографии присутствует множество работ, посвященных исследованию роли женщин в революционном движении России. Оценка мотивов, роли, значения деятельности женщин революционеров, яркими представительницами которых являлись С.Л. Перовская (1853-1881) и В.Н. Фигнер (1852-1942), продолжает оставаться остро дискуссионным вопросом в современной отечественной науке.

Изучение историографии проблемы позволило поставить и решить ряд конкретных исследовательских задач:

– Раскрыты особенности освещения в отечественной историографии предпосылок, побудительных причин и мотивов, которые предопределили участие женщин в революционном движении.

– Выявлена специфика советской и постсоветской историографии о роли, которую сыграли женщины в революционном движении.

– Определены основные достижения отечественных историков в сфере оценки значения участия женщин в революционном движении.

Вопрос о причинах и побудительных мотивах вхождения женщин в революционное движение в освещении отечественной историографии представляется одним из наиболее сложных. В наибольшей степени он мог зависеть не только от конкретных особенностей исследовательской работы историка, но и от той идеологии, которой он придерживался.

В советский период для авторов была характерна высокая степень солидарности в вопросе о мотивах участниц народолюбческого движения. В советской историографии большинство авторов также говорили о формировании революционных взглядов у женщин под влиянием осознания ими тяжёлого положения простого народа. Также отдельные авторы могли говорить о воздействии на мировоззрение женщин революционерок современной литературы [6; 7]. В последующий период это привело к тому, что многие авторы стремились к полному отрицанию всех достижений советской исторической науки в данном вопросе.

В исторической науке после распада СССР произошли значительные перемены. Историки могли теперь рассматривать

многие вопросы отечественной истории, не придерживаясь принятых ранее идеологических установок. Это, естественно, коснулось и вопроса о причинах развития революционного движения в России, включая и вхождение в это движение женщин. Можно, однако, говорить о том, что в современной историографии начинает преобладать более взвешенный подход, направленный на выявление конкретных фактов, помогающих понять причины вхождения женщин в революцию.

В советской историографии было характерно признавать большой вклад русских женщин в революционное движение, видеть в них народных героинь. Хотя в самом революционном движении рассматриваемой эпохи могли отмечаться и отдельные идеологические недостатки, связанные с непониманием роли рабочего движения, недооценки марксистской теории.

В советской историографии все исследователи признавали значительную роль женщин в революционном движении. Особое значение придавалось их участию в пропагандистской работе, также говорилось об их выдающихся организаторских способностях, которые, например, позволили С. Перовской фактически возглавить «Народную волю» в завершающий период подготовки покушения на императора [8].

В советской историографии большинство исследователей положительно оценивали деятельность Перовской и Фигнер, но при этом отмечали ошибки в самой народнической идеологии и то, что индивидуальный террор не мог привести к свержению монархического режима. Наряду с этим существовали историки, такие как Н.А. Троицкий, который полагал, что применение террора было оправданным, заставившим царизм пойти на ряд уступок [9]. Перовская и Фигнер рассматривались в советской историографии как представители непрерывной цепи участников освободительно-революционного движения.

В постсоветской историографии возобновилось противостояние двух позиций. Для многих историков женщины революционерки были злодеями, тогда как для других оставались героями. В соответствии с этими взглядами рассматривались и их мотивы. Наряду с этим появились исследования, которые пытались использовать новые методологические подходы, анализировать побуждения женщин с помощью психоистории [10]. Если говорить о роли женщин революционерок в освободительном движении, то здесь можно отметить высокую степень согласия среди историков не только различных эпох, но и разных идеологических направлений.

Вопрос о значении участия женщин в революционном движении также был тесно связан с идеологическими воззрениями авторов. В рамках советской историографии освещение роли народничества и, соответственно, женщин революционерок могло изменяться в зависимости от государственных установок. В целом советские авторы стремились показать героизм женщин, но при этом подчеркнуть, что выбор ими методов борьбы был во многом ошибочен, не привёл к массовому развитию революционного движения.

В современной историографии многие дискуссии относительно участниц революционного движения носят не только научный, но и идеологический характер, тесно переплетаются с вопросом об оценке дальнейших революционных событий и их значимости для российской истории. Однако можно говорить и о наличии множества работ, в которых авторы стремятся к объективному анализу значения деятельности женщин-революционерок.

Литература

1. Костин А.В. Л.К. Циолковская - верный помощник отца // Труды IV Чтений К.Э. Циолковского. Секция «Исследование научного творчества К.Э. Циолковского». - М.: 1970. - С. 56-66. - <http://www.gmik.ru/2017/10/02/lyubov-konstantinovna-tsiolkovskaya-vernyiy-pomoshnik-ottsa/> (Дата обращения 2020-07-20).
2. Желнина Т. Н. Воспоминания и пьесы Л. К. Циолковской как источник для изучения биографии К. Э. Циолковского // Труды XXI-XXII Чтений К. Э. Циолковского. Секция «Исследование научного творчества К. Э. Циолковского и история авиации и космонавтики». - М.: 1988. - С. 52-78.
3. Желнина Т.Н., Максимовская Н.А. Переписка Л.К. Циолковской как источник для изучения биографии К.Э. Циолковского // XXIV Научные чтения, посвященные разработке научного наследия К.Э. Циолковского. – М.: ИИЕТ РАН, 1999. – С. 18-19.
4. Циолковская Л.К. Рядом с отцом // К.Э. Циолковский в воспоминаниях современников. 2-е изд. — Тула: Приокское книжное издательство, 1983. — С. 137–162.
5. Хорунжий А.В. «Идеальный строй» К.Э. Циолковского как стержень личности и зеркало эпохи // Открывая современность заново. – М.: РУДН, 2011. – С. 438–467.
6. Кордес В.Н. Софья Перовская. - М.: Новая Москва, 1926. - 80 с.
7. Фигнер В.Н. Запечатлённый труд. Т. 1. - М.: Мысль, 1964 – 348 с.
8. Цымрина Т.В. Софья Перовская. Политический портрет. – Таганрог: Издательство ТРТУ, 2006. - 126 с.

9. Троицкий Н.А. Софья Львовна Перовская. Жизнь. Личность. Судьба. -Саратов: Изд-во Сарат. Ун-та, 2014. - 456 с.
10. Будницкий О.В. Женщины террористки России. Бескорыстные убийцы: политика, психология, патология. – М.: Феникс, 1996. – 143 с.

УДК 141.201; 159.9;101
eLIBRARY.RU: 14.40.05

Казачинский А.Е.
кандидат педагогических наук,
профессор кафедры менеджмента и маркетинга
АНО ВО МГЭУ, Калужский институт (филиал),
член-корреспондент РАЕН

ЧЕЛОВЕК КОСМИЧЕСКОГО СОЗНАНИЯ THE MAN OF THE COSMIC CONSCIOUSNESS

Аннотация: Какой тип человека сегодня преобладает в социуме: человек потребительский или человек космический? Человеку свойственно особое назначение. Человек вправе сам выбирать свое будущее... Но первая четверть XXI века ставит всех нас перед выбором: готовим антропокосмогенов или «цифровых потребителей».

Ключевые слова: космическое сознание, антропокосмогены, цифровизация образования, миссия цивилизации, микрокосм, экологическая личность, экзистенциальные компетенции, космическое сознание.

Abstract: What type of person prevails in society today: a consumer person or a space person? Man has a special purpose. A person has the right to choose his own future... But the first quarter of the XXI century puts all of us before a choice: we prepare anthropocosmogens or «digital consumers».

Keywords: cosmic consciousness, anthropocosmogens, digitalization of education, mission of civilization, microcosm, ecological personality, existential competence, cosmic consciousness.

Сегодня необходимо создавать космические классы, космические школы, космические вузы, которые готовили бы антропокосмогенов (выражающих единство природно-космического и человеческого начал) для раскрытия космического сознания и проникновения в космическое пространство с целью расширяющего познания тайн Космоса и Человека. Космический человек, расширяющий

космическое сознание – это человек будущего... А, может, и конца XXI века.

Но уже сегодня надо быть осторожным в оценке будущего человека первой четверти XXI века. Неожиданная «пандемия» 2020 года породила страх и неуверенность не только среди населения – особенно старшего поколения, – но и среди политиков, ученых, экспертов от медицины и исторического развития цифрового общества и его (on-line) устройства. Может, К.Э. Циолковский был прав в оценке человека, который «мало изменился. Те же остатки животных страстей, инстинктов, слабость ума, рутинность. В отношении общественного развития он даже уступает муравьям и пчелам. Но в общем он опередил животных и, следовательно, сильно прогрессировал» [21, 306].

Можно согласиться с оценкой С.В. Кричевского, давшего характеристику современного социума, который поделен на два основных радикально различных социотипа – человек молекулярный и человек космический. Человек молекулярный – это социотип, ориентированный на общество потребления и постпотребления – (то, что мы сегодня все наблюдаем и то, что происходит с большинством людей в мире). Человек космический – это социотип, ориентированный на познание и синтез культуры, на развитие ноосферы и космической цивилизации будущего [9; 10; 11].

Человек не хочет быть самим собой. А. Камю: «Человек – единственное существо, которое не хочет быть самим собой» [8, с. 133]. Великий французского мыслитель Д. Дидро, считает, что «в природе человеческой два противоположных начала: самолюбие, влекущее нас в себе самим, и доброжелательность, толкающая нас к другим. Если бы одна из этих пружин сломалась, человек был бы злым до бешенства или великодушным до безумия» [9].

Датский философ С. Кьркегор считает, что «главное несовершенство человеческой природы состоит в том, что цель наших желаний всегда в противоположном. Можно, пожалуй, привести массу примеров того, что и психологу будет над чем поломать голову. Так, ипохондрик особенно чуток к юмору, сластолюбец охотно говорит об идиллии, развратник о морали, скептик о религии. Да и святость постигается не иначе, как в грехе» [11, с. 63].

Человеку свойственно особое назначение. В. Несмелов: «Человек, конечно, может жить в мире по каким угодно соображениям или даже без оных, по самому факту своего рождения. Он соотносится и имеет связи не только с зоологоживотным миром, ему свойственно особое назначение, осознание которого придаёт людям различную

ценность. Многие видят свое назначение в общем человеческом благе и служению ему – это высокая ценность. Но она имеет торговый характер, за неё человек или даже человечество покупают себе определённое благо жизни [13, с. 123]. Но есть люди, которые усматривают своё назначение в развитии самих себя по идеалу человечности и имеют несомненную ценность в себе самих, но только ценность эта может быть ценностью простого самообождения, если только она вместе с человеком погибает во мраке могилы». «Кто видит свое назначение в бесконечном осуществлении вечной для него цели, которая осуществляется им. Но только где же найти эту вечную цель в пределах времени и как можно бесконечно осуществлять её в конечной жизни? Подумай об этом человек», - предлагает В. Несмелов [13, с. 124].

Всякий человек есть неразгаданная тайна. В самом деле «всякий человек есть неразгаданная тайна, хотя мимо неё обыкновенно проходят, не замечая... тех людей, которые раскрывали свою душу, но чем больше они её раскрывали, тем загадочнее и таинственнее она оставалась, неразгаданными сходили в могилу. Последнее слово, тайна живой индивидуальности, её духовная сущность оказывалась всё-таки невысказанной, творческий замысел, взывавший к бытию эту живую душу, нераскрытым, и о том, что же действительно было самым важным, подлинным, существенным в человеке, приходится только гадать и спорить», - делится с нами русский философ С.Н. Булгаков [2, с. 222-223].

Человек – создатель и раб. Н.А. Бердяев отмечал, что «диалектика технического прогресса заключается в том машина есть создание человека, и она направляется против человека, что она порождена духом порабощения, т.е. человек является и создателем, и рабом в одном лице [1, с. 62].

Человек есть микрокосм. Можно согласиться и с Б.П. Вышеславцевым, считавшим, что «человек есть микрокосм, точка отсчёта, из которой развёртывается перспективная картина всего мира...» [6, с. 463]. Нам больше подходит высказывание С. Кьеркегора о том, что «человек - это синтез бесконечного и конечного, временного и вечного, свободы и необходимости, короче говоря, - синтез» [11, с. 67].

Нам нужна совершенно новая наука о человеке. Для оценки движения и развития в человеке человеческого, а не природного, социального, экономического, политического и различных «измов», нам нужна совершенно новая наука, система научных взглядов, теорий и практик, не только объясняющих человека, его поведение и

сущностные свойства, но всё большую принадлежность друг к другу и зависимость друг от друга. Особенно в условиях планетарного мышления и экспансии глобализма. Невозможность обойтись друг без друга в скором будущем, а может уже и сегодня, с каждым днём будет проявляться всё больше и больше. Человек по отдельности давно исчерпал себя как эксперимент. Человек интересен и как индивидуальность, и как определённая целостность разного начала и разных продолжений.

Человек не может быть завершён. К. Ясперс считает, что «всякий идеал человека не возможен, потому что человек не может быть завершён». Ясперсу созвучны мысли великого французского мыслителя и социолога Э. Морена о необходимости контекстного и комплексного понимания проблем на планетарном уровне. Он призывает широко раскрыть глаза на то, что происходит вокруг. В «планетарной» идеологии всегда есть соотношение и взаимодействие между любым явлением и его контекстом. Он предлагает соединить (relier) то, что разобщено, использовать любую возможность развивать стратегическое мышление [15, с. 124]. Еще ранее, подобную мысль высказал К.Э. Циолковский о «разумном и умеренном общественном устройстве на Земле... Наступит объединение, прекратятся вследствие этого войны, так как не с кем будет воевать. Счастливое общественное устройство, подсказанное гениями (но даже гении не могли предвидеть цифровизацию образования и общества, – так легче управлять: от потребления услуг и энергии, до распределения учебных и рабочих мест), заставит технику и науку идти вперед с невообразимой и такую же быстротой улучшить человеческий быт. Это повлечет за собой усиленное размножение» [21, с. 305].

Миссия цивилизации: солидаризация планеты. Морен призывает покончить с «развитием», которое игнорирует всё некалькулируемое, разлагая искусство жизни и мудрость тысячелетних культур: «Необходимо прозреть и увидеть то, что технологические достижения научные, медицинские, социальные, несут в себе также и разрушение: разрушение биосферы, культур, создание новых неравенств, новых ограничений прав». В противовес этому «развитию» Морен выдвигает принципы политики цивилизации и её срочную миссию: солидаризация планеты [15].

Человек – есть рождение жизни Земли Впервые в истории цивилизации мы знаем, что вся планета находится под угрозой, и мы призваны спасти её, уберечь от катастрофы. В каждом из нас должна произойти инициация, мы должны подготовиться к большому духовному сражению. Размышления Морена ведут к осознанию, что

Земля – это не просто физическая планета, плюс биосфера, плюс человечество. «Земля – это комплексное целое, физическое, биологическое и антропологическое. Жизнь означает рождение истории планеты Земля, и Человек – есть рождение жизни Земли».

Человек есть сверхъестественное существо. «Человечество представляет собой планетарную и биосферную целостность. Человек – это естественное, природное, и в то же время, сверхъестественное существо, он должен питаться из источника живой физической природы, но он рождён культурой и его характерным отличием является культура, мышление и сознание». Морен призывает осознанно относиться к тому, что человеческий разум несёт в себе также и страшные беды: то, что рождается из непонимания, слепоты, иллюзий, безумия. Важно помнить о способности нашего разума к рациональному мышлению, отличающемуся от рационализации, к ясности понимания, к сочувствию и состраданию. Взяв за основу парадоксальную фразу Хайдеггера: «Наше начало не позади нас, а впереди нас», Морен предлагает новое начало: «Мы знаем, что в истории жизни на Земле и в истории человечества было немало новых стартов». Согласно классической теологии, Вселенная однажды создана с единственной целью появления человека [15].

Экологическая личность. Журкин М.Ю. предлагает рассматривать экологические проблемы современности, используя экзистенциальный подход. Автор приводит официальные статистические данные, указывающие на масштаб экологических бедствий. В связи с актуальностью освоения космоса и создания там орбитальных поселений, предлагается принять меры для формирования новой экологической личности, обладающей экзистенциальными компетенциями. Таким образом человечество сможет снизить негативные последствия экологической катастрофы на земле, и избежать бедствий планетарного масштаба [4].

Космическое сознание. Возвращаясь к вопросу появления космического сознания, мы должны вспомнить книгу *«Космическое сознание»*, написанную в 1901 году, которая породила глобальное движение исследования космического сознания [19].

В формировании космического сознания важную роль играет культура. Человечество вступает в новый этап космической эволюции, когда для перехода на более высокую ступень необходимо новое космическое сознание или мышление. Особенности этого исторического вида мышления в отличие от всех предшествующих (мифологического, религиозного, научного) состоят в том, что человек и космос рассматриваются как единое целое. Согласно такому

пониманию, человек несет в себе структуру космоса. Это означает, что в человеке существуют те же состояния материи, которые есть в Космосе, а жизнь человека регулируется космическими законами. К ним относятся, прежде всего, такие **законы космоса**, как закон иерархии, энергоинформационного обмена, двойственности, противоположений и другие. Универсальные законы, направляющие космическую эволюцию человека, своим влиянием пронизывают все существо человека, все стороны его жизни. Их влияние обнаруживается не только тогда, когда человек знает о существовании этих законов и стремится жить в согласии с ними, но и в тех случаях, когда человек по незнанию или сознательно ими пренебрегает. Законы космоса влияют на человека через искусство, нравственность, научное знание, религиозно-мифологические представления. Универсальным каналом, обеспечивающим их воздействие на человека, выступает энергоинформационный обмен. Эти законы преломляются во внутреннем мире человека – через сердце и интеллект, побуждая к определенным действиям и поступкам. Иными словами, законы космоса оказывают влияние на человека независимо от его воли и желаний. Нарушение человеком этих законов создает в его жизни немалые проблемы – прежде всего в его внутреннем мире, а также во взаимоотношениях человека с другими людьми. Столкновение человека с этими проблемами может побудить его задуматься об их подлинных причинах, ибо эти проблемы возникают в конечном счете вследствие игнорирования человеком космических законов [19].

Человек загадочен, он представляет собой некую тайну. Без ощущения этой непостижимости человека трудно обрести путеводную нить в философско-антропологическом размышлении... На Земле не может быть идеального состояния. Не существует правильного мирового устройства. Нет совершенного человека. Постоянно повторяющиеся конечные состояния возможны только как возврат к естественному ходу событий. Из-за того, что в истории постоянно действует незавершенность, все должно беспрерывно меняться.

История сама по себе не может быть завершена. Она может кончиться лишь в результате внутренней несостоятельности или космической катастрофы... Или очередного, «незапланированного» «коронавируса», и тогда на смену профессиональным компетенциям (особенно в условиях on-line обучения – придут экзистенциальные компетенции [3; 4].

Литература

1. Бердяев А.Н. О назначении человека. – М.: 1993. – 236 с.

2. Булгаков С.Н. Венец терновый. Памяти Ф.М. Достоевского. Соч. в 2-х т. Т 2. - М.: Наука, 1993. - С. 222-223.
3. Дронов А.И. Культурно-космический код в процессах цивилизационного развития // Научное наследие и развитие идей К.Э. Циолковского Материалы 54-х Научных чтений памяти К.Э. Циолковского. Часть 2. - Калуга: Изд-во АКФ «Политоп», 2019. - С. 126-129.
4. Дидро Д. Энциклопедия мудрости. Сборник мыслей, изречений, афоризмов, максим, парадоксов, эпиграмм и т. п. философов, ученых, писателей, художников, государственных деятелей // https://domknig.com/read_267657-85#.
5. Журкин М.Ю. Экология сознания человека в космическом пространстве. - Colloquium-journal. - 2019. - № 9-6 (33). - С. 157-158. (<https://cyberleninka.ru/article/n/ekologiya-soznaniya-cheloveka-v-kosmicheskom-prostranstve>).
6. Казачинский А.Е. Человек тысячелетия. – М.: Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2013. - 640 с. ил.
7. Казачинский А.Е. Проекция человека XXI века: от идеи до воплощения. – М.: Изд-во МГЭИ, 2016. - 250 с.
8. Камю А. Бунтующий человек. Философия. Политика. Искусство. - М.: Политиздат, 1990. – 415 с.
9. Кричевский С.В. Космическое государство на Земле и вне Земли // Научное наследие и развитие идей К.Э. Циолковского Материалы 54-х Научных чтений памяти К.Э. Циолковского. Часть 2. - Калуга: Изд-во АКФ «Политоп», 2019. - С. 114-117.
10. Колесников А.В. Человек молекулярный и человек космический. Цифровые когнитивные протоконструкции в философских исследованиях // Научное наследие и развитие идей К.Э. Циолковского Материалы 54-х Научных чтений памяти К.Э. Циолковского. Часть 2. - Калуга: Изд-во АКФ «Политоп», 2019. - С. 129-131.
11. Козлов В.В., Майков В.В. Космическое сознание и «вечная философия»: Э. Бек, Э. Эндерхилл, О. Хаксли. Основы трансперсональной психологии: истоки, история, современное состояние. – М.: 2000. - С. 108-118. (<https://www.studmed.ru/view/maykov-vv-kozlov-vv-transpersonalnyy-proekt-psihologiya-antropologiya>).
12. Кьеркегор С. Наслаждение и долг. - Ростов-на-Дону: Феникс, 1998. - 414 с.
13. Малышев Ю.М. Русский космизм как проект // Научное наследие и развитие идей К.Э. Циолковского Материалы 54-х Научных чтений

памяти К.Э. Циолковского. Часть 2. - Калуга: Изд-во АКФ «Политоп», 2019. - С. 117-119.

14. Многомерный образ человека: Комплексное междисциплинарное исследование человека. – М.: Наука, 2001. - 327 с.

15. Морен Э. К пропасти? СПб.: Алетейя, 2001. – 136 с.

16. Назаретян А.П. Нелинейное будущее. Мегаистория, синергетика, культурная антропология и психология в глобальном прогнозировании. Монография. – М.: АРГАМАК-МЕДИА, 2014. – 512 с.

17. Пономаренко В. Незнаемое и известное в психике человека // Развитие личности. - 2012. - № 1. - С. 81-96.

18. Сидоренко Ю.И. «Космоцентризм» – философия будущего // Труды Костромской государственной сельскохозяйственной академии. – Кострома: 2018. - С. 92-105.

19. Фролов В.В. Культура и формирование космического сознания // 75 лет Пакту Рериха. Материалы Международной научно-обществ. конференции 2010 года. - М.: Мастер-Банк, 2011. - С. 180-196.

20. Циолковский К.Э. Воля Вселенной. Ум и страсти. Воля Вселенной. Неизвестные разумные силы. - М.: МИП «Память», Русско-Американский Университет, 1993.

21. Циолковский К.Э. Воля Вселенной. Космическая философия. – М.: Эксмо, 2015. – 450.

УДК 629.762.5

eLIBRARY.RU: 55.42.49

Александров С.В.
НЦИ «КосмоПоиск»

**АППАРАТЫ ДЛЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ
НЕБЕСНЫХ ТЕЛ В СВЕТЕ ИДЕЙ
К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО И Г. ОБЕРТА
DEVICES FOR MOVING ON THE SURFACE OF CELESTIAL
BODIES IN THE IDEAS OF K.E. TSIOLKOVSKY AND H. OBERTH**

Аннотация: Пионеры космонавтики обсуждали проблему перемещения по поверхности других небесных тел, которая рассматривалась ими как абсолютно непроходимая. Для преодоления ожидаемых препятствий К. Э. Циолковский и Г. Оберт выбрали схожий способ, но предложенные ими технические решения были абсолютно разными. Разница предложенных технических решений

обусловила различие их дальнейшего развития и возможности реализации.

Ключевые слова: лунная ракета, лунный автомобиль, прыжковый движитель, профильная проходимость.

Abstract: Among other issues, cosmonautics pioneers discussed the movement on the surface of other celestial bodies, which they considered absolutely impassable. To overcome the expected obstacles, K.E. Tsiolkovsky and H. Oberth chose a similar method, but their proposed technical solutions were completely different. The difference in the proposed technical solutions led to the difference in further development and the possibility of their implementation.

Keywords: lunar rocket, lunar car, jump mover, profile cross-country.

Пионеры космонавтики К.Э. Циолковский и Г. Оберт рассматривали широкий круг вопросов, включая возможность перемещения по поверхности других небесных тел, например, Луны. Судя по тому, какие средства они предложили для решения этой задачи, главной проблемой им обоим виделось обеспечение профильной проходимости, т.е. преодоления препятствий, размеры которых больше размеров рассматриваемого транспортного средства. Оба они предложили перелетать такие препятствия. Однако способы реализации этой идеи русский и немецкий мыслители предложили принципиально разные.

К.Э. Циолковский предложил использовать для перемещения по поверхности Луны специальную ракету с колесами для движения по относительно ровной местности. Большие же препятствия Циолковский предлагал перелетать, используя ракетные двигатели. Г. Оберт в своём проекте лунного автомобиля предложил для преодоления больших препятствий использовать прыжковый движитель с пневматическим приводом. По ровной же местности предполагалось перемещаться на гусеницах.

Оба варианта имеют как достоинства, так и недостатки, характерные для предложенных технических решений. Оба варианта получили некоторое развитие, как в художественных произведениях научно-фантастического жанра, так и в инженерных проектах космических аппаратов. Вместе с тем, реального воплощения обсуждаемые предложения не получили, но по разным причинам.

«Лунная ракета» Циолковского пока не реализована, главным образом, из-за общей не востребованности средств освоения других небесных тел. Зато каких-то принципиальных технических препятствий её созданию, даже при современном уровне развития

техники, нет. С другой стороны, до настоящего времени не создано работоспособных образцов прыжкового двигателя, что делает реализацию «лунного автомобиля» Оберта крайне сомнительной.

УДК 629.762.5 + 662.235
eLIBRARY.RU: 55.42.49

Дружинин Ю.О.

кандидат технических наук
Институт проблем управления
им. В.А. Трапезникова РАН

Емелин А.Ю.

кандидат исторических наук
Российский государственный архив
Военно-Морского Флота

Павлушенко М.И.

кандидат военных наук
Военная академия РВСН им. Петра Великого

**К.Э. ЦИОЛКОВСКИЙ И ЖЮЛЬ ВЕРН
ОБ УГРОЗЕ ПРИМЕНЕНИЯ РАКЕТНОГО ОРУЖИЯ
K.E. TSIOLKOVSKY AND JULES VERNE
ON THE THREAT OF THE USE OF MISSILE WEAPONS**

Аннотация: несмотря на то, что боевые ракеты были сняты с вооружения армий в 1880-х годы, отдельные изобретатели продолжали работать над развитием ракетного оружия. Жюль Верн в 1896 г. и К.Э. Циолковский в 1905 г. предсказали огромную разрушительную силу ракетного оружия и высказались против его применения.

Ключевые слова: твердотопливный ракетный двигатель, бризантные взрывчатые вещества.

Abstract: Despite the fact that military rockets were withdrawn from the armament of the army in the 1880s, individual inventors continued to work on the development of missile weapons. Jules Verne in 1896 and K.E. Tsiolkovsky in 1905 predicted the enormous destructive power of missile weapons and spoke out against its use.

Keywords: solid propellant rocket engine, blasting explosives.

В конце 1880-х годов боевые ракеты окончательно проиграли нарезной артиллерии и были сняты с вооружения европейских государств. Изобретение новых бризантных взрывчатых веществ

позволяло создать тонкостенные снаряды большой разрушительной силы. Однако из-за высокой детонационной чувствительности эти вещества долгое время нельзя было применить в ствольной артиллерии. Поэтому изобретатели стали искать альтернативные способы метания подобных снарядов. Были предложены разного рода электромагнитные и пневматические орудия, и, наконец, вновь обратились к твердотопливным (на дымном порохе) ракетам.

Хорошо известна гневная реакция К.Э. Циолковского в 1905 г. на сообщение об испытаниях боевых ракет в США [1]. Но и Жюль Верн девятью годами ранее в романе «Равнение на знамя» («Face au drapeau») («Флаг родины») (1896) предсказал огромную разрушительную силу ракетного оружия. В этом романе гениальный французский химик Тома Рок, охваченный безумной страстью к обогащению, создает для пиратов ракетную установку огромной разрушительной силы, но увидев на приближающемся к острову военному корабле флаг Франции, взрывает свое изобретение, уничтожая пиратскую базу.

В качестве прототипа главного героя (скорее, антигероя) Жюль Верн выбрал химика-органика Франсуа Эжена Тюрпена (François Eugène Turpin) (1848-1927), работавшего в области разработки взрывчатых веществ.

В 1887 г. Тюрпен обнаружил, что в сплавленном или сильно спрессованном состояниях тринитрофенол (пикриновая кислота) детонирует, и предложил его для снаряжения боеприпасов. Это дало начало широкому применению тринитрофенола в качестве мощного бризантного взрывчатого вещества. Тюрпен продал свое изобретение под названием мелинит французскому военному ведомству. В 1889 г. он попытался продать мелинит фирме Армстронг (Англия), чем вызвал недовольство французских военных, также вступивших в переговоры с этой фирмой. Тюрпена привлекли к суду за попытку продажи секретного изобретения. В результате судебного разбирательства Тюрпену по первому обвинению удалось оправдаться, но он был осужден и приговорен к тюремному заключению за разглашение в написанной им брошюре сведений, относящихся к национальной обороне. Выйдя в 1893 г. из тюрьмы, Тюрпен запатентовал реактивный снаряд, но это изобретение никого не заинтересовало.

Когда вышел роман «Равнение на знамя», Тюрпен усмотрел в нем оскорбительные для себя намеки и привлек к суду Жюля Верна и издателя книги Этцеля. (Иллюстратор Леон Бенэ (Бенетт) наделил одного из героев произведения, инженера Симона Харта, несомненным портретным сходством с Тюрпеном). Суд закончился

оправданием Жюль Верна за невозможностью доказать состав преступления, поскольку герой назван другим именем и его действия не имеют прямого или косвенного отношения к известным фактам из биографии Тюрпена.

В июле 1904 г. в Артиллерийский комитет поступило письмо из Парижа от комиссионера Ю.Г. Шретера, в котором предлагалось некое изобретение в области артиллерии. Так как из письма был неясен принцип изобретения, то Артиллерийский комитет обратился за разъяснениями к проживавшему в Париже своему члену-корреспонденту отставному генералу от артиллерии Николаю Павловичу Федорову (1835–1912). Тот встретился с изобретателем и выяснил, что Тюрпен предлагал русскому правительству показать свой способ приготовления боевых ракет и, независимо от того будет ли принят его способ или нет, получить за свои опыты 250000 франков. Он считал, что со времени выхода книги генерала Константинова «О боевых ракетах» приготовление ракет в России прекратилось или находится на уровне 40-летней давности. Только из беседы с Н.П. Федоровым он узнал о существовании Николаевского ракетного заведения, где ведутся обширные исследовательские работы. Предлагаемые Тюрпеном «обновленные» ракеты (*fusées renouées*), суть ракеты обыкновенного типа (с хвостом). Предложить же более совершенные – вращающиеся ракеты (*fusées gyroscopiques*) он не может, так как он связан контрактом с французским правительством [2]. По просьбе Н.П. Федорова военный агент России во Франции полковник Владимир Петрович Лазарев (1865–1916) обратился во Второе бюро Генерального штаба Франции за справками о работах Тюрпена. Там о них отозвались, как о не стоящих внимания. В августе 1904 г. все переговоры с изобретателем были прекращены.

По-видимому, последний раз Тюрпен безуспешно предлагал свои ракеты (воздушные торпеды) в 1915 г. [3].

Можно сделать следующие выводы:

1. Несмотря на снятие боевых ракет с вооружения в 1880-х годы работы по их совершенствованию проводились отдельными изобретателями.

2. К.Э. Циолковский и Жюль Верн первыми оценили потенциальную разрушительную силу ракетного оружия и выступили против его применения.

Литература

1. Архив РАН. Ф. 555. Оп. 3. Д. 102. Л. 1–2об.
2. Архив ВИМАИВиВС. Ф. 4. Оп. 39/4. Д. 417. Л. 97–98об.

3. Нива. – 1915. – № 11. – С. 18.

УДК 929

eLIBRARY.RU: 03.81.37

Желнина Т.Н.

Комиссия РАН по разработке
научного наследия К.Э. Циолковского

**МАКС ВАЛЬЕ: ИСТОРИЧЕСКИЕ ЗАСЛУГИ И
ПРИОРИТЕТЫ
(К 125-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ)
MAX VALIER: HISTORICAL ACHIEVEMENTS AND
PRIORITIES (TO THE 125TH ANNIVERSARY OF HIS BIRTH)**

Аннотация: Макс Валье оставил яркий след в истории космонавтики и ракетной техники Германии. Своей популяризаторской и пропагандистской деятельностью он как никто другой способствовал формированию массового общественного интереса к проблеме полета в космос и к ракете, как двигателю управляемых человеком транспортных средств, прежде всего самолетов и космических кораблей. Убеденный в том, что наиболее короткий путь в космос пройдет через авиацию, он создал опытный прототип авиационного ЖРД, который первым прошел публичные испытания в апреле 1930 года. После трагической гибели Валье его соратники и последователи, опираясь на его опыт и результаты работы, создали более совершенные двигатели, которые стали надежной экспериментальной основой в ходе осуществления ракетной программы германской Армии.

Ключевые слова: Валье, история космонавтики и ракетной техники, ракетный самолет, ЖРД.

Abstract: Max Valier left a bright mark in the history of space and rocket technology in Germany. With his popularization and propaganda activities, like no other, he contributed to the formation of mass public interest in the problem of space flight and in the rocket as the engine of human-controlled vehicles, primarily aircraft and spaceships. Convinced that the shortest way to space would be through aviation, he created a prototype of an aircraft rocket engine, which was the first to pass public tests in April 1930. After the tragic death of Valier, his colleagues and followers, relying on his experience and results of work, created more advanced engines, which became a reliable experimental basis for the implementation of the rocket program of the German Army.

Keywords: Max Valier, the history of astronautics and rocketry, jet aircraft, liquid propellant rocket engine.

К этой работе я приступала не без сомнений. С одной стороны, почтить память известного ракетчика и популяризатора идеи полета в космос - долг историка. С другой стороны, как уместить в текст, да еще короткий, все размышления и наблюдения, что накопились в моих бумагах за четверть века работы с материалами, зафиксировавшими многие события и многие мгновения жизни Максимилиана (Макса) Валье⁶. (Здесь необходимо высказать слова благодарности г-ну Карлхайнцу Рорвильду, предоставившему мне возможность работать с его собранием исторических документов - лучшему и наиболее полному из аналогичных частных собраний.) А главное - как передать мое восхищение человеком-легендой, без упоминания имени которого не обходится ни одна публикация, подробная ли, краткая ли, по истории германской ракетной техники и космонавтики. Но, видимо, пришло время вновь поделиться выводами о месте Валье в истории (моя первая работа на эту тему - доклад на конференции по истории космонавтики в Музее Германа Оберта [1]), тем более, что сделаны они на прочной документальной основе с учетом, естественно, всего опубликованного о нем. Сразу оговорюсь, что 98% публикаций - вторичная литература, переполненная заимствованиями из единственного пока серьезного биографического исследования, предпринятого Ильзей Эссерс в конце 1950-х - 1960-е годы [2] (начальным этапом этого исследования стало составление хроники жизни и деятельности Валье, в котором принял участие Вальтер Бёльц).

Биографические подробности здесь придется опустить, напомним только, что Валье прожил тридцать пять лет (09.02.1895-17.05.1930), шесть последние из которых вместили столько событий, что многим людям их хватило бы на целую жизнь.

В 1924 году Валье - человек незаурядных способностей, обладавший литературным даром, - был достаточно хорошо известен как астроном-любитель и автор многочисленных статей и нескольких книг по естественнонаучным и оккультно-метафизическим проблемам, из которых выделялась книга «Der Sterne Bahn und Wesen» (Орбиты и

⁶ Во второй половине 1920-х - первой половине 1930-х годов в советских публикациях встречались сразу три транскрипции имени Валье - «Валье», «Вальер», «Валир». Ни одна из них не соответствует тому произношению, которое предпочитал сам Max Valier и которое принято в немецком языке: «Фалир».

природа звезд) объемом пятьсот страниц. К тому времени он проучился в течение шестнадцати семестров в университетах Инсбрука, Вены и Мюнхена, но мечта получить высшее образование и защитить диссертацию по астрономии осталась неосуществленной. После революций и после первой мировой войны инфляция подорвала финансовое положение австрийцев и германцев. Кроме того, выбранная Валье тема диссертации не устраивала ученых-астрономов. Она была связана с, так называемым, «учением о мировом льде» (Welteislehre), которое в 1912 году опубликовал австрийский инженер Ганс Хёрбигер и которое считалось ошибочным в профессиональных научных кругах. Валье ничего не оставалось другого, как зарабатывать на пропитание (с 1919 года он вел семейную жизнь) литературным трудом и выступлениями с докладами о тайнах мироздания (в 1919-1924 годах их было им прочитано не менее четырехсот). Увлечение «космотехникой» (другое название «учения о мировом льде») и поддержка претензий его автора на создание универсальной теории происхождения мира негативно сказались на репутации Валье среди ученых, хотя он и считался талантливым писателем-популяризатором естественнонаучных знаний.

Чтобы переключиться с загадок космоса на пути проникновения за пределы Земли, требовался мощный импульс извне. Таким импульсом для Валье стала прочитанная им зимой 1923-1924 годов книга Германа Оберта «Die Rakete zu den Planetenräumen» (Ракета в межпланетные пространства). Она заполнила все его мысли, вытеснив прежние увлечения. Точнее, все знания, накопленные им ранее, были теперь сосредоточены на одной цели - осуществлении идеи ракетно-космического летательного аппарата. Дело оставалось за малым - внедрить эту идею в массовое сознание и найти состоятельных людей, готовых оплатить ее реализацию. Между Валье и Обертом, а также между Валье и издателем Вильгельмом Ольденбургом с января 1924 года завязалась оживленная переписка. Надо отметить, ситуация с распространением книги Оберта к тому времени сложилась не самым лучшим образом. С июля по декабрь 1923 года из полутора тысяч экземпляров было продано триста шестнадцать. Самым тревожным было отсутствие откликов, широкой дискуссии, свидетельствующее о том, что содержание книги не вызвало читательского интереса, не привлекло внимания ученого мира. Причем вовсе не потому, что специалисты нашли расчеты Оберта неправильными. Редкие критические отзывы в прессе как раз свидетельствовали об обратном. Главную причину игнорирования читательской аудиторией, - как широкой, так и специальной, - книги Оберта Ольденбург видел в том,

что сама идея использовать ракету в качестве космического корабля не нашла отклика в общественном сознании. Поэтому желание Валье написать научно-популярную книгу и изложить проблему полета в космос на ракете доступным для массового читателя языком было поддержано и Ольденбургом, и Обертом. Пока трое обсуждали намерение Валье пополнить литературу по космонавтике своей книгой, он успел опубликовать с мая 1924 года в известных журналах «Gartenlaube», «Schweizer Illustrierte» и в газетах «Münchener Neueste Nachrichten» и «Leipziger Illustrierte» несколько статей, которые сразу раскрыли его мощный потенциал популяризатора науки и техники. Статьи привлекли внимание читателей и - следовательно - редакторов периодических изданий. В июле 1924 года они уже ежедневно обращались к Валье с просьбами о новых материалах, так что он едва справлялся с их написанием. По его собственному признанию, за первое полугодие 1924 года его имя получило куда большую известность, чем за предшествовавшие годы. В июле же 1924 года был заключен договор между Ольденбургом и Валье на издание книги, и он принялся за работу параллельно с другим занятием, оторваться от которого не смог бы ни при каких обстоятельствах. Этим занятием было наблюдение Марса, приблизившегося поздним летом 1924 года к Земле на кратчайшее расстояние 57-62 млн км. Днем Валье писал свою первую книгу по космонавтике, а ночи проводил у телескопа в горной обсерватории на высоте 130 м в местечке Ландштуль в Пфальце. Картины марсианской поверхности, казавшиеся, благодаря телескопу, в четыре раза ближе, чем полная Луна, открывающаяся невооруженному глазу, будоражили воображение, подпитывая волю и желание приблизить и время, когда человек сможет ступить на эту планету. Валье считал, что эти наблюдения наложили отпечаток на содержание книги, написанной на одном дыхании за четыре недели и увидевшей свет в октябре 1924 года под длинным названием «Der Vorstoß in den Weltenraum. Eine wissenschaftlich gemeinverständliche Betrachtung» (Прорыв в космос. Возможен ли он технически? Научно-популярное изложение)

Эта книга стала первым в западной литературе научно-популярным произведением, в котором обсуждались основные проблемы космонавтики и их возможные решения, предложенные двумя ведущими в то время на Западе исследователями Робертом Годдардом и Германом Обертом. Валье описал условия, при которых возможно одолеть силу тяготения; раскрыл понятие космической скорости, необходимой для удаления от Земли, и рассмотрел средства, которые могли бы сообщить ее телу; остановился на сущности реактивного

принципа движения; охарактеризовал зависимости, лежащие в основе движения ракеты, используя понятия скорости истечения и конечной скорости ракеты, ее начальной и конечной массы; показал значение наибольшего соотношения масс (полной и сухой) и преимущества топлив, продукты горения которых выбрасываются с как можно большей скоростью, а также преимущество составной ракеты перед одиночной. Жидкостная ракета была представлена Валье как наиболее подходящее транспортное средство для полета за пределы Земли, но и на результаты экспериментов Годдарда по усовершенствованию твердотопливных ракет он тоже обратил внимание читателей, полагая использовать их для непилотируемых полетов. На страницах книги были подняты вопросы о способах подачи топлива в камеру сгорания и ее охлаждения; о перелетах с использованием силы тяготения; о терморегулировании космического аппарата за пределами Земли, пребывании человека в космическом полете, выходе космонавта в открытый космос с использованием скафандра и фала.

Но Валье не только популярно пересказал основное содержание работ Годдарда и Оберта. Он дополнил их своими оригинальными идеями, отведя им четвертую и пятую главы книги. Личный вклад Валье в разработку теоретических проблем космонавтики касался опорных пунктов, которые позволят человечеству перемещаться по Солнечной системе и за ее пределами. Как известно, первым «план космических достижений» изложил К. Э. Циолковский (он называл его еще «планом... эксплуатации солнечной энергии» и «планом освобождения, распространения по лицу вселенной») В 1895 году в научно-фантастическом сочинении «Грезы о Земле и небе и эффекты всемирного тяготения», в 1911-1912 годах во второй статье «Исследование мировых пространств реактивными приборами» и в 1918/1920 годах в научно-фантастической повести «Вне Земли» он рассказал, как представляет себе процесс распространения людей за пределами своей планеты, отведя в нем основную роль, во-первых, околоземным станциям, которые считал базами для расселения человечества в пределах внутренних планет Солнечной системы и Марса, и, во-вторых, станциям в поясе астероидов, видя в них стартовую площадку для проникновения в дальний космос. Любопытно, что, формулируя пункты этого плана (в дальнейшем он остался без изменений), Циолковский не считал нужным специально останавливаться на вопросе о месте Луны в преобразовательной космической деятельности землян. Хотя в малоизвестных заметках «Мечты», которые можно отнести ко второй половине 1902 года, он

писал не только об «ознакомительном» полете на Луну, но и о создании лунных и околулунных баз, оговорившись даже, что на поверхности естественного спутника Земли людям будет «легче основаться», чем в безопорном пространстве. Вообще мысль о высадке человека на поверхность Луны и идея создания ее искусственного спутника присутствовали в его рассуждениях как нечто само собой разумеющееся (см. «На Луне», 1893 и «Исследование мировых пространств реактивными приборами», 1911-1912).

Оберт в книгах «Die Rakete zu den Planetenräumen», «Wege zur Raumschiffahrt» (Пути к осуществлению космических полетов, 1929) и «Menschen im Weltraum» (Люди в космосе, 1954) фактически повторил основную мысль Циолковского о том, что первым шагом, способствующим укреплению землян на космических позициях, должно стать строительство обитаемых околуземных станций, добавив к этим сооружениям и обслуживаемые «космические зеркала» - гигантские (диаметром 100 км) концентраторы солнечной энергии.

Валье, в отличие от Циолковского и Оберта, впервые в литературе предложил сосредоточиться не на создании околуземной станции, а на освоении и использовании Луны в качестве базы космической деятельности землян [3, S. 78, 86.]. Иначе говоря, путь в дальний космос, к другим планетам и звездным мирам (а именно они манили его), для Валье пролегал не через искусственные спутники Земли, а через ее ближайшее небесное тело. Ранее приоритет в публичном обосновании этой идеи признавался за Вальтером Гоманом. Раскрывая тезис - Луна – трамплин для межпланетных перелетов, Валье разработал план ее освоения, который включал шаги: достижение Луны беспилотным аппаратом («попадание в Луну»); облет, фотографирование Луны беспилотным аппаратом с возвращением на Землю; полет и посадка человека на поверхность Луны; создание оснащенных солнечными электростанциями лунных баз, назначение которых - промышленная деятельность на Луне по добыче полезных ископаемых и их переработке в топливо; строительство околулунных станций-портов для гигантских межпланетных кораблей, на которые с Земли доставляются пилоты и системы жизнеобеспечения, а с Луны топливо [3, S. 78-88] Этот план не только наполнил конкретным содержанием высказанную Циолковским вскользь в 1902 году и оставшуюся неопубликованной идею о лунных и околулунных станциях. Имея в виду широкомасштабную эксплуатацию лунных и околулунных баз с целью осуществления межпланетных перелетов, Валье проявил ясное понимание необходимости различать модификации космических транспортных средств в соответствии с их

назначением. Сама мысль об использовании в процессе космической деятельности транспортных средств разного назначения не была в 1924 году новой. Циолковский описал шестью годами раньше в научно-фантастической повести «Вне Земли» спуск людей на Луну в специальном аппарате, снабженном ракетным двигателем. В космическом транспортном парке Оберта предполагались тяжелые ракеты для строительства околоземных станций и «космических зеркал»; малые ракеты для их посещения; межпланетные корабли, создаваемые и заправляемые топливом на околоземных орбитах – они должны были включать гигантский топливный бак и отделяемый от него перед спуском на небесные тела обитаемый отсек. Валье углубил эти представления, предложив пять типов космических летательных аппаратов: 1. для полета с Земли к другому небесному телу с промежуточной заправкой и обслуживанием на окололунной станции; 2. для сообщения между Землей и околоземными «наблюдательными» станциями; 3. для доставки с Земли в окололунные порты участников межпланетных экспедиций и всего необходимого для их жизни и работы в полете; 4. для доставки туда же с Луны топлива для межпланетных кораблей; 5. для посадки людей на Землю, Луну и на другие небесные тела. Наряду с развитием лунной промышленности Валье предполагал использовать естественный спутник Земли также как площадку для астрономических обсерваторий и пунктов космической метеослужбы [3, S. 91.] И эти идеи были высказаны им в литературе впервые.

Поставив пункт об освоении Луны в начало своей программы космической деятельности человечества, Валье вовсе не сбросил со счетов запуск искусственных спутников Земли. Напротив, он писал о необходимости создания «искусственной Луны», причем не где-нибудь в околоземном пространстве, а на геостационарной орбите [3, S. 91]. Таким образом, идея геостационарного ИСЗ была высказана им в западной литературе впервые, независимо от Циолковского, упомянувшего геосинхронную орбиту в научно-фантастической повести «Вне Земли», которая публиковалась в 1918/1920 годах.

И еще один приоритет принадлежит «на равных» Циолковскому и Валье - оба они явились родоначальниками термина «космический корабль» (нем. «Raumschiff»). Правда, написанная Циолковским в 1924 году статья «Космический корабль» при жизни ученого не была опубликована, и термин обрел в нашей стране «вторую жизнь» лишь с началом пилотируемой космонавтики. Многократно употребленное в книге Валье слово «Raumschiff» сразу же вошло в немецкоязычную литературу. И еще одна деталь: описывая состояние невесомости, и

Циолковский, и Валье прибегали к одному и тому же образу и сравнивали людей в космическом корабле с парящими ангелами.

Примечательно, что при всей сосредоточенности Валье на обширной проблематике космических полетов, при всей его увлеченности перспективами будущих межпланетных экспедиций ему удалось сохранить серьезный, деловой тон рассуждений и лейтмотивом его книги стала мысль о том, что техническая осуществимость полета в космос на ракете и наличие технических предпосылок для строительства летательных аппаратов, способных преодолеть силу земного тяготения, безупречно доказаны теоретически двумя серьезными учеными Годдардом и Обертом, причем они сделали это независимо друг от друга, и что пришло время начать практическую работу по претворению в жизнь их предложений. «Без сомнения: момент настал, час пробил, когда можно с надеждой на успех приступить к подготовке к прорыву в космос», - писал он [3, S. 7]. Больше того, в книге четко просматривается установка на скрупулезную экспериментально-конструкторскую деятельность по воплощению результатов теоретических исследований в конкретных образцах ракетной техники и формулируется актуальная задача начального этапа исследований – создание работоспособного двигателя на жидком топливе [3, S. 65]. Создается впечатление, что войдя в первой половине 1924 года в новую для него область научного и технического знания, Валье не знал ученичества, за которым следует, так называемая, зрелость. Он сразу настолько глубоко погрузился в проблемы космонавтики и писал о них с таким пониманием дела, словно годами вынашивал мысли о полете в космос, а не прочитал о его возможности всего несколько месяцев назад. Конечно, нужно учитывать, что перед сдачей рукописи книги Валье в печать, ее просматривал Оберт, внося свои поправки и уточнения. Но они явно касались деталей его собственных проектов и не затрагивали содержания в целом. Неоспоримым достоинством книги Валье является наличие в ней многих иллюстраций (кстати, они были выполнены самим автором), которые придали его рассуждениям очевидную наглядность.

Едва покинув стены типографии, книга стала бестселлером. Первый тираж в тысячу экземпляров разошелся недели за две-три. В ноябре-декабре 1924 года Ольденбург выпустил еще три тиража по тысяче экземпляров каждый, которые так же быстро нашли своих читателей. В январе 1925 года Ольденбург настоял на новом издании тиражом в три тысячи экземпляров, от которых в ноябре того же года нереализованными остались только двести. В апреле 1926 года и они

были проданы⁷. И это при том, что к весне 1926 года на германском книжном рынке в обороте уже находились второе издание книги Оберта и книга Вальтера Гомана «Die Erreichbarkeit der Himmelskörper. Untersuchungen über das Raumfahrtproblem» (Достижимость небесных тел. Исследования проблемы космонавтики): на их издание Ольденбург решился только благодаря успеху книги Валье и на вызванной ей мощной волне общественного интереса к космонавтике. Второе издание книги Валье по содержанию мало чем отличалось от первого. Из-за недостатка времени Валье добавил лишь в последнюю часть двенадцать страниц нового текста, остановившись более подробно на задачах и перспективах космических полетов, и заменил все свои рисунки иллюстрациями, выполненными профессиональным художником.

С точки зрения пропаганды космонавтики и ракеты как ее транспортного средства тогда большего еще и не требовалось. Тем более, что Валье по-прежнему публиковал много статей и заметок на эту тему в прессе, а с декабря 1924 года начал выступать и с докладами, счет которых быстро пошел на сотни, как, впрочем, и количество собиравшихся на них слушателей. Что не удивительно. По свидетельству очевидцев Валье был не только талантливым писателем, но и ярким оратором, способным в течение полутора-двух часов удерживать внимание многочисленной аудитории, доходчиво и убедительно рассказывая о прошлом, настоящем и будущем ракетно-космической науки и техники.

Значение пропагандистской деятельности Валье трудно переоценить. Как и трудно себе представить, что одному человеку удалось сдвинуть огромную махину - заинтересовать космонавтикой общественность целой страны. Но факт остается фактом. Если бы не Валье, неизвестно как долго находились бы в забвении труды германских теоретиков космонавтики Оберта и Гомана. Кстати, Ольденбург без колебаний признавал историческую заслугу Валье в стремительном росте в Германии числа сторонников идеи космического полета. Как и в возникновении интереса широких общественных кругов к книге Оберта.

Распространение в Германии идеи полета в космос на ракете прошло несколько этапов. И на каждом из тех, что пришлось на 1924-

⁷ В 1926 году книгу Валье по достоинству оценили и советские читатели. Она была издана в СССР (правда, не в очень хорошем переводе) тиражом 3000 экземпляров (Валье М. Полет в межпланетное пространство. - Л.: 1926).

1930 годы, Валье сыграл решающую роль. В 1924-1925 годах задача состояла в том, чтобы вызвать общественный интерес к космонавтике. Весной 1926 года она значительно усложнилась - этот интерес предстояло удержать. Причина его падения заключалась в том, что публика устала ждать намеченных шагов по претворению теории в жизнь. Годдард так и не запустил ракету на Луну. Оберт не представил экспериментальных доказательств правильности своих расчетов и конструкций, поскольку не нашлось никого, несмотря на все старания Валье, кто захотел бы финансировать его опыты. Как он ни старался красочно и убедительно расписывать возможности спроектированных Обертом высотных ракет для изучения верхних слоев атмосферы и доставки почты на сверхдальние расстояния (в том числе с континента на континент), желающих оплатить их строительство не было. И тогда осенью 1926 года Валье решил применить иную тактику воздействия на общественное мнение с целью увлечь своих современников перспективами ракетной техники. Он использовал интерес публики к бурно развивавшейся авиации, представив ракетный двигатель как средство, позволяющее совершить качественный скачок в эволюции авиационной техники и создать сверхбыстрые самолеты, которым будут подвластны любые высоты и расстояния, а за ними и космические корабли. Программа практических работ, которые должны были привести к космической ракете не через ряд постепенно увеличивавшихся в размерах высотных ракет, на чем настаивал Оберт, а как результат поэтапного внедрения ракетного двигателя в авиацию, была готова у Валье уже в 1924 году. В июле 1924 он поделился ею с Обертом, который - ожидаемо - не стал ее поддерживать.

Теперь Валье понял, что пришло время сделать эту программу достоянием общественности и опубликовал ее 01.12.1926 в статье «Vom Flugzeug zum Raumschiff» (От самолета к космическому кораблю) [4], которая дала старт новой пропагандистской кампании. То, что я называю программой, в литературе принято обозначать как «план Валье», однако это была именно программа действий, состоявшая из двух частей, каждая из которых должна была реализовываться по отдельным планам. Одна из них предусматривала порядок преобразования самолета с двигателем внутреннего сгорания в последовательный ряд ракетных самолетов, который должен был увенчаться космическим кораблем. Здесь важно отметить, что взгляды Валье на конструкцию ракетного самолета в течение нескольких лет претерпели очевидные изменения. Поначалу он явно склонялся к тому, что ракетный самолет есть просто симбиоз самолета и ракеты. Соответственно он считал возможным устанавливать РД на уже

существующие самолеты Хуго Юнкера и постигать особенности ракетного полета, сохраняя для страховки винтомоторную группу. В дальнейшем предполагалось обходиться только РД, постепенно увеличивая их число на борту самолета. В 1928 году представления Валье о ракетном самолете претерпели кардинальные изменения: он пришел к выводу, что такой самолет есть не самолет с ракетой, а ракета с крыльями, движущаяся по особым, только ей присущим законам [5, S. 241] До сих пор эта эволюция взглядов Валье на природу самолета с ракетным двигателем в литературе не рассматривалась, а между тем она имеет принципиальное значение для правильного понимания высказывавшихся им идей и предложений в области ракетной авиации.

В представлении Валье ракетный самолет с одной стороны, должен был служить исходной конструкцией для создания космической ракеты, с другой – ему предстояло стать надежным сверхскоростным транспортом для межконтинентальных сообщений. С декабря 1926 года он неустанно убеждал германскую общественность в необходимости строить ракетные самолеты, которые позволят преодолеть зависимость от плотности атмосферы и летать на любых высотах со сверхскоростями.

В статье, опубликованной 08.01.1927 в газете *Illustrierte Zeitung* (Leipzig, Nr. 4272), он привел расчеты, которые должны были раскрыть преимущества межконтинентальных перелетов на ракетных самолетах. Каждый новый авиационный рекорд Валье использовал как повод, чтобы напомнить: все эти успехи померкнут по сравнению с теми достижениями, которые обещают ракетные самолеты. Так, не успел Чарльз Линдберг 20-21.05.1927 перелететь на самолете через Атлантический океан, как Валье опубликовал статью, в которой настаивал на необходимости осваивать высоты между 10000 м и 12000 м, с тем, чтобы летать «над погодой» и сделать полеты через океаны безопасными [6]. В этом контексте не оставалось места для сомнений в актуальности создания ракетного двигателя и внедрения его в авиацию.

Другая часть программы практических работ, намеченных Валье в качестве альтернативы плана Оберта, касалась создания жидкостного ракетного двигателя. Путь к нему, обозначенный Валье, не был прямым. Он предполагал сначала заняться изучением технических характеристик известных пороховых ракет и испытанием их в качестве двигателей на моделях, затем на наземных транспортных средствах и на специально построенных самолетах. Только после этого он собирался обрабатывать ЖРД, неустанно улучшая его технические

параметры с тем, чтобы сделать возможными полеты до границ земной атмосферы. За этот «обходной маневр» Валье позднее неустанно и резко критиковали многие его современники, порицая бесполезную, с их точки зрения, трату времени и средств на демонстрацию ракетных автомобилей, дрезин, саней и планеров. Нередко Валье бросался упрек в тягу к саморекламе и к «театральщине». Наверное, этот упрек не был таким уж безосновательным, но все же нельзя не признать, что у Валье в его ситуации просто не было другого выхода. Реклама, общественное внимание были на этом этапе развития ракетной техники не менее важны, чем лабораторная работа. Кроме того, известная логика идее идти к жидкостной ракете, отталкиваясь от ракеты пороховой все-таки была присуща. Этим путем шли Годдард, Винклер, Зандер.

Понятно, что новая позиция Валье не могла не привести к разрыву с Обертом. С 1927 года он - самостоятельная величина и, по словам Йоханнеса Винклера, «единственный борец за идею космонавтики». Его известность уже не знала границ. А имя не сходило со страниц прессы. Это было время, когда интерес широких кругов к космонавтике достиг «критической массы» и выплеснулся эмоционально в восторге, в ожиданиях, в надеждах. По предложению Валье германские энтузиасты космонавтики наконец объединились в «Verein für Raumschiffahrt» (Союз космоплавания) с собственным журналом «Die Rakete» (Ракета). Имя Валье открыло общий список членов «Союза». На обложке июльского номера журнала рисунок камеры сгорания ЖРД, выполненный братьями Гансом и Бото фон Рёмер по идее Валье. Сообщение о создании «Союза космоплавания» начиналось с напоминания того, что это произошло по инициативе Валье, из-за занятости уступившего место председателя Винклеру. В течение трех лет существования журнала «Die Rakete» на его страницах регулярно публиковались статьи Валье, а также сообщения о его докладах и практических работах. О популярности Валье говорит то обстоятельство, что за привлечение в «Союз» новых членов назначались премии в виде его материалов с автографом: за трех новых членов полагался его портрет, за пять – отдельный оттиск научно-фантастического рассказа «Auf kühner Fahrt zum Mars» (Полет отважных к Марсу), за десять – книга «Der Vorstoß in den Weltenraum».

К лету 1927 года тридцатидвухлетний Валье находился в зените славы. Он - признанный авторитет, «одна из ведущих личностей в области космонавтики, известный борец за идею полета в космос» [7]. У него огромный круг общения, в том числе с советскими энтузиастами космонавтики. Валье переписывался с Н. А. Рыниным и Я. И. Перельманом, был участником «Первой Мировой выставки

моделей межпланетных аппаратов и механизмов» в Москве (апрель-июнь 1927 года).

С конца 1927 года до конца 1929 года Валье работал над осуществлением первых пунктов своего плана, которые приближали его к заветной цели - строительство жидкостного ракетного двигателя. Работал в сотрудничестве с Фрицем фон Опелем и фирмой J. F. Eisfeld, Pulver- und Pyrotechnische Fabriken (Й. Ф. Айсфельд, Пороховая и пиротехническая фабрики), выразившими готовность оплатить его эксперименты, работал один. Эти два года вошли в историю Германии как пора «ракетной лихорадки» - настолько увлеклось ее население устраивавшимися Валье и его последователями заездами автомобилей, дрезин, саней и полетами планеров и самолетов, двигателями которых были пороховые ракеты. Имя Валье буквально гремело в сообщениях о многих десятках экспериментов с многочисленными образцами ракетных транспортных средств. Можно присоединиться к критикам Валье, указывавшим на никчемность этих «забав», а можно сделать вывод о том, что лучшую «агитацию» за ракету как двигатель наземного транспорта и летательных аппаратов трудно представить. Огромное количество людей осознало, что человек может перемещаться в пространстве посредством ракет. И в этом была еще одна историческая заслуга Валье.

При всей невероятной занятости в эти годы Валье не мог не написать еще одну книгу. На этот раз он писал ее около двух лет. Писал и переписывал, потому что «перо» не поспевало за стремительными изменениями, которые происходили в действительности. В сентябре 1928 года рукопись книги под названием «Raketenfahrt» (Движение под действием ракеты) и подзаголовком «5. Auflage von "Der Vorstoß in den Weltenraum"» (5-е издание «Прорыва в космос») была сдана в печать, в октябре того же года она уже пришла к читателям [5], а в начале 1930 года вышло второе издание с тем же заголовком и подзаголовком «2. Auflage zugleich 6. Auflage von "Vorstoß in den Weltenraum"» (2-е издание и одновременно 6-е издание «Прорыва в космос»).

Эта последняя книга Валье заметно выделяется из современного ей потока литературы по космонавтике. Она отразила состояние идеи полета в космос на ракете, сложившееся к концу 1920-х годов, и в этом смысле в свое время не имела аналогов. Книга содержала замечательный исторический очерк, теоретическую часть, в которой рассматривались основные понятия космонавтики и ракетной техники, и практическую, в которой Валье подробно и скрупулезно рассказал об экспериментальной деятельности ракетчиков и энтузиастов ракеты.

Конечно, в его рассказе есть пробелы (как и неточности), обусловленные недостатком информации, в частности, о работах, проводившихся за пределами Германии. Но до сих пор эта книга остается важным источником по истории космонавтики. И она была почти сразу переведена на русский язык (в 1936 году) [8], но, к сожалению, с неточностями, пропусками и редакторскими вставками, существенно искажившими авторский текст.

Хотя вторая книга Валье по космонавтике и уникальна сплавом исторических знаний и сведений о развитии теории и практических работ, основной ее «нерв» - одержимость автора идеей ракетного самолета. Валье утверждал со всей убежденностью: придет время, и крылатая ракета превзойдет самолет с воздушным винтом по скорости, дальности полета и экономичности. Тогда в эти слова никто не верил. Сегодня наша жизнь немыслима без реактивной авиации. До какой степени надо понимать логику развития техники, чтобы во второй половине 1920-х годов описать матрицу - то есть события и 2010-х годов.

В январе 1930 года сбылось заветное желание Валье - он получил наконец возможность строить опытный ракетный мотор на жидком топливе. Предполагалось, что эта работа завершится созданием ЖРД для самолета, на котором Валье собирался лететь через Ла-Манш. Она велась на территории фирмы A.G. für Industriegasverwertung (Акционерное общество по промышленному использованию газа) в Берлине (Gradestraße 107 Berlin Britz), принадлежавшей Паулю Хайландту, согласившемуся финансировать очередное начинание Валье. Кроме оплаты расходов (в итоге эта сумма составила 24403 марки и 6 пфеннигов) Хайланд выделил в помощь Валье помощников-инженеров - Вальтера Риделя и чуть позднее Артура Рудольфа.

Валье был, конечно, не первый, кто экспериментировал с ЖРД. В США небывалых по тем временам успехов в этой области добился Годдард, в СССР Ф. А. Цандер закончил теоретические расчеты ОР 1 и собирался приступать к его отработке; Б. С. Петропавловский и В. П. Глушко, осмысливая поступающую от А. Б. Шершевского информацию об экспериментах Оберта, готовились к собственным практическим работам. В Германии сразу несколько исследователей предпринимали практические шаги: Винклер набирался ракетного опыта на фирме Юнкерса, где участвовал в разработке твердотопливных ракетных ускорителей для старта тяжелых самолетов; Оберт уже имел на своем счету несколько построенных и испытанных опытных ракетных камер сгорания на бензине и кислороде; Фридрих Зандер также уже построил и испытал опытный

авиационный ЖРД на бензоле и азотной кислоте. Но и на этом фоне Валье удалось не затеряться со своими результатами и войти в историю как первый ракетостроитель, создавший опытный ЖРД на этиловом спирте и кислороде и продемонстрировавший его успешную работу во время публичного показа. Это произошло 19.04.1930 за двадцать девять дней до трагической гибели Валье от последствий взрыва во время очередного эксперимента.

Практический опыт, накопленный Валье за четыре с половиной месяца, позволил позднее группе Хайландта сразу перейти к созданию усовершенствованных ЖРД, конструкция которых отличалась такими особенностями, как регенеративное охлаждение, надежная система подачи топлива, автоматизация процесса испытаний, использование легких металлов в качестве строительных материалов. Войдя в ракетную технику как группа любителей с Валье в качестве мотиватора, генератора идей и основного экспериментатора, коллектив, возглавленный Хайландтом, очень быстро превратился в профессиональную организацию ракетостроителей, выделявшуюся высоким научно-техническим уровнем и системностью работ, результаты которых стали исходным пунктом в развитии, так называемого, «Проекта А» (баллистические ракеты дальнего действия на жидком топливе), реализованного Управлением вооружений (Heereswaffenamt) германской армии. До 1934 года, как никакая другая частная группа ракетчиков, команда Хайландта оказала заметное влияние на опытное исследование основ жидкостного ракетного двигателестроения, но следует помнить, что отталкивалась она от результатов работы Валье.

Макс Валье принадлежит к числу пионеров космонавтики и ракетной техники, оставивших наиболее заметный след в их истории второй половины 1920-х - начала 1930-х годов, - как страстный и неутомимый пропагандист идеи ракетно-космического полета, как организатор, вдохновитель и участник практических работ в области ракетостроения.

Литература

1. Jelnina Tanja. Die Arbeiten von Max Valier auf dem Gebiete der Raumfahrt- und Raketentechnik // 9. Tag der Raumfahrt-Geschichte. Tagungsband. Fachbereich S 7.2 "Geschichte der Raumfahrt". 25. Juni 2005. - Eigenverlag Hermann-Obert-Raumfahrt-Museum Feucht, 2005. - S. 1-75.

2. *Essers Ilse*. Max Valier. Ein Vorkämpfer der Weltraumfahrt, 1895-1930. - Technikgeschichte in Einzeldarstellungen. - Nr. 5. - VDI-Verlag, Düsseldorf 1968.
3. Valier Max. Der Vorstoß in den Weltenraum Eine technische Möglichkeit? Eine wissenschaftlich gemeinverständliche Betrachtung. - Verlag R. Oldenbourg: München und Berlin 1924. - 94 S.
4. Valier Max. Vom Flugzeug zum Weltraumschiff // Münchner Illustrierte Presse. 01.12.1926. Nr. 49. S. 1169-1170.
5. *Valier Max*. Raketenfahrt. 5. Auflage von "Der Vorstoß in den Weltenraum". - Verlag R. Oldenbourg: München und Berlin 1928. -
6. *Valier Max*. Über die Ozeanflüge // Die Rakete. - 15.10.1927. - S. 136-138.
7. Die Rakete. 15.10.1927. S. 139.
8. Валье М. Полет в мировое пространство как техническая возможность. - М.-Л.: 1936.

УДК 93/94

eLIBRARY.RU: 06.73.21

Киличенков А.А.

доктор исторических наук,
профессор кафедры истории России
новейшего времени
РГГУ

**КОНСТРУИРУЯ БУДУЩЕЕ. ПРОЕКТЫ И ПРОЖЕКТЫ
ТАНКОВЫХ ВООРУЖЕНИЙ КРАСНОЙ АРМИИ
В 1930-Е ГОДЫ
CONSTRUCTING THE FUTURE. PROJECTS AND CHIMERAS
OF TANK FORCES OF THE RED ARMY
IN THE 1930S.**

Аннотация: В 1930-е годы в рамках создания современных танковых вооружений Красной армии разрабатывалось множество проектов, намного опередивших свое время. Часть из них была реализована, и армия получила образцы плавающих и радиоуправляемых танков, но намного больше проектов осталось на бумаге. История разработки этих боевых машин в полной мере отражает уровень развития научно-технической мысли СССР 1930-х годов.

Ключевые слова: Советский Союз, Красная армия, бронетанковые войска, научно-технические проекты, РНИИ, ракетные снаряды.

Abstract: In the 1930s as a part of the creation of modern armored forces of the Red Army, many projects were developed that were far ahead of their time. Some of them were implemented, and the army received samples of amphibious and radio-controlled tanks, but many more projects remained on paper. The history of the development of these combat vehicles fully reflects the level of development of the scientific and technical thought of the USSR in the 1930s.

Keywords: Soviet Union, Red Army, armored forces, the creation of new weapons, scientific and technical projects.

Период 1930-х годов в истории советских танковых войск, как и Красной армии в целом, являет собой картину совершенно невероятных достижений и поразительных технических экспериментов. Успехи первой пятилетки в создании новых вооружений привели к невиданному ранее взлету конструкторской, изобретательской мысли. В некотором отношении бронетанковые войска превратились в площадку разработок и реализации самых фантастических проектов вооружений, которые тогда представлялись вполне реалистичными. Итоги новейших разработок последнего года первой пятилетки были представлены в докладе начальника Управления военных изобретений Г.П. Новикова, направленном 29 ноября 1932 года замнаркома по военным и морским делам М.Н. Тухачевскому. Среди них значились плавающие разведывательные танки, устройства для подводного хождения танков, танк-мостоукладчик, танк с минным тралом, радиоуправляемые, огнеметные и химические танки [1, л. 116-118]. Все упомянутые разработки были доведены до опытных образцов и даже малых серий.

Но планы на следующий год уже явно напоминали прожектерство. В январе 1933 года М.Н. Тухачевский сообщил наркому К.Е. Ворошилову о планах изобретательства на новый год, где были поставлены задачи на разработку проектов, которые и в наши дни выглядят совершенно фантастическими. Так, планировалось построить и испытать «прыгающий танк и танк «Вертолет» системы Камова», «водный танк, плавающий под водой и переходящий водные преграды по дну», «сконструировать особый телетанк <радиоуправляемый танк – А. К.> ...для разведки минных полей, противотанковых рвов, ловушек, орудий противотанковой обороны и уничтожения электропрепятствий», «разработать телемеханические устройства для

танков с огнеметами, приборами зажигания, заражения отравляющими веществами, дымопуска и дегазации» [1, л. 189-195].

Но даже на этом завораживающем фоне выделялся проект «летающего танка для целей авиадесантных операций на принципе спаривания танка с самолетом на время полета, взлета и посадки с неподготовленной местности» [1, л. 195]. Проект подобного танка («азротанк») американского конструктора Дж. Кристи был закуплен в 1933 году с одобрения Сталина, но испытаний он не выдержал [2, с. 969]. Однако идея «летающего танка» не оставляла советских изобретателей. Тогда же, в 1933 году с участием инженеров ЦАГИ были разработаны три собственных проекта летающих танков, включая «танк-вертолет (автожир) Камова». По одному из них успели изготовить деревянный макет. В 1937 году была предпринята новая попытка создания летающего танка, а также танка на воздушной подушке («земноводный подлетающий танк»). Но и на этот раз все ограничилось созданием деревянных макетов [3, с. 112-113].

Более успешными оказались работы по строительству ракетных танков. Все в том же 1933 году в Военной академии механизации и моторизации военный инженер Тверской подготовил проект, по которому был построен опытный образец танка БТ-5, вооруженного двумя «танковыми торпедами» (ТТ), представлявшими собой 250-кг реактивные снаряды. Ракето-торпеды, по замыслу разработчика, предназначались для разрушения дотов и уничтожения тяжелых танков противника. В 1934-1935 годах в Реактивном научно-исследовательском институте был создан опытный образец ракетного танка по проекту В.И. Александрова. На этот раз БТ-5 получил в качестве вооружения 132-мм реактивные снаряды (РС). Проведенные испытания доказали возможность успешной стрельбы ракетами в разных режимах [3, л. 100-101].

Несмотря на масштабность этих разработок и значительные успехи в создании опытных образцов итоговые результаты оказались весьма скромными. Самым заметным из них стало создание радиоуправляемых танков и попытки их применения в ходе советско-финляндской войны 1939-1940 годов.

Литература

1. Российский государственный военный архив. Ф. 33988. Оп. 3а. Д. 230.
2. Киличенков А.А. Сталин и развитие танковых вооружений Красной армии в 1930-е – начале 1940-х гг. // Вестник РУДН. – 2019. – Т. 18. – № 4. – С. 962–984.

3. Желтов И.Г., Павлов И.В., Павлов М.В., Солянкин А.Г. Отечественные бронированные машины: XX век. В 4 т. - Т. 1. – М., 2002. – 344 с.

УДК 93/94

eLIBRARY.RU: 03.00.00

Ситдиков А.М.

Бакалавр кафедры истории России
РУДН

**СОВЕТСКАЯ И НЕМЕЦКАЯ РЕАКТИВНАЯ АРТИЛЛЕРИЯ
ВТОРОЙ МИРОВОЙ ВОЙНЫ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ
SOVIET AND GERMAN JET ARTILLERY OF THE SECOND
WORLD WAR: THE COMPARATIVE ANALYSIS**

Аннотация: В докладе исследуются советские и немецкие реактивные артиллерийские установки периода Второй мировой войны «Боевые машины» (БМ) и «Nebelwerfer». Проводится сравнительный анализ тактико-технических характеристик (ТТХ) и баллистических данных наиболее распространенных установок. Исследуется опыт использования установок в боевых условиях. По итогам работы автором делается вывод о примерно равных показателях установок.

Ключевые слова: советская реактивная артиллерия, немецкая реактивная артиллерия, Вторая мировая война.

Abstract: The article examines Soviet and German rocket artillery installations during the Second world war. The history of «BM» and «Nebelwerfer» development is briefly examined. A comparative analysis of the tactical and technical characteristics of the most common installations from both sides is carried out. The experience of using installations in combat conditions is studied. Based on the results of the work, the author concludes that the installation indicators are approximately equal.

Keywords: Soviet rocket artillery, the German rocket artillery, the Second world war.

В годы Второй мировой войны реактивная артиллерия получила большое распространение в войсках и успешно применялась на полях сражений всеми сторонами конфликта. В контексте данного исследования наибольший интерес для нас представляют реактивные системы Красной Армии и Вермахта. Попытаемся проанализировать

наиболее распространенные в войсках орудия обеих сторон и определить, в чем были их основные преимущества и недостатки.

Советские реактивные установки. История советской реактивной артиллерии началась в 1939 году с принятия на вооружение Красной Армии 132-мм осколочно-фугасного снаряда М-13 [1, с. 79]. Первоначально планировалось создать легкую однозарядную пусковую установку, а транспортную часть использовать лишь для доставки пусковых установок на позиции. Однако такой вариант, во-первых, не позволял обеспечить достаточную кучность ведения огня, а, во-вторых, занимал слишком много времени, что не соответствовало советской военной доктрине «глубокой операции», которая предполагала быстрые и маневренные действия войск на поле боя. Таким условиям вполне удовлетворяли самоходные установки. В НИИ-3 задание на разработку такой установки было выдано в июне 1938 года. Предпочтение было отдано проекту механизированной установки В.Н. Галковского МУ-2 на базе шасси автомобиля ЗИС-6. Установка имела 16 продольных оси направляющих. Каждые две направляющие соединялись вместе, образуя «спарку». В боевое положение установка приводилась с помощью двух домкратов, расположенных вблизи центра тяжести машины. Заряжание производилось с казенной части [1, с. 82]. В декабре 1939 года НИИ-3 получил заказ на шесть установок, но из-за производственных трудностей первую партию удалось изготовить только к осени 1940 года. 21 июня 1941 года установка была продемонстрирована советскому руководству, и в тот же день было принято решение о срочном развертывании ее серийного производства под названием БМ-13 и снарядов М-13 [2, с. 79].

Впервые БМ-13 были применены 14 июля 1941 года под Оршей. Перед батареей из семи машин была поставлена задача уничтожить железнодорожный узел с располагавшейся на нем техникой и эшелонами противника. Задача была успешно выполнена [1, с. 87].

В ходе войны реактивные установки этого типа также устанавливались на разнообразные шасси: грузовики «Форд», ГМС, «Студебеккер», тракторы СТЗ-НАТИ, мотоциклы, аэросани, катера. Вызвано это было двумя причинами: во-первых, не всегда удовлетворительной проходимостью ЗИС-6; во-вторых, дефицитом транспортной техники в Советской армии. За 5 лет войны из 3374 использованных под боевые машины шасси на ЗИС-6 приходится 372 (11%), на «Студебеккер» — 1845 (54,7%), на остальные 17 типов шасси (кроме «Виллиса» с горными ПУ) — 1157 (34,3%) [3].

Советские реактивные установки со снарядами М–13 получили большое распространение в войсках и имели массу модификаций. Использовали переносные установки, установки на лафетах и т. д. При этом наиболее массовым типом была БМ–13.

В ходе войны конструкторы продолжали модифицировать и снаряды. Так, в 1942 году на вооружение был принят 132-мм снаряд М–20. Более его удачный вариант – 300-мм снаряд М–30 – был принят на вооружение в 1944 году [3].

Всего в ходе войны в войска поступило 2,4 тысячи установок БМ-8 (потеряно 1,4 тысячи), соответствующие цифры составляют для БМ-13 — 6,8 и 3,4 тысячи, а для БМ-31-12 - 1,8 и 0,1 тысячи [3].

Немецкие реактивные установки. Первой немецкой системой реактивной артиллерии был 158-мм шестиствольный Nebelwerfer 41. Этот миномет был разработан в 1930-е годы, в войска начал поступать с конца 1940 года [1, с. 49]. Пусковая установка состояла из блока стволов, лафета и прицельных приспособлений. Шесть стволов соединялись вместе передними и задними обоймами, и вся установка располагалась на лафете от 37-мм противотанковой пушки Pak 35/36. Лафет позволял стабилизировать установку и проводить ее наведение. Транспортировался миномет чаще всего с помощью техники, при этом на небольшие расстояния мог перекачиваться силами расчета [1, с. 49]. Всего было изготовлено 5769 таких установок и 5 млн снарядов к ним [1, с. 50]. К началу 1942 года было создано второе поколение реактивных минометов – пятиствольная реактивная установка Nebelwerfer 42 калибра 210-мм. В этом варианте блок состоял из пяти стволов, другие же детали – прицельные приспособления и лафет – остались без изменений [1, с. 62]. Примечательно, что Nebelwerfer 42 в германской печати и в письмах немецких солдат подавался как «новый» вид оружия, на которое возлагались большие надежды в достижении победы германской армии [4]. Всего их было изготовлено 1487 единиц и 400 тыс. снарядов соответственно [5, с. 202]. Перед немцами также стояла задача повышения мобильности пусковых установок. В этом плане они позаимствовали советский опыт. В январе 1942 года командование выдало заказ на изготовление самоходной реактивной установки. При создании установки использовалась технология от Nebelwerfer 41, только в этом варианте у миномета было десять стволов. В качестве шасси был использован полугусеничный грузовой бронированный автомобиль «Opel Maultier» («Мул») фирмы «Опель» [5, с. 203]. Самоходная установка отличалась высокой проходимостью и маневренностью. При этом явным недостатком являлась высокая стоимость производства – 22 тыс. рейхсмарок за

единицу – и сложность производства ходовой части, ввиду чего в войска за годы войны поступило не более 500 штук [5, с. 205]. Перед началом войны сами немцы признавали то, что уровень развития советской ракетной техники в общем и целом соответствует уровню развития немецкого ракетостроения второй половины 1930-х годов [6, с. 111].

Для наиболее объективного сравнения проанализируем самоходные установки БМ–13 и Nebelwerfer 42 на базе броневедомо­мобиля «Мул», исходя из двух основных критериев: ТТХ и баллистических данных, представленных в таблицах 1-6.

Таблица 1. ТТХ установки БМ-13 [7, с. 122].

Число направляющих	16
Наибольший угол возвышения, градусы	45
Наименьший угол возвышения, градусы	8
Горизонтальное вращение, градусы	10
Вес артиллерийской части, кг	2350
Время производства залпа, сек	7–10

Таблица 2. Баллистические характеристики снаряда М–13 [2, с. 57].

Максимальная скорость, м/с	355
Максимальная дальность, м	8470
Радиус сплошного поражения, м	8-10
Радиус действительного поражения, м	25-30

Эти данные показывают, что использование осколочно–фугасных снарядов против живой силы противника было эффективным.

Таблица 3. Транспортные характеристики установки БМ-13 на базе ЗИС-6 3 [2, с. 11].

Скорость по хорошей дороге, км/ч	До 50-60
- по дороге средней проходимости, км/ч	До 30-40
- по асфальтированной дороге, км/ч	25-30
Запас хода, км	150-200

Таблица 4. Основные ТТХ установки Nebelwerfer 42 на базе броневедомоги «Мул» [1, с. 56].

Число направляющих	10
Наибольший угол возвышения, градусы	80
Наименьший угол возвышения, градусы	12
Горизонтальное вращение, градусы	270
Вес артиллерийской части, кг	7100
Время производства залпа, сек	15

Таблица 5. Баллистические характеристики 210-мм снаряда WGr 42 [5, с. 436].

Максимальная скорость м/с	340
Максимальная дальность м	6900

Таблица 6. Транспортные характеристики установки Nebelwerfer 42 на базе броневедомоги «Мул» [8, с. 59].

Скорость по хорошей дороге, км/ч	40
- по дороге средней проходимости, км/ч	40
- по асфальтированной дороге, км/ч	40
Запас хода на одной заправке, км	130

Исходя из приведенных в таблицах данных, попытаемся сравнить две установки. Итак, в критерии стандартных ТТХ ситуация сложилась двойственная. С одной стороны, советские установки имели большее количество направляющих, что обеспечивало повышенный урон, наносимый противнику в ходе единоразового залпа. Кроме того, советская установка обеспечивала ускоренное проведение залпа. Но, с другой стороны, немецкая установка в силу особенностей конструкции позволяла использовать больше широкий диапазон как вертикального, так горизонтального наведения. Это могло сыграть значительную роль в условиях высокоманевренного боя.

В контексте баллистических данных советские снаряды имели более высокие показатели, разница с немецким аналогом составляла порядка 10–12%. Однако не все так просто. Дело в том, что советские и немецкие снаряды имели ряд конструктивных различий, и в

некоторых аспектах немецких снаряд имел превосходство. Во-первых, советский снаряд стабилизировался в полете за счет оперения, что обуславливало разброс до 50 метров. Немецкие же снаряды стабилизировались за счет вращения вокруг своей оси, что значительно повышало точность стрельбы. Во-вторых, особенностью советских снарядов было то, что полезный груз размещался в головной части. «Головная часть русских ракет относительно мала по сравнению с их общим весом», — сообщали немецкие отчеты, — «Поэтому большая часть осколков поглощается землей. В наших ракетах полезный груз находится в хвостовой части и разрыв на околки происходит над земной поверхностью» [Цит. по: 6, с. 112].

И, наконец, перейдем к сравнению характеристик шасси установок. Сразу необходимо отметить разницу: с советской стороны представлен автомобиль с полной колесной базой, с немецкой стороны — полугусеничный броневедомый автомобиль. Этим и объясняется разница в показателях скорости, которая логично выше у ЗИС–6. При этом показатели проходимости явно будут выше у немецкого образца. Запас хода ЗИС–6 также был гораздо выше. Таким образом, советские дивизионы могли быстрее передвигаться на значительные расстояния в условиях хороших дорог. В условиях же бездорожья шансы примерно уравнивались. При этом значительным преимуществом было то, что «Мул» имел пуленепробиваемую броню. Советские образцы также имели бронелисты, но они защищали только кабину. Кроме того, в броневедомом автомобиле имелся десантный отсек, где мог укрыться расчет немецкой установки. Советскому же расчету приходилось искать укрытие поблизости, либо прятаться в кабине.

Таким образом, сравнение советского семейства установок БМ и немецких самоходных установок на базе грузовика «Мул» не позволяет нам заявить, что какая-либо из сторон имела неоспоримые преимущества. Плюсы и минусы одной стороны купировались плюсами и минусами другой стороны. И в этом контексте следует заявить, что в условиях боя очень часто главную роль играют не технические характеристики, а профессиональные качества расчета и прежде всего человека, от которого в той или иной степени зависит деятельность любой техники.

Литература

1. Шунков В.Н. Энциклопедия реактивной артиллерии. – Минск: 2004.
2. Реактивная артиллерия Красной Армии 1941–1945 // Фронтовая иллюстрация. - Вып. 3. – М.: 2005. - С. 79.

3. Широкоград А.Б. «Лука» и «Катюша» против «Ванюши». Системы залпового огня в Великой Отечественной войне. - Независимое военное обозрение (5 марта 2010). - Дата обращения: 24.06.2020.
4. ЦАМО РФ. Ф. 10830. Оп. 0000001. Д. 0011. Л. 115.
5. Широкоград А.Б. Бог войны Третьего Рейха. - М.: 2003.
6. Желнина Т.Н. Из истории распространения в Германии в начале 40-х годов информации о «Катюше» // Из истории авиации и космонавтики. - Вып. 68-69. - М.: ИИЕТ РАН, 1996. - С. 110-117.
7. Боевые машины БМ-13. Руководство службы. - М.: 1974.
8. Мощанский И.Б. Реактивный миномет Panzerwerfer 42. Сопровождая стальные когорты. - М.: 2009.

УДК 629.78:94

eLIBRARY.RU: 81.01.08

Чеснов В.М.

кандидат технических наук,
ведущий научный сотрудник
ИИЕТ им. С.И. Вавилова РАН

**ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ
РАЗВИТИЯ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ
ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА
DISTINCTIVE FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF
REMOTE SENSING OF THE EARTH'S SURFACE FROM SPACE**

Аннотация: В развитии дистанционного зондирования проявилась одна из наиболее характерных черт генезиса науки как системы естественных и технических знаний последних десятилетий - синтез различных наук. Ретроспективный анализ показывает, что дистанционное зондирование находится на стыке наук и различных отраслей техники. В нем сочетаются технические исследования и отрасли науки, изучающие глобальные и локальные планетарные процессы.

Ключевые слова: история космонавтики, науки о Земле, дистанционное зондирование, картографирование.

Abstract: The development of remote sensing has revealed one of the most characteristic features of the genesis of science as a system of natural and technical knowledge of recent decades - the synthesis of various sciences. Retrospective analysis shows that remote sensing is at the intersection of sciences and various branches of technology. It combines

technical research and branches of science that study global and local planetary processes.

Keywords: history of astronautics, earth sciences, remote sensing, mapping.

Анализ устройств дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) как сложной технической системы подразумевает рассмотрение не только аппаратного обеспечения, но и теоретического обоснования, метода исследования, который во многом определяет его структуру. Такой подход даёт основания для включения в анализ космического корабля, который выступает не только как носитель, но и как фактор, определяющий возможность реализации целого ряда методов зондирования. Успешное развитие ДЗЗ связано, прежде всего, с его преимуществами: получение количественной информации о тех объектах, где контактные измерения неосуществимы или трудны; охват измерениями больших площадей без сети локальных устройств; получение данных, усредненных по линии, площади или объему.

ДЗЗ требует не только разработки сложного исследовательского оборудования, но и создания эффективных информационных систем для обработки и использования полученных результатов (например, при проведении исследований по истории географии [1]).

Новые возможности, предоставленные космонавтикой, расширяют границы познания отдельных наук, и не вполне корректно отрывать их от основополагающих дисциплин. Терминологические образования такие как, например, «космическая геология» или «космическая метеорология» не отделяют их от собственно геологии и метеорологии, задачи предмет исследования которых остается неизменным. Так и переход от использования мерной цепи к системам космического геопозиционирования не изменил сути картографирования.

ДЗЗ находится под влиянием и в тесной корреляции не только с различными естественнонаучными и техническими областями знаний, но и с другими областями общественной деятельности, такими как производственно-технологические отрасли, политика, интересы обороны, практические запросы экономического развития. Космические инструменты и методы, слитые в едином космическом орбитальном аппарате, стали объединяющим фактором в развитии наук о Земле, предоставляя им в определенном смысле единую информационную основу.

Литература

1. Широкова В.А., Снытко В.А., Низовцев В.А., Фролова Н.Л., Дмитрук Н.Г., Чеснов В.М., Озерова Н.А., Широков Р.С. Тихвинская водная система: ретроспектива и современность. Гидролого-экологическая обстановка и ландшафтные изменения в районе водного пути. - М.: 2013. - 376 с.

УДК 629.78(09)
eLIBRARY.RU: 03.23.55

Судаков В.С.
член-корр. РАКЦ,
главный специалист
АО «НПО Энергомаш
им. академика В.П. Глушко»
Колинова С.А.
начальник отдела
АО «НПО Энергомаш
им. академика В.П. Глушко»

ИМЕНА НА КАРТЕ ЛУНЫ NAMES AT MOON' MAP

Аннотация: Рассказывается о трех сотрудниках ОКБ-456 А.Д. Грачеве, Н.П. Алехине и Ю.Б. Мезенцеве, чьи имена увековечены на карте Луны: их имена присвоены кратерам на обратной стороне Луны по предложению академика В.П. Глушко, под чьим руководством они работали, создавая мощные и надежные ЖРД. Кратко рассказано об их биографиях, деятельности в ОКБ-456 (ныне АО «НПО Энергомаш имени академика В.П. Глушко»).

Ключевые слова: ОКБ-456, лунный кратер, обратная сторона Луны, конструктор, ЖРД.

Abstract: Information about 3 employees of ОКБ-456 – A.D. Grachev, N.P. Alekhin and Yu.B. Mezentsev is presented. Their names are conferred to craters on the other side of the Moon under academician V.P. Glushko' proposal. They worked under his leadership at Design Bureau and created powerful and reliable LPRE. Their biographies and activity in Special Design Bureau – 456 (now NPO Energomash) are presented briefly.

Keywords: ОКБ-456, moon crater, other side of Moon, designer, LPRE.

Малоизвестна роль отдельных личностей в послевоенном бурном становлении и развитии ракетно-космической техники. Между тем с каждым годом все сложнее найти участников событий 60-80-летней давности, обнаружить соответствующие документы в архивах.

А ведь в наших КБ и НИИ работали и те люди, кто составлял костяк «свиты королей», которые, как известно, во многом их и делают. Это и заместители главных конструкторов, и начальники основных отделов, и ведущие конструкторы.

Имена некоторых из них были увековечены. Например, на карте Луны есть 9 кратеров, которым в 1970 году Международным астрономическим союзом присвоены имена соратников академика В.П. Глушко, с которыми он работал в Ленинграде, в Москве, в Казани и в Химках.

Отметим то обстоятельство, что по действующему положению о присвоении имен на карте Луны они могли присваиваться только в память об уже ушедших из жизни ученых и специалистах, что создавало свои особенности при формировании списка кандидатур.

Трем нашим коллегам – сотрудникам ОКБ-456 (НПО Энергомаш), чьи имена присвоены кратерам на Луне, Н.П. Алехину, А.Д. Грачеву и Ю.Б. Мезенцеву и посвящается доклад.

Николай Павлович Алехин (1913—1964) с 1942 года начал работать вместе с В.П. Глушко в Казани, затем последовала командировка в Германию, откуда он прибыл в Химки, где стал начальником конструкторского отдела по разработке конструкций агрегатов управления и автоматики ЖРД.

Андрей Дмитриевич Грачев (1900-1964) - специалист по авиационным двигателям внутреннего сгорания и жидкостным ракетным двигателям. До войны он работал в ЦИАМ, затем - арест и работа в шарашке в Казани, досрочное освобождение и переезд в Тушино вместе с Чаромским. С 1948 года и до конца своей жизни А.Д. Грачев работал ведущим конструктором и начальником основного конструкторского отдела по ЖРД в ОКБ-456.

Юрий Борисович Мезенцев (1929-1965) после окончания Военмеха в Ленинграде с 1953 года работал в ОКБ-456. Он стал ведущим конструктором, руководителем группы конструкторов, ответственных за разработку принципиальных схем ЖРД, определение и увязку основных параметров, за отработку ЖРД в целом.

Своим трудом, знаниями и вкладом в общее дело они по праву заслужили включения Валентином Петровичем Глушко их имен в список на присвоение имен кратерам на обратной стороне Луны. И в

1970 году Международный астрономический союз утвердил их имена для кратеров на обратной стороне Луны.

Литература

1. Атлас обратной стороны Луны. Ч. II. - М.: Наука, 1966. - 236 с.
2. Глушко В.П. Путь в ракетной технике. Избранные труды. 1924-1946. - М.: Машиностроение, 1977. - 504 с.
3. Однажды и навсегда... Документы и люди о создателе ракетных двигателей и космических систем академике Валентине Петровиче Глушко. - М.: Машиностроение, 1998. - 632 с.
4. НПО Энергомаш имени академика В.П. Глушко. Путь в ракетной технике. - М.: Машиностроение/Машиностроение-Полет, 2004. - 488 с.
5. Глушко В.П. Ракетные двигатели ГДЛ-ОКБ. - М.: АПН, 1975. - 36 с.
6. Энциклопедия «Космонавтика». Гл. ред. В.П. Глушко. - М.: Советская энциклопедия, 1985. - 528 с.

УДК: 7303

eLIBRARY.RU: 03.23.55

Максимовская Н.А.
Союз журналистов РФ

**СКУЛЬПТОР СВЕТЛАНА ФАРНИЕВА.
ИЗ ИСТОРИИ СОЗДАНИЯ ПАМЯТНИКА
К.Э. ЦИОЛКОВСКОМУ
SCULPTOR SVETLANA FARNIYEVA.
FROM THE HISTORY OF THE CREATION
OF THE MONUMENT TO TSIOLKOVSKY IN KALUGA**

Аннотация: В докладе на основе малоизвестных документов и воспоминаний скульптора С.И. Фарниевой воспроизводится история создания памятника К.Э. Циолковскому, установленному в Калуге на улице Театральной.

Ключевые слова: Фарниева, Циолковский, Калуга, памятник, городская скульптура.

Abstract: The report is based on little-known documents and memoirs of the sculptor S.I. Farnieva reproduces the history of the creation of the monument to K.E. Tsiolkovsky, installed in Kaluga on Teatralnaya street.

Keywords: Farnieva, Tsiolkovsky, Kaluga, monument, city sculpture.

В Калуге, где основоположник теоретической космонавтики К.Э. Циолковский жил с 1892 по 1935 г., в настоящее время имеется пять посвящённых учёному памятников, скульптур и скульптурных композиций. Это памятник К.Э. Циолковскому с ракетой в сквере Мира, открытие которого состоялось 1 июня 1958 г. (скульптор А.П. Файдыш-Крандиевский, архитекторы М.О. Барщ, А.Н. Колчин); памятник, изображающий учёного во время отдыха, установленный во дворе Дома-музея К.Э. Циолковского (автор - скульптор М.И. Ласточкин, передавший свою работу музею в 1951 г.); памятник К.Э. Циолковскому (бюст) на железнодорожной станции Калуга-2 работы скульптора Н.Г. Прозоровского (1960-е годы); скульптурная композиция «Связь времён», или «Встреча С.П. Королёва и К.Э. Циолковского», установленная на пересечении улиц Циолковского и Королёва, где Константин Эдуардович символично изображён во время беседы с Сергеем Павловичем (автор – скульптор А.Д. Леонов, памятник открыт 9 апреля 2011 г.); и, наконец, любимый калужанами и признанный «народным» бронзовый памятник К.Э. Циолковскому «Грёзы о небе» работы С.И. Фарниевой, установленный в пешеходной зоне улицы Театральной, изображающий учёного во время прогулки, с велосипедом, и представляющий собой городскую скульптуру. Этот памятник, открытый 8 июня 2011 г. к 50-летию первого полёта человека в космос, и является предметом данного доклада.

Несколько слов об авторе памятника «Грёзы о небе». Светлана Ивановна Фарниева – член Союза художников России с 1989 г., лауреат премии А. Куликова. Родилась в 1964 г. в Загорске. В 1978 г. была принята в Московскую среднюю художественную школу при институте им. В.И. Сурикова. В 1988 г. окончила Московский государственный академический художественный институт имени В.И. Сурикова, факультет скульптуры, после чего была распределена в Калугу, в ХПМ Художественного фонда РСФСР на должность скульптора-художника. Параллельно с деятельностью в качестве скульптора и художника много лет работает педагогом, преподаёт предметы «рисунок» и «скульптура» в нескольких учебных заведениях: в Калужском филиале МГЭУ, КГПУ имени К.Э. Циолковского, Калужском областном колледже культуры и искусств, Кондровской школе искусств.

За время профессиональной деятельности талантливым мастером было создано много замечательных работ. Это памятник Святославу Федорову в Москве, скульптуры «Памятник театральному зрителю» (народные названия «Нет ли лишнего билета», «Театралка»), «Мешок

счастья», «Памятник матери», «Памятник Ветерану»; «Факелonosец», «Золотая рыбка», «Голуби» и, конечно, памятник К.Э. Циолковскому «Грезы о небе»; также бюсты Николаю Будашкину, Серафиму Туликову, рельеф на здании КГПУ «Древо познания» (Калуга); кроме того оформление интерьеров ряда городских и районных объектов, росписи и реставрационно-художественные работы в ряде храмов Калуги и области и т.д.

Фарниеву с полным правом можно считать основателем современного направления «городская скульптура» на калужской земле, поскольку она является автором всех (за исключением упомянутой выше работы А.Д. Леонова) установленных здесь памятников данного типа.

Возникшая у Светланы Фарниевой идея создания скульптурного изображения Циолковского изначально была продиктована внутренним порывом. Из воспоминаний скульптора: «Меня очень «зацепила» эта тема, так как Циолковский - невероятно притягательная фигура, его личность и масштабна, и трагична, и по-человечески обаятельна. Особенно интересным показалось передать его верность идее, одиночество среди толпы и его космос, который при этом с ним всегда!» Но вначале Фарниевой был изготовлен «малый» Циолковский, который успешно участвовал в нескольких космических выставках, в частности в III Всероссийской международной художественной выставке «Наука и космос на службе мира», посвящённой 55-летию первого полёта человека в космос. Эта небольшая по размеру скульптурка мечтателя Циолковского с велосипедом (высота ок. 20 см.) сегодня стоит в ряду других работ на полке в её мастерской. Идея же «большого» Циолковского с велосипедом принадлежит инициатору многих интересных творческих проектов, директору Калужского областного драматического театра Александру Анатольевичу Кривовичеву. Она возникла во время его посещения в начале 2011 г. мастерской Фарниевой вместе с будущим спонсором «Грёз о небе», почитателем искусства Андреем Викторовичем Морозовым, Управляющим филиалом АКБ «ФОРА-БАНК». Целью визита был осмотр работы Светланы Фарниевой «Мешок удачи», которая являлась воплощением идеи и замысла Александра Кривовичева – по словам скульптора, он сам принимал участие в разработке «образа» «Мешка удачи». Именно тогда гости, увидев на полке «малого» Циолковского, и решили воплотить идею создания и установки на улице Театральной скульптуры Циолковского с велосипедом во время его прогулки по городу. Следует отметить, что творческий тандем Фарниева-Кривовичев сложился ещё в 2008 году,

когда создавалась полубившаяся горожанам скульптура «театралки», установленная на порогах драмтеатра.

Скульптура «Циолковский с велосипедом» была изготовлена в крайне сжатые сроки, которые были продиктованы приближающимся в апреле юбилеем – 60-летием полёта в космос Юрия Гагарина. Образ великого учёного складывался постепенно в ходе прочтения автором его произведений и публикаций о нём, тщательного изучения фотоматериалов, портретов учёного, ознакомления с воспоминаниями его родственников, бесед с сотрудниками музея истории космонавтики.

Для выполнения первоначальных эскизов Фарниева попросила позировать одного из сотрудников калужского колледжа культуры. Однако, когда формирующийся образ Циолковского начал обретать более конкретные черты, возникла необходимость в более приближённом к реальности «натурщике», в частности хотелось представить учёного в более естественной позе и в одежде того времени, немаловажно было также понять, как она сидит на фигуре. «Неоценимую помощь в этом, – с благодарностью вспоминает Светлана Фарниева, – оказал театр! Александр Анатольевич обратился к Народному артисту России Михаилу Арсентьевичу Пахоменко, который в своё время играл Циолковского на сцене, и он с полной серьёзностью вошёл в образ!» На фотографиях, запечатлевших многоэтапный процесс работы над скульптурой, М.А. Пахоменко изображён в длинной подпоясанной рубахе и в шляпе, в позе, как всегда, великолепно отображающей внешний облик учёного и его внутреннюю одержимость космосом и отражающей его устремлённость к звёздам.

Этапы создания скульптуры включали изготовление каркаса фигуры, покрытие его монтажной пеной, лепку глиной до полной готовности, формовку – снятие с глиняной модели гипсовой формы по кускам. Скульптура лепилась непосредственно в Калуге, в мастерской Дома Художника, там же и формовалась. Высота скульптуры при лепке составляла 180 см, но впоследствии, при литье, как это и бывает, она немного уменьшилась в размере. «Работа по изготовлению скульптуры, - вспоминает Светлана Фарниева, - была запущена под февраль, а открытие планировали в начале апреля. Так как на литьё нужно до двух месяцев, то на лепку времени почти не было, но всё-таки недели три было». Формовка была готова уже 7 марта. На следующий день фрагменты гипсовой формы были перевезены в Москву (Дом скульптора МОСХа), где производились процесс восковки и литьё скульптуры.

Фигура была отлита, сварена и собрана в начале апреля. В работах принимали участие калужанин, опытный специалист, форматор Леонид Ерёмин, а также московские скульпторы, литейщики Виктор Земсков и Сергей Цветков – люди, с которыми, по словам Фарниевой, «работалось легко и вдохновенно, несмотря на все сложности и проблемы, которые в изобилии поставляет литейное дело». В создании этой скульптуры так же, как и при выполнении других заказов, Светлане Ивановне помогала её дочь Алина Фарниева. На предпоследнем этапе шла, обычная в этом деле, трудоёмкая проработка автором отлитой бронзовой скульптуры, исправление недочётов – «процесс на конечный результат». Далее, в фигуру был вварен стальной каркас, ставший в дальнейшем её опорой на месте установки. И последней стадией работы над бронзовой скульптурой было нанесение патины – создание тонкой химической плёнки окислов, которые не только дают красивый декоративный эффект, но и защищают бронзу от агрессивной внешней среды.

Из рассказа Светланы Фарниевой: «На выходных (остальные дни недели были заняты преподавательской работой – Н.М.) мы вместе с литейщиками и всегда во всём помогающей мне дочерью Алиной Фарниевой сутками сидели в литейке, обрабатывая форму болгарками, дрелями, так как после сборки часто бывают нестыковки элементов, да и сварочные швы хочется сделать незаметными. Тем не менее, уже в апреле фигура поехала в Калугу, собирая по пути удивлённые и восторженные взгляды!.. Перевозили скульптуру в грузовой машине с открытым верхом. Водители тормозили рядом с нами, открывали окна, махали, все очень радовались. На автозаправках к нам даже подходили и спрашивали: «Почём? Давай мы его у тебя купим!»

Интересна история с велосипедом, входящим в скульптурную композицию. Известно, что Циолковский любил кататься на велосипеде до глубокой старости и совершал на нём прогулки в свободное время... Времени на лепку не было. Нужен был старый велосипед, чтобы снять с него форму. По счастливой случайности, велосипед старой конструкции был найден. Его предоставил на время журналист Александр Кравченко, согласившийся на полную разборку своего раритета для проведения со всех деталей формовки. Велосипед доставил немало хлопот и при литье, особенно сборки на каркас, который должен был отличаться прочностью, чтобы выдерживать достаточно большую нагрузку, если на него будут садиться и дети, и взрослые – этот фактор необходимо было учесть. Вот как объясняет скульптор особенности изготовления необычного каркаса, а также педалей: «Каркас проходит через колёса вниз, в грунт. Но... каркас –

это толстый стальной прут, а колесо – круглое! И пришлось литейщику Виктору Земскову по кускам варивать прутки внутри колеса, а потом закрывать бронзовую шину, что даже незаметно для глаз. И именно Виктор посоветовал не отливать в бронзе педали, а использовать настоящие, потому что бронза мягче стали и не выдержит бесчисленных седоков. И был прав – уже сколько комплектов педалей сменили, и не сосчитать! Велосипед занял своё место рядом с учёным, как некий связующий элемент Мечтателя и окружающего мира».

Удивительное произведение скульптора Светланы Фарниевой «Грёзы о небе» поражает точностью созданного образа в манере современной городской скульптуры, приближающей и всегда радующей «зрителя» любого возраста.

УДК 929
eLIBRARY.RU: 03.29.00

Энгельгардт Л.Т.
Государственный музей истории
космонавтики им. К.Э. Циолковского,
отдел «Дом-музей А.Л. Чижевского»

О ПРЕДКАХ А.Л. ЧИЖЕВСКОГО: ОБЛАЧИНСКИХ, НЕВИАНДТАХ, ДЕЛЬСАЛЯХ

Аннотация: А.Л. Чижевский уделял большое внимание изучению своей родословной, как по линии отца, так и по линии матери. О роде Чижевских написано и опубликовано достаточно много. В данном докладе впервые на основе архивных документов и личных воспоминаний ученого представлены материалы о предках Чижевского – Облачинских, Невиандтах и Дельсальях. Несмотря на то, что Александр Чижевский в раннем детстве потерял мать, на протяжении всей своей жизни он поддерживал родственные отношения с ее братьями и сестрами.

Ключевые слова: А.Л. Чижевский, Облачинский, Невиандт, Дельсаль, родословная, документы, воспоминания.

Abstract: A.L. Chizhevsky paid great attention to the study of his genealogy, both on the basis of his father and on the basis of his mother. A lot has been written and published about the Chizhevsky family. This report for the first time on the basis of archival documents and personal memoirs of the scientist presents materials about the ancestors of Chizhevsky -

Neviandy, Delsaly and Oblachinsky. Despite the fact that Alexander Chizhevsky lost his mother in early childhood, throughout his life he maintained a family relationship with her brothers and sisters.

Keywords: A.L. Chizhevsky, Oblachinsky, Neviandt, Delsal, pedigree, documents, memoirs.

Пытаясь понять особенности своего характера, А.Л. Чижевский анализировал свои поступки, сравнивал себя с родственниками, собирал портреты предков, изучал их иконографию, черты лица, наблюдал за их движениями, поведением, характерами, темпераментами. Занимаясь синтезом этих наблюдений, он стремился определить, от кого и что унаследовал.

В мемуарах ученый писал: «Я глубоко уверен, что в сфере многих актов мы не оригинальны, а выражаем их так, как выражали наши предки прямые, т. е. я уверен в индивидуальном окрасе, в самобытном качестве таких актов, унаследованных нами от ряда предшествующих нам звеньев родовой цепи».

В результате изучения характеров своих близких и дальних родственников, тщательного анализа их, сопоставления с собой, он установил, что противоречивость его характера зависит от унаследованных им черт от предков со стороны отца и матери.

Поэтому его интересовали не только ближайшие родственники – отец, мать, бабушки и дедушки, но и дальние – прабабушки, прадедушки, и не только по отцовской линии. В рукописи «Книга о моей жизни», он подробно рассматривает родословные Облачинских, Невиандтов, Дельсалея. В этом большую помощь ему оказывают дневники, которые он вел на протяжении всей жизни, и сохранившиеся на тот момент семейные архивы его предков.

О роде Чижевских написано и опубликовано достаточно много. В данном докладе впервые на основе архивных документов и личных воспоминаний ученого представлены материалы о предках Чижевского со стороны матери – Невиандтах, Дельсалеях, по женской линии со стороны отца – Облачинских.

Мать Чижевского в девичестве имела фамилию Невиандт. Об истории происхождения Невиандтов на Руси в докладе рассматривается две версии: одна – из Голландии, вторая – из Италии. Описание внешнего облика прадеда ученого Федора Александровича дается по сохранившемуся акварельному портрету. По воспоминаниям родственников приводится характеристика сына прадеда Александра Федоровича Невиандта и его детей, седьмым ребенком из которых была Надежда – мать Александра Чижевского.

Бабушка А.Л. Чижевского Агриппина Петровна происходила из французского рода Дельсаль. О прадеде Петре Осиповиче (Жозефиновиче) известно только, что он был коллежским ассессором и имел от двух жен пятерых детей, из которых наибольшее значение для исследователей личности А.Л. Чижевского представляют: Алексей Петрович Дельсаль – Герой Севастопольской обороны - и бабушка ученого Агриппина Петровна. Сыновья Алексея Петровича: Петр – генерал-лейтенант, участник Первой мировой войны, эмигрировал в 1920 г. в Югославию, Сергей – полковник в отставке - эмигрировал во Францию.

Бабушка по отцовской линии Елизавета Семеновна происходила из старинного рода Облачинских – родовитых шляхтичей. Графы Облачинские упоминаются в польских хрониках XV и XVI веков. Из архивной выписки, выданной Смоленским Наместническим Правлением, видно, что в 1666 г. смоленскому шляхтичу Юрию Облачинскому жаловано было царем Алексеем Михайловичем богатейшее имение Мосолово Бельского уезда Ветлицкого стана.

Все мужчины этого рода также были военными. Прадед Чижевского Семен Корнеевич был участником войны 1812 г., сражался под командованием Барклая де Толя. Выйдя в отставку, женился на Наталье Николаевне Нахимовой – кузине героя Севастопольской обороны, адмирала П.С. Нахимова. В его семье и родилась пятым ребенком Елизавета – бабушка А.Л. Чижевского.

Несмотря на то, что мать Чижевского умерла, когда ее сыну исполнилось чуть больше года, мальчика воспитали в уважении ко всем родственникам. Он до последних дней поддерживал родственные отношения не только с дядями и тетями со стороны отца, но и со стороны матери.

Литература

1. АРАН. Ф. 1703. Оп. 1. Д. 228. 352 л.
2. Чижевский А.Л. Мои встречи с А.М. Горьким // Частный архив Л.В. Голованова. 40 с.
3. АРАН. Ф. 1703. Оп. 1. Д. 241. 259 л.
4. Чижевский А.Л. Вся жизнь. - М.: Советская Россия, 1974. – 208 с.
5. Чижевский А.Л. На берегу Вселенной. Годы дружбы с Циолковским. - М.: Мысль, 1995. – 735 с.
6. Письма А.Л. Чижевского к отцу. 1928-1929 гг. // Частный архив Л.В. Голованова.
7. Невиандт, Константин Александрович [Электронный ресурс] URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/> (дата обращения 15.08.2020).

Морозова Л.Н.
Государственный музей истории
космонавтики им. К.Э. Циолковского,
отдел «Дом-музей А.Л. Чижевского»

А.Л. ЧИЖЕВСКИЙ И СЕМЬЯ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО
A.L. CHIZHEVSKY AND THE FAMILY OF
K.E. TSIOLKOVSKY

Аннотация: Данный доклад вводит в научный оборот новые факты о взаимоотношениях А.Л. Чижевского с семьей дочери К.Э. Циолковского Марией Константиновной Костиной-Циолковской. В качестве источниковой базы выступает переписка А.Л. Чижевского с Марией Константиновной и ее детьми – Марией Вениаминовной Самбуровой и Алексеем Вениаминовичем Костиным. Письма красноречиво характеризуют человеческие качества А.Л. Чижевского.

Ключевые слова: А.Л. Чижевский, Мария Константиновна Костина-Циолковская, переписка А.Л. Чижевского с членами семьи К.Э. Циолковского.

Abstract: This report introduces new facts about the relationship of A.L. Chizhevsky with the family of the daughter of K.E. Tsiolkovsky Maria Konstantinovna Kostina-Tsiolkovskaya. The source base is the correspondence of A.L. Chizhevsky with Maria Konstantinovna and her children - Maria Veniaminovna Samburova and Alexei Veniaminovich Kostin. Letters eloquently characterize the human qualities of A.L. Chizhevsky.

Keywords: A.L. Chizhevsky, Maria Konstantinovna Kostina-Tsiolkovskaya, correspondence of A.L. Chizhevsky with family members of K.E. Tsiolkovsky.

Многие исследователи биографии А.Л. Чижевского обращались к изучению его взаимоотношений с К.Э. Циолковским. Их дружба продолжалась на протяжении двадцати лет и прервалась со смертью Константина Эдуардовича в 1935 году.

Однако, Чижевский, верный памяти Циолковского, продолжал до конца своей жизни поддерживать отношения с его родственниками.

Арест Чижевского в 1942 году на 16 лет прервал эту связь. Но как только Александр Леонидович возвращается в Москву, он

возобновляет общение с семьёй дочери ученого Марией Константиновной Костиной-Циолковской.

Об этом красноречиво говорят письма Чижевского, адресованные Марии Константиновне и её детям – дочери Марии Вениаминовне Самбуровой и сыну Алексею Вениаминовичу Костину.

В одном из писем к Марии Константиновне Чижевский пишет, что счастлив был получить от неё весточку, тепло вспоминает гостеприимный дом Циолковских и долгие беседы с Константином Эдуардовичем.

Узнав о болезни Марии Константиновны, Александр Леонидович оказывает ей действенную помощь. Чижевский обращается в различные инстанции к самым авторитетным людям – в Президиум ЦК КПСС к Н.С. Хрущеву, к председателю ВЦСПС В.В. Гришину, одному из виднейших старых большевиков профессору Ф.Н. Петрову.

Александр Леонидович предпринимает все возможные пути избавления Марии Константиновны от недуга. После публикации в журнале «Огонёк» статьи О. Кноррина «Десять тысяч писем друзей», в которой сообщается о том, что врачи Пятигорской клиники вылечили от инфекционного полиартрита больного, пишет редактору журнала А.В. Софронову. Узнав имя главного врача пятигорской клиники, обращается к нему с просьбой выслать грязи для лечения Марии Константиновны. Заведующего отделом медицинской помощи Министерства здравоохранения РСФСР доктора Азлина просит сообщить новые методы лечения полиартрита.

От предложения устроить её в санаторий Мария Константиновна отказалась, тогда через ВЦСПС Чижевский устроил неоднократный приезд из Москвы врачей из института ревматизма – доктора Моисея Наумовича Лившица и врача-терапевта. Александр Леонидович также помог обустройству стационара на дому – частое посещение врача и присутствие санитарки из поликлиники, бесплатное снабжение лекарствами и постельным бельём. Он хлопочет и об увеличении Марии Константиновне пенсии.

В своих письмах Мария Константиновна благодарит Чижевского, она сообщает о том, что к ней приходит санитарка, массажистка и методистка лечебной физкультуры, вечером приезжает сестра делать компрессы. Благодаря этому лечению, улучшился сон и появилась некоторая свобода движения.

Кроме того, в письмах ученый поздравляет дочь Циолковского с полетом первого космонавта Юрия Гагарина, запуском космических кораблей «Восток-3» и «Восток-4». Об этих полётах он говорит: «Дело жизни Константина Эдуардовича – в его апофеозе».

Чижевскому важно и то, каким предстанет К.Э. Циолковский в написанных о нём книгах. Узнав о том, что Марию Константиновну посетил М.С. Арлазоров, который пишет книгу о Константине Эдуардовиче, Александр Леонидович высказывается положительно и об авторе, и о книге.

О душевных качествах Чижевского говорит его внимание к внуку Марии Константиновны – Серёже Самбурову. Зная о том, что он собирает марки, в нескольких письмах посылает для него наборы марок различной тематики.

До тех пор, пока позволяло здоровье, Чижевский бывал в Калуге. Из его письма к А.В. Костину мы узнаём, что Александр Леонидович был в гостях у Марии Константиновны, но Алексея Вениаминовича не застал, чем был очень огорчён.

Уже, будучи тяжело больным, за семь месяцев до смерти, Александр Леонидович в письме с сожалением сообщает Марии Константиновне о том, что из-за состояния его здоровья они с Ниной Вадимовной не смогут в этом году приехать в Калугу повидаться.

О биографии, научном и художественно-поэтическом наследии учёного А.Л. Чижевского написано довольно много книг и статей, но ничто так не характеризует человеческие качества ученого как его письма.

Литература

1. АРАН. Ф. 555. Оп. 4. Д. 986бб.
2. АРАН. Ф. 1703. Оп. 1. Д. 424.
3. АРАН. Ф. 1703. Оп. 1. Д. 553.
4. Костин А.В. К.Э. Циолковский. Известный и неизвестный (из записок внука К.Э. Циолковского). – М.: РБОФ «Гелиос», 2007. – 253 с.
5. Чижевский А.Л. На берегу Вселенной. Годы дружбы с Циолковским. Воспоминания. – М.: Мысль, 1995. – 734 с.
6. К.Э. Циолковский, А.Л. Чижевский: калужские страницы русских космистов. Составители: Л.Т. Энгельгардт, А.В. Манакин. – Калуга: Гриф, 2007. – 264 с.

Логоватовская Е.С.
профессор
Академия Архитектуры и искусств
Южного Федерального Университета

**АРХИТЕКТУРА И КОСМОС.
ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОСМИЧЕСКОГО ТУРИЗМА
ARCHITECTURE AND SPACE.
PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF SPACE TOURISM**

Аннотация: Доклад отражает аспекты, связанные с космическим туризмом и рассматривает настоящее состояние полетов космических туристов в «ближний космос», а также перспективы дальнейшего развития космического туризма, расширения границ и возможностей для новых космических путешествий.

Ключевые слова: космос, архитектура, космопорт, космический туризм, планетарий, телескоп.

Abstract: The Article reflects the aspects related to space tourism and reviews the current state of space tourists flights to the «near space», as well as the prospects for further development of space tourism, expansion of borders and opportunities for new space travel.

Keywords: space, architecture, spaceport, space tourism, planetarium, telescope.

Идея космического туризма впервые была отражена в ряде работ Баррона Хилтона и Крафта Эрике в 1967 г. Они пытались обосновать идею коммерциализации космоса, но в то время все это не увенчалось успехом (так как не пришло время реальных возможностей в этой сфере деятельности). Космический туризм начал активно развиваться в конце XX в. В 1986 г. на Международном астронавтическом конгрессе был представлен доклад на тему «Вероятные экономические последствия развития космического туризма» (Potential Economic implications of the Development of Space Tourism), который вызвал массу обсуждений не только в научных, но и в деловых кругах.

Организацией полетов занимаются РОСКОСМОС и SPASEADVERTURES с 2001 г. Подготовка космических туристов проводится в Звездном городке. В небольших самолетах создается невесомость, что дает возможность пройти подготовку к космическому полету. Стоимость полета 30-40 млн. долларов, выход в открытый космос – 15 млн. долларов. В последнее время многие

развитые страны, имеющие экономические возможности и современные технологии в области космических полетов, заявили о проектировании и строительстве космопортов для космического туризма.

– США. Первый космопорт в мире, предназначенный для космических туристов «AMERICA» (Spaceport Authority), штат Нью-Мехико, округ Сьерра (севернее г. Лас-Крусес), пустыня Мохаве. Автор проекта: архитектор Норман Фостер. Год постройки: 2013. Площадь участка - 11000 кв. м. Взлетно-посадочная полоса спроектирована для самолетов: White Knight Two и челноков Space Ship Two.

– США. Коммерческий частный космопорт «SpaceX», штат Техас, Бронсвилл. Новая площадка предназначена для 12 запусков в год космических туристов.

– Объединенные Арабские Эмираты. Космопорт «Pasaal- Khaimah», Дубай (1 час езды). Стоимость: 265 млн. долларов. Комплекс состоит из аэропорта и космопорта, расположенных на расстоянии друг от друга и соединенных между собой подземным переходом. Космопорт, предназначен для суборбитальных полетов.

– Малайзия. Сингапур, Космопорт «Spaceport Singapore», Компания «Space Adventures». Стоимость: 115 млн. долларов. Космопорт дополнительно включит в себя интерактивный познавательно-развлекательный центр.

– Швеция. Кирун. Космические корабли европейской компании «Virgin Galactik»

– Великобритания. (Шотландия, Уэльс, Корнуолл). Программа преобразования существующих аэропортов: «Кэмпбелтаун», «Аргфил», «Бьон», «Глазго», «Сторнвей», «Корнуолл», остров «Льюис». Программа преобразования «The Space Industry Bill» предполагает вертикальный запуск ракет и космолетов.

– Россия. Гагаринский район, Смоленская область, село Клушино (20 км). Космопорт

– Россия. Тарасовский район, север Ростовской области. (32 км от ближайшего города). Космопорт «Россия». Проект разработан в 2013-2014 гг. в Академии Архитектуры и искусств ЮФУ (автор проекта: студент А.Ю. Юров, руководитель проекта: профессор Е.С. Логоватовская). Подъезд к космопорту осуществляется с восточной стороны трассы М4. Космопорт – это сложный комплекс состоящий из ряда зданий и сооружений: взлетно-посадочная полоса, общественный блок космопорта, соединенный с ангаром для самолетов, гостиничный блок (имеющий номера, кафе, а также зону предполетных тренировок

и послеполетного отдыха), выставочное пространство, расположенное в коммуникационно-рекреационном блоке; пожарное депо, водонапорную башню, наземные автостоянки, отдельно стоящий универсальный зал, гаражи для машин технического обслуживания. В архитектурно-объемном решении доминантой является общественный блок космопорта. Композиционное решение космопорта имеет большое значение, так как при полете в суборбитальное пространство, все здания и сооружения космопорта хорошо обозреваются с высоты. Все объекты выдержаны в едином стиле и имеют пластичные формы.

Космический туризм предполагает активное освоение околоземного пространства для представления полноценного научно-познавательного путешествия. Единственный обитаемый объект в космосе – станция МКС. В связи с выше изложенной концепцией развития космического туризма и расширения его границ, по данной тематике выполнен проект в Академии Архитектуры и искусств ЮФУ.

Проектируемый объект расположен в ближнем космосе на высоте 350 км от Земли и вращается вокруг нее со скоростью 7,7 км/сек. Это положение является оптимальным для многообразных пилотируемых космолетов, устойчивостью околоземной орбиты и минимум воздействия радиации. Главной композиционной осью комплекса является – вакуумное метро. На ось метро нанизываются блоки взлетно – посадочной станции, солнечные батареи и основной объем комплекса включающий в себя: планетарий, обсерваторию, общественно-рекреационную зону, лаборатории, коммуникации, блоки жизнеобеспечения, которые находятся в условиях микрогравитации, что позволяет использовать мембранные оболочки в качестве каркаса и размещать между ними массивное оборудование, избежав при этом дополнительные нагрузки на конструкции. В обсерватории размещаются несколько телескопов, как стационарных, так и предназначенных для запуска в космическое пространство с площадок из мембран (конструкции Сергея Макарова). Из основного блока посетители попадают в зону гравитации, в дугообразный объем, размеры и скорость вращения, которого обусловлены необходимостью создания наиболее благоприятных условий для пребывания людей. Сила тяжести в данном случае заменяется центробежной силой, а эффект Кориолиса сводится к минимуму, благодаря большому радиусу оптимальной скорости вращения. Данный объем выстроен по метаболическому принципу – на основную ось прикрепляются целые модули (их количество может меняться). Модули включают в себя: галерею, со смотровыми площадками, оранжереи, блок питания, жилые модули. Зона гравитации для посетителей дублируется

аналогичным объемом, предназначенным для работы ученых. Две дуги вращающихся в разных направлениях, дают возможность избежать возникновения инерциального движения. Основная цель этого объекта – познание Вселенной через космическое путешествие и создание комфортной среды для жизнедеятельности человека в условиях невесомости и искусственной гравитации.

Заключение: Промышленное освоение космоса занимает важное место в научном наследии К.Э. Циолковского. Ученый предложил отказаться от расселения людей на небесных телах Солнечной системы, а располагать искусственные сооружения в открытом (свободном) космическом пространстве. Подтверждением этой идеи Циолковского служит представленный проект-концепция развития космического туризма.

Литература

1. Циолковский К.Э. Промышленное освоение космоса. - М.: Машиностроение, 1989.
2. Тихонравов М.К. Работы Циолковского и современное ракетостроение» // Циолковский. - М.: Редакц.-изд. отдел Аэрофлота, 1939.
3. Пюреев Д.Б., Казначеев В.П., Дмитриев А.Н. Космопланетарная интеграция планеты. - М.: Изд-во «ООО Мироздание», 2009.
4. Белл Дж. Великий космос. – М.: Изд-во «Лаборатория знаний», 2015.
5. Рубан Д.А. Экономические аспекты развития космического туризма в регионах: критический анализ современных представлений // Региональная экономика: теория и практика. - 2018.

УДК 629.786.2

eLIBRARY.RU: 55.49.29

¹Аюкаева Д.М., ¹Беляев М.Ю.,

²Вепплер Й., ³Викельски М.,

¹Волков О.Н., ¹Воронин Ф.А.,

⁴Диттмар С., ⁴Питц В.,

¹Корнеев А.П., ¹Харчиков М.А.

¹ ПАО «РКК «Энергия» им. С.П. Королёва,

г. Королёв, Моск. обл.;

² ДЛР, Бонн, Германия;

³ Институт поведения животных Макса Планка,

Радольфцелл, Германия;

⁴ Спейстех, Имменштадт, Германия

**ПРОВЕРКА РАБОТСПОСОБНОСТИ НАУЧНОЙ
АППАРАТУРЫ «ИКАРУС» ПОСЛЕ УСТАНОВКИ НА БОРТ
СЛУЖЕБНОГО МОДУЛЯ РОССИЙСКОГО СЕГМЕНТА МКС
ICARUS SCIENTIFIC EQUIPMENT COMMISSIONING AFTER
INSTALLATION ABOARD SERVICE MODULE
OF ISS RUSSIAN SEGMENT**

Аннотация: На борт российского сегмента Международной космической станции (РС МКС) установлена и подключена научная аппаратура «Икарус», разработанная для проведения космического эксперимента по изучению перемещений животных и птиц на Земле с использованием космических технологий.

Перед началом проведения эксперимента требуется провести тесты для проверки взаимодействия антенного блока, установленного на МКС, и миниатюрных приёмо-передатчиков – тэгов, которые будут размещены на животных и птицах на Земле.

Ключевые слова: Международная космическая станция, перемещение, миграции животных, космический эксперимент Икарус.

Abstract: ICARUS scientific equipment designed for space experiment on tracking animal and bird migration on the Earth with space technologies involved is installed and connected aboard the Russian segment of the International Space Station.

Prior to the beginning of the experiment, it is necessary to perform functioning tests between the antenna assembly and tiny transmitter receivers, so called tags, which are put on animals and birds on the Earth.

Keywords: International Space Station, movement, animal migration, ICARUS space experiment.

Аппаратура «Икарус» создана и доставлена на борт РС МКС в рамках российского космического эксперимента «Ураган» и германского проекта ICARUS (International Cooperation Research Using Space – «Международное сотрудничество в области научных исследований животных с использованием космических технологий») [1].

Перед началом космического эксперимента требуется проверить аппаратуру и оценить технические возможности системы [2].

Антенны после установки на служебном модуле ориентированы таким образом, что сначала тэг попадает в поле зрения передающей антенны «Икарус», а затем – приёмной. Блок электроники обеспечивает обработку данных для обнаружения и распознавания слабых сигналов от 120 тегов, одновременно находящихся в поле зрения приёмных антенн.

Конструкция антенн «Икарус» обеспечивает за 24 часа покрытие около 70 % земной поверхности в диапазоне географических широт $\sim \pm 55.5^\circ$ (рис. 1).

Полное покрытие земной поверхности в данном диапазоне широт происходит за трое суток.

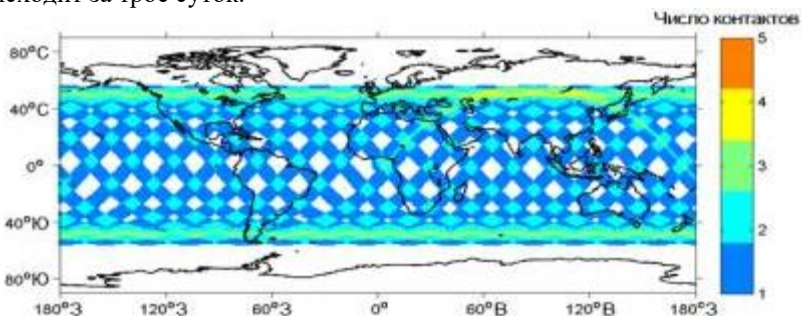


Рис. 1. Суточное покрытие земной поверхности в эксперименте с научной аппаратурой «Икарус»

Уже первые проведенные тесты подтвердили работоспособность аппаратуры и нормальное функционирование всей системы.

Литература

1. Беляев М.Ю., Викельски М., Лампен М., Легостаев В.П., Мюллер У., Науманн В., Тертицкий Г.М., Юрина О.А. Технология изучения

перемещения животных и птиц на Земле с помощью аппаратуры ICARUS на российском сегменте МКС // Космическая техника и технологии, № 3, 2015, с. 38-51.

2. Wepler J., Belyaev M., Solomina O., Wikelski M., Naumann W., Pitz W. ICARUS – Animal Observation from ISS // Proceedings of the International Astronautical Congress, IAC 68, Unlocking Imagination, Fostering Innovation and Strengthening Security. Сер. «68th International Astronautical Congress, IAC 2017: Unlocking Imagination, Fostering Innovation and Strengthening Security» 2017. P. 5312-5322.

УДК 629.786.2:519.242.5
eLIBRARY.RU: 55.49.29

**Беляев М.Ю., Боровихин П.А.,
Караваев Д.Ю., Рассказов И.В., Сармин Э.Э.**
ПАО «РКК «Энергия» им. С.П. Королёва,
г. Королёв, Московской обл.

**ТЕХНОЛОГИЯ НАВЕДЕНИЯ НАУЧНОЙ АППАРАТУРЫ
КРУПНОГАБАРИТНОЙ ОРБИТАЛЬНОЙ СТАНЦИИ
НА ИССЛЕДУЕМЫЕ ОБЪЕКТЫ
THE TECHNOLOGY OF AIMING THE SCIENTIFIC EQUIPMENT
OF A LARGE ORBITAL STATION ON THE OBJECTS IN STUDY**

Аннотация: Большое количество научных приборов, используемых при проведении экспериментов на орбитальной станции, требует их наведения на исследуемые объекты. Поэтому для выполнения исследований на МКС, полёт которой происходит в орбитальной ориентации, потребовалось разработать специальные технологии наведения научной аппаратуры (НА) на изучаемые объекты. Большие возможности по наблюдения исследуемых объектов появились на МКС после доставки на станцию подвижной платформы наведения «СОВА» (Система ориентации видеоспектральной аппаратуры). ППН «СОВА» позволяет осуществлять наведение НА на изучаемые объекты в автоматическом режиме, в том числе и по оптимальным законам управления. Разрабатывается также режим телеуправления через спутники-ретрансляторы для наведения НА оператором на Земле. Все эти новые возможности для наведения НА на исследуемые объекты и рассматриваются в докладе.

Ключевые слова: исследуемые объекты, научная аппаратура, наведение, МКС.

Abstract: A great amount of scientific instruments used for conducting experiments on the orbit station require targeting on the investigated objects. That is why for the ISS, whose flight takes place in an orbital orientation, it was necessary to create special technology guidance of scientific equipment (SE) to the studied object. Great opportunities for observing the studies objects appeared in the ISS after delivery of the moving guidance platform (MGV) «SOVA». MGV «SOVA» allows guidance of the SE on the studied objects in automatic mode, including optimal control algorithms. A remote control mode is also being developed via satellite transponders for guidance SE by an operator from Earth. All of those new abilities for guidance of the SE to the studies objects are considered in the report.

Keywords: studied objects, scientific equipment, guidance, ISS.

Большое количество научных приборов, используемых при проведении экспериментов на орбитальной станции (ОС), требует их наведения на исследуемые объекты. При проведении исследований на ОС серии «Салют» научная аппаратура (НА) обычно жёстко крепилась на корпусе станции, а наведение НА на изучаемые объекты осуществлялось с помощью разворотов станции и поддержания её ориентации в процессе наблюдения [1]. Выполнение экспериментов, требующих наведения НА, на орбитальном комплексе «Мир» осуществлялось по такой же схеме, однако, её реализация потребовала создания специального комплекса математических моделей вследствие больших размеров и сложной конструкции ОК «Мир» и ряда других причин [2], [3]. На ОК «Мир» была установлена также подвижная платформа наведения (ППН), управление которой при наведении на исследуемые объекты осуществлялось либо автоматически, либо, впервые в мире, с помощью режима телеуправления через геостационарные спутники-ретрансляторы [4].

Учёных, планировавших проводить исследования на международной космической станции (МКС) ожидал некоторый сюрприз. Основные направления исследований на американском сегменте (АС) станции МКС предусматривали исследование в области микрогравитации и медицины и не требовали специального управления ориентацией станции. Поэтому гиросины, установленные на американском сегменте, обладают относительно небольшим располагаемым кинетическим моментом и не позволяют выполнять развороты станции для наведения НА на исследуемые объекты. Стоит отметить, что для крупных орбитальных станций управление ориентацией с помощью инерционных исполнительных органов

оказывается весьма проблематичной задачей. На эту проблемы указывал ещё академик Борис Викторович Раушенбах [5]. Поэтому для выполнения исследований на МКС потребовалось разработать специальные технологии наведения НА на изучаемые объекты [5], [6]. На первом этапе полета МКС космонавтами использовались ручные методы наведения НА [7]. При этом были созданы и применялись специальные методы и приборы, облегчающие работу космонавтов по наведению ими используемых научных приборов на изучаемые объекты [8]. Было продолжено также совершенствование методов выполнения коррекций орбиты МКС для обеспечения наблюдений заданных объектов [9].

Большие возможности по наблюдению исследуемых объектов появились на МКС после доставки на станцию ППН «СОВА» (система ориентации видеоспектральной аппаратуры) [10]. ППН «СОВА» позволяет осуществлять наведение НА на изучаемые объекты в автоматическом режиме, в том числе и по оптимальным законам управления [11]. Разрабатывается также режим телеуправления через спутники–ретрансляторы для наведения НА оператором на Земле. Все эти новые возможности для наведения НА на исследуемые объекты и рассматриваются в докладе.

Литература

1. Беляев М.Ю. Научные эксперименты на космических кораблях и орбитальных станциях // Машиностроение 1984г., С. 264.
2. Беляев М.Ю., Зыков С.Г., Манжелей А.И., Рулёв Д.Н., Стажков В.М., Тесленко В.П. Математическое обеспечение автоматизированного планирования исследований на орбитальном комплексе «Мир» // Космические исследования, т.27, вып.1, 1989, С.126-134.
3. Ryumin V.V., Belyaev M.Y. «Problems of control arised during the implementation of scientific research program onboard the multipurpose orbital station» // Acta Astronautica. Vol. 15. September. 1987, pp. 739-746
4. Беляев М.Ю., Боровихин П.А., Бронников С.В., Караваев Д.Ю. Моделирование изображений, видимых из иллюминаторов пилотируемых орбитальных станций // Труды LI Научных чтений К.Э. Циолковского. Секция «Проблемы ракетной и космической техники» г. Калуга, 20-22 сентября 2016г., Казань, 2017г., С. 122-133.
5. Беляев М.Ю. Технология проведения экспериментов на орбитальном комплексе «Мир» и пути повышения эффективности исследований с помощью орбитальных станций // Труды L Научных чтений К.Э. Циолковского. Секция «Проблемы ракетной и

космической техники» г. Калуга, 15-17 сентября 2015г., Казань, 2016г., С. 258-277.

6. Микрин Е.А., Беляев М.Ю. Управление при наведении исследовательской аппаратуры орбитальной станции на изучаемые объекты // Материалы 10-й Всероссийской мультиконференции, 11-16 сентября 2017, Дивноморское, Геленджик, Том 2, Ростов на Дону – Таганрог, Издательство Южного федерального университета, С.172-174.

7. Беляев М.Ю., Десинов Л.В., Караваев Д.Ю., Сармин Э.Э., Юрина О.А. Изучение с борта российского сегмента Международной космической станции в рамках программы «Ураган» катастрофических явлений, вызывающих экологические проблемы // Журнал «Космонавтика и ракетостроение», № 1, 2015, С.71-79.

8. Бронников С.В., Караваев Д.Ю., Рожков А.С. Исследование технологии и средств привязки изображений Земли, полученных на пилотируемом космическом аппарате с помощью свободно перемещаемых камер // Космическая техника и технологии. № 2(13), 2016, С. 105–115.

9. Беляев М.Ю., Рулёв Д.Н., Юрина О.А. Вариант подхода к планированию наблюдений потенциально опасных ледников на земной поверхности с борта орбитальной станции // Журнал «Космонавтика и ракетостроение» №3, 2017, С. 107-115.

10. Беляев Б.И., Беляев М.Ю., Боровихин П.А., Голубев Ю.В., Ломако А.А., Рязанцев В.В., Сармин Э.Э., Сосенко В.А. Система автоматической ориентации научной аппаратуры в эксперименте «Ураган» на Международной космической станции // Космическая техника и технологии. № 4 (23), 2018. С. 70-80.

11. Беляев М.Ю., Боровихин П.А., Караваев Д.Ю. Рулёв Д.Н. Управление подвижными платформами при наведении научной аппаратуры на изучаемые объекты в эксперименте «Ураган» на Международной космической станции // XXIV Санкт-Петербургская Международная конференция по интегрированным навигационным системам, 29-31 мая 2017, С.44-47.

УДК 629.7

eLIBRARY.RU: 55.49.31

Есаков А.М.

ПАО РКК «Энергия» им. С.П. Королёва,
г. Королёв, Московской обл.

**ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ МОНИТОРИНГА ЗАДАНЫХ
ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ НАУЧНОЙ АППАРАТУРЫ
РОССИЙСКОГО СЕГМЕНТА МКС
THE ASSESSMENT OF MONITORING CAPABILITIES OF
SPECIFIED OBJECTS WITH THE HELP OF SCIENTIFIC
EQUIPMENT OF THE ISS RUSSIAN SEGMENT**

Аннотация: В рамках проводимых на борту российского сегмента МКС исследований по изучению земной поверхности проведена оценка возможностей мониторинга заданных объектов на примере Государственного природного биосферного заповедника «Брянский лес» с использованием спектрометрической научной аппаратуры «ВСС» и платформы наведения «СОВА», разработанных в эксперименте «Ураган».

Ключевые слова: Международная космическая станция, космические эксперименты, экология, дистанционное зондирование Земли, научная аппаратура.

Abstract: As part of the studies on the study of the Earth's surface carried out on board the ISS Russian segment, there was made an assessment of the monitoring capabilities of specified objects using the example of the Bryansk Forest State Natural Biosphere Reserve using the «VSS» spectrometric scientific equipment and the «SOVA» guidance platform developed in the «Uragan» experiment.

Keywords: International Space Station, space experiments, ecology, Earth remote sensing, scientific equipment.

По программе научно-прикладных исследований на борту российского сегмента Международной космической станции (РС МКС) проводятся космические эксперименты по изучению земной поверхности, отработке методов и аппаратуры для наблюдения Земли и оценки развития потенциально опасных и катастрофических явлений [1]. Отработка методов инвентаризации лесов, определения воздействий на лесной покров природных и техногенных факторов с использованием визуально-инструментального и спектрометрического мониторинга осуществляется в рамках эксперимента «Дубрава». Целью настоящего исследования является оценка возможностей мониторинга Государственного природного биосферного заповедника «Брянский лес» с помощью научной аппаратуры «ВСС» и платформы наведения «СОВА» [1-3].

Моделирование условий проведения съёмки

Для оценки возможностей мониторинга Государственного природного биосферного заповедника «Брянский лес» с помощью научной аппаратуры «ВСС» было проведено моделирование условий проведения сеансов его съёмки для двух режимов работы: ручной съёмки и съёмки с использованием платформы наведения «СОВА» (рис. 1).

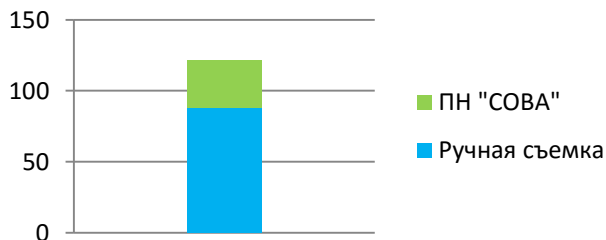


Рис. 1. Количество сеансов наблюдений заповедника «Брянский лес»

При этом учитывались различные ограничения: поле зрения аппаратуры, время занятости экипажа (для ручной съёмки), освещённость, статистические данные облачности в районе исследуемого объекта, а также его сезонность (рис. 2).

■ Сеансы в период вегетации ■ Сеансы в зимний период

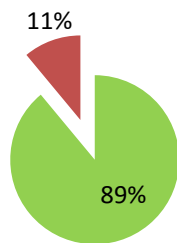


Рис. 2. Соотношение количества сеансов в зависимости от сезона

В результате проведенного исследования была оценена возможность наблюдений Государственного природного биосферного заповедника «Брянский лес» с помощью научной аппаратуры «ВСС» с учётом различных ограничений; при этом следует отметить эффективность применения платформы наведения «СОВА», позволяющей автоматизировать процесс съёмки.

Литература

1. Belyaev M.Y., Cheremisin M.V., Esakov A.M. Integrated monitoring of Earth surface from onboard ISS Russian segment // В сборнике: Proceedings of the International Astronautical Congress, IAC 2018.
2. Беляев Б.И., Беляев М.Ю., Боровихин П.А. и др. Система автоматической ориентации научной аппаратуры в эксперименте «Ураган» на Международной космической станции // Космическая техника и технологии. 2018. № 4 (23). С. 70-80.
3. Беляев М.Ю., Боровихин П.А., Караваев Д.Ю., Рулев Д.Н. Управление подвижными платформами при наведении научной аппаратуры на изучаемые объекты в эксперименте «Ураган» на Международной космической станции В сборнике XXIV Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам // Сборник материалов. Главный редактор В.Г. Пешехонов. 2017. С. 44-47.

УДК: 629.78

eLIBRARY.RU: 55.49.07

Бронников С.В.

ПАО РКК «Энергия» им. С.П. Королёва,
г. Королёв, Моск. обл.

ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ ПЕРСОНАЛА АСУ КА SPACE FLIGHT CONTROL SYSTEM PERSONNEL TRAINING SYSTEM DESIGN

Аннотация: В настоящее время в процессе создания космического комплекса разрабатываются учебно-тренировочные средства (УТС) для персонала управления полётом. Обосновывается необходимость перехода от разработки УТС к разработке системы подготовки персонала (СПП). Предложена структура СПП в виде иерархии управляемых контуров на основе модуля управляемого контура. Показано, что СПП является подсистемой автоматизированной системы управления космическим аппаратом (АСУ КА). Проектирование СПП должно базироваться на принципах проектирования автоматизированных систем. Рассмотрены вопросы организации работ по созданию СПП.

Ключевые слова: учебно-тренировочные средства, автоматизированная система управления космическим аппаратом, модуль управляемого контура, система подготовки персонала.

Abstract: Currently, in the process of creating a space complex, educational and training means (ETM) are being developed for spacecraft flight control system personnel. The necessity of transition from the development of ETM to the development of a personnel training system (PTS) is substantiated.

The structure of the PTS in the form of a hierarchy of controlled loops based on the controlled loop module is proposed. It is shown that the PTS is a subsystem of the spacecraft flight automated control system (SFACS).

The design of the PTS should be based on the principles of designing automated controlled systems. The organization chart of the work on the creation of PTS is considered.

Keywords: Educational and training means (ETM), spacecraft flight automated control system (SFACS), controlled loop module, personnel training system (PTS).

На современном этапе развития науки и техники невозможно рассматривать создаваемые технические средства сложных систем изолированно, как самостоятельные изделия [1, 2]. При проектировании практически любого элемента пилотируемого космического комплекса необходимо рассматривать его как систему в рамках системного подхода.

В настоящее время АСУ КА и её подсистемы разрабатываются в составе космического комплекса. В соответствии с официальным определением (ГОСТ Р 53802-2010) АСУ КА рассматривается в процессе проектирования как «совокупность взаимосвязанных технических средств наземного и/или бортового комплексов управления космического аппарата с программным обеспечением, предназначенных для обеспечения управления космическим аппаратом». Однако, решение большинства задач АСУ КА невозможно без участия многих людей – операторов. В общем случае это операторы КА – космонавты, десятки специалистов-операторов наземного комплекса управления, в основном, входящих в состав группы управления полётом [3]. Несмотря на это, в соответствии с официальным определением АСУ КА не включает персонал управления. Поэтому в схему деления космического комплекса, которая определяет состав разрабатываемых элементов комплекса, включены технические средства АСУ КА и её подсистемы, в том числе учебно-тренировочные средства (УТС) для подготовки

персонала. УТС для операторов АСУ КА включают: учебно-тренировочные комплексы, комплексные и специализированные тренажёры, штатные и учебные агрегаты, приборы, системы КА и наземного комплекса управления, специальное техническое и технологическое оборудование; технические средства обучения, обучающие устройства и технологии, компьютеры, учебные пособия, аудио- и видеоаппаратуру и др.

Однако, сами по себе УТС, какими бы совершенными они не были, не в состоянии решить конечную задачу. Эта задача решается надлежащим образом согласованным комплексом УТС и обслуживающих их людей (инструкторов, методистов, инженеров по обслуживанию оборудования, руководителей и др.), что может быть названо системой подготовки персонала (СПП). Изменение подхода от создания УТС к созданию СПП вносит серьезные изменения в практику и организацию проектирования космического комплекса. При таком подходе главным является не создание средств подготовки, а достижение цели, для обеспечения чего необходимо сформировать определённую совокупность технических и организационных средств с учётом обслуживающих их людей, которая способна реализовать эту цель.

Для исследования в целях анализа и синтеза необходимо определить более общее формирование, куда СПП входит как элемент. Для этого структура системы должна быть представлена так, чтобы в первую очередь можно было просматривать механизм управления СПП в целом и отдельными её частями. Одной из форм, удовлетворяющих этому требованию, является представление структуры системы в виде иерархии управляемых контуров на основе модуля управляемого контура [1]. Управляющая часть контура соответствует старшей в иерархическом отношении системе по сравнению с исследуемой системой, которая изображается управляемой частью. Предложена структура космического комплекса в виде иерархии управляемых контуров на основе модуля управляемого контура. Показано, что СПП является подсистемой АСУ КА.

Проектирование СПП должно базироваться на принципах проектирования автоматизированных систем. Предложены основные принципы проектирования СПП. На основе подхода [4] предложена структура процесса проектирования деятельности персонала СПП. Предложены критерий эффективности и постановка задачи проектирования СПП. Рассмотрены вопросы организации работ по созданию СПП.

Применение предложенного подхода позволит повысить эффективность процесса проектирования СПП за счёт сокращения затрат, сокращения сроков создания, повышения качества процессов подготовки персонала.

Литература

1. Мунипов В.М., Зинченко В.П. Эргономика: человекоориентированное проектирование техники, программных средств и среды: Учебник. — М.: Логос, 2001. — 356 с., ил.
2. Морозов В.П. Дымарский Я.С. Элементы теории управления ГАП. Математическое обеспечение. - Л.: Машиностроение, Ленинградское отделение, 1984. — 333 с., ил.
3. Соловьев В.А., Любинский В.Е., Лысенко Л.Н. Управление космическими полётами. В 2-х частях. М.: Изд. МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2010.
4. Бронников С.В., Шевченко Л.Г., Рожкова И.А., Смирнова О.В. Проектирование деятельности экипажа космического аппарата по парированию аварийных ситуаций. В сборнике «Идеи К.Э. Циолковского в инновациях науки и техники», материалы 51-х Научных чтений памяти К.Э. Циолковского. 2016. С. 94-96.

УДК 54.061

eLIBRARY.RU: 31.15.00

Пичугин С.Б.

Новикова С.Ю.

Станиловская В.И.

ПАО «РКК «Энергия» им. С.П. Королёва,
г. Королёв, Московской обл.

ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ НА БОРТУ МКС В 2019–2020 ГОДАХ TECHNICAL ASPECTS OF COMBUSTION RESEARCH ON BOARD OF THE ISS IN 2019–2020

Аннотация: Анализируются результаты работ по исследованию процессов горения на борту МКС в 2019 и 2020 годах, проведенных в рамках программы совместных российско-американских исследований.

Ключевые слова: программа совместных исследований, космический эксперимент, горение в условиях микрогравитации.

Abstract: The analysis of the outcome of space investigations on combustion research completed in 2019 – 2020 is presented. These investigations have been implemented under Russian and American Joint Research Programme.

Keywords: Joint Research Programme, space investigations, combustion in microgravity research.

В 2019-2020 годах в ходе экспедиций МКС-61 по МКС-63 выполнялись следующие космические эксперименты (КЭ) в рамках серии АКМЕ:

- КЭ «Адамант»,
- КЭ «s-FLAME»,
- КЭ «Фламенко».

В КЭ применялась интегрированная стойка CIR, размещённая в модуле «Destiny» АС МКС [1].

В КЭ «Адамант» (впервые реализован в МКС-59, завершён в МКС-60) исследовались «прямые» (образованные подачей горючего в атмосферу окислителя) и «обратные» (образованные подачей окислителя в атмосферу горючего) диффузионные пламена горючих метана и этилена – в атмосфере кислорода с добавками инертных газов – азота и диоксида углерода.

В КЭ «s-FLAME» (МКС-60 по МКС-62) исследовалось сферически симметричное диффузионное пламя, образуемое путём подачи топлива через сферическую горелку в неподвижную окислительную среду. Топлива: водород, метан и этилен. В топливные смеси вводились инертные разбавители: азот, гелий и двуокись углерода.

В КЭ «Фламенко» (МКС-58 по МКС-59) исследовали диффузионное пламя над плоской поверхностью круглой пористой горелки диаметром 25 мм или 50 мм. В качестве горючего использовались метан и этилен, а их разбавителями являлись азот и углекислый газ.

Перечень технических результатов, полученных в ходе проведения экспериментов этой серии в 2019 – 2020 годах, включает:

- получены данные, характеризующие поведение установок, связанных с процессами горения;
- определены некоторые типичных отказы таких установок;
- получены данные по наладке органов связи и управления таких установок;
- получены данные по работам, связанным с обслуживанием и ремонтом таких установок.

Опыт, накопленный в ходе КЭ, является ценным для проектирования двигательных установок [2], а также в области борьбы с огнём на борту аппаратов, осуществляющих полёт в условиях невесомости. Определилось ещё одно направление, где применяются результаты исследований процессов горения. Это переработка бытовых отходов с использованием технологии детонационного горения. Первые результаты в этой области выглядят весьма обнадеживающе, так как в разы повышается скорость переработки бытового мусора.

Литература

1. Пичугин С.Б., Артемьев О.Г., Прокопьев С.В., Кононенко О.Д., Овчинин А.Н., Фролов С.М. Эксперименты на МКС по горению газовых смесей. Некоторые результаты и наработанный технический опыт // Тр. XIII международной научно-практической конференции «Пилотируемые полёты в космос», – 2019. – С. 152-154.

2. Фролов С.М., Пичугин С.Б. Разработки в области детонационных двигателей и эксперименты по горению жидких капель в условиях микрогравитации // Тр. 16-й международной конференции «Авиация и космонавтика», – 2017. – С. 120-122.

УДК 533.9:629.7.001.5
eLIBRARY.RU: 55.49.29

¹Васильев М.М., ¹Дьячков Л.Г., ¹Петров О.Ф.,
²Савин С.Ф., ²Чурило И.В.

¹Объединенный институт высоких температур РАН,
г. Москва;
²ПАО РКК «Энергия» им. С.П. Королёва,
г. Королёв, Московской обл.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНТИПРОБКОТРОННОЙ МАГНИТНОЙ ЛОВУШКИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ АНСАМБЛЕЙ ПЫЛЕВЫХ ЧАСТИЦ В КОСМИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ ANTIPROBCOTRON MAGNETIC TRAP FOR DUST PARTICLES ANSEMBLES INVESTIGATIONS IN SPACE EXPERIMENTS

Аннотация: Статические магнитные ловушки можно использовать для формирования и удержания структур заряженных пылевых частиц для исследования сильновзаимодействующих кулоновских систем.

Идёт подготовка нового космического эксперимента «Кулон–магнит». Основными задачами нового эксперимента будут – исследование динамики и структуры активных монодисперсных и полидисперсных макрочастиц в неоднородном магнитном поле в условиях микрогравитации, в т. ч. фазовых переходов и эволюции таких систем при кинетическом разогреве пылевых макрочастиц лазерным излучением.

Ключевые слова: кулоновские структуры, магнитная ловушка, антипробкотрон, диамагнитные частицы, пылевые частицы, микрогравитация.

Abstract: Static magnetic traps may be used for forming and confining structures of charged dust particles in a gas discharge plasma in the context of our study of strongly interacting Coulomb systems. Preparation of new space experiment «Coulomb–magnet» is conducted. The main tasks of this experiment will be a study of the dynamics and structure of active monodisperse and polydisperse macroparticles in an inhomogeneous magnetic field under microgravity conditions, including phase transitions and the evolution of such systems in the kinetic heating of dust particles by laser radiation.

Keywords: Coulomb structures, magnetic trap, antiproton, diamagnetic particles, dust particles, microgravity.

В последние десятилетия большое внимание во многих научных центрах мира уделяется исследованию сильно взаимодействующих кулоновских систем [1, 2]. В работе [3] предложен новый способ создания ловушек для заряженных пылевых частиц. Для удержания пылевых структур и экспериментального изучения сильновзаимодействующих кулоновских систем может быть использована левитация диамагнитных тел в неоднородном стационарном магнитном поле. Первые эксперименты с магнитной ловушкой были проведены в наземной лаборатории ОИВТ РАН совместно со специалистами РКК «Энергия» [4]. Основным элементом экспериментальной установки являлся электромагнит постоянного тока. Потенциальная яма для диамагнитных частиц создавалась в промежутке шириной 2 мм между полюсами электромагнита с наконечниками специальной конфигурации. Применялись графитовые частицы, так как графит обладает максимальной удельной магнитной восприимчивостью.

В экспериментах с лабораторной установкой удалось создать кластеры, состоящие всего из нескольких частиц. Была показана принципиальная возможность создания магнитных ловушек для

диамагнитных частиц. В отличие от плазменно-пылевых кристаллов, описанная методика формирования устойчивых пространственных структур, состоящих из заряженных диамагнитных частиц, позволяет проводить эксперименты в жидкостях, неионизованном газе и в вакууме. При этом реализуется кулоновское взаимодействие между частицами. Для создания и изучения больших по размерам (объёмом несколько десятков кубических сантиметров) устойчивых трёхмерных структур – кулоновских кристаллов и кулоновских жидкостей, содержащих десятки тысяч диамагнитных частиц, в наземных условиях необходимы электромагниты, создающие поля более 10 Т с градиентами ~ 10 Т/см. В условиях невесомости для формирования протяжённых структур заряженных диамагнитных частиц достаточны поля порядка 0.1 Т с градиентами ~ 0.1 Т/см.

Для изучения протяжённых кулоновских структур макрочастиц в условиях микрогравитации на российском сегменте Международной космической станции (РС МКС) был проведен космический эксперимент «Кулоновский кристалл» (КУК) [5].

В настоящее время идёт подготовка к проведению нового эксперимента на РС МКС «Кулон-магнит». Его целью является изучение эволюции открытых диссипативных структур кулоновских макрочастиц в неоднородном магнитном поле в условиях микрогравитации. Будут изучаться процессы самоорганизации в открытых диссипативных структурах кулоновских макрочастиц в газовой атмосфере и жидкости в антипробкотронном магнитном поле.

В новой аппаратуре «Кумаг» магнитное поле будет создаваться постоянными магнитами, что исключает необходимость использования электромагнитов. Изменение индукции магнитного поля будет осуществляться изменением расстояния между постоянными магнитами. При этом возможно достижение значительно более сильных полей, чем с электромагнитами. В рабочей зоне магнитное поле будет изменяться в пределах 600–6000 Гс, что почти на порядок величины превышает поля, достижимые в аппаратуре «КУК». Это даст возможность экспериментального исследования структур диамагнитных частиц не только графита, но и других веществ с меньшей удельной магнитной восприимчивостью (например, стекло, медь, пластики и др.). Также предполагается изучение коллоидных систем с дисперсными диамагнитными материалами в жидкости в магнитном поле. Результаты экспериментов могут найти применение в новых методах 2D и 3D самосборки, а также бесконтактных технологиях получения новых материалов в условиях микрогравитации.

Литература

1. Фортов В.Е., Храпак А.Г., Храпак С.А., Молотков В.И., Петров О.Ф. Пылевая плазма // УФН. 2004. Т. 174. № 5. С. 495-544.
2. Фортов В., Хавнес О., Хораньи М., Ивлев А., Храпак А., Храпак С., Клумов Б., Молотков В., Морфилл Г., Петров О., Томас Х., Ваулина О., Владимиров С. Комплексная и пылевая плазма. Из лаборатории в космос. Под ред. В. Фортова и Г. Морфила. М: Физматлит. 2012. 445 с.
3. Савин С.Ф., Марков А.В., Петров О.Ф., Фортов В.Е. Электромагнит для проведения экспериментов на борту РС МКС // Поверхность. Рентгеновские, синхротронные и нейтронные исследования. 2004. Т. 6. С. 55–58.
4. Savin S.F., D'yachkov L.G., Vasiliev M.M., Petrov O.F., Fortov V.E. Clusters of charged diamagnetic particles levitating in nonuniform magnetic field // Europhysics Letters. 2009. V. 88. P. 64002.
5. Савин С.Ф., Дьячков Л.Г., Васильев М.М., Петров О.Ф., Фортов В.Е. Кулоновский ансамбль заряженных диамагнитных макрочастиц в неоднородном магнитном поле в условиях микрогравитации // Письма в ЖЭТФ. 2011. Т. 94. Вып. 7. С. 548–552.

УДК 533.9:629.7.001.5

eLIBRARY.RU: 55.49.29

¹Васильев М.М., ¹Дьячков Л.Г., ¹Петров О.Ф.,
²Савин С.Ф., ²Цурило И.В.

¹Объединенный институт высоких температур РАН, г. Москва;

²ПАО РКК «Энергия» им. С.П. Королёва,
г. Королёв, Московской обл.

КОСМИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ «КУЛОН-ПЛАЗМА» НА МКС THE COSMIC EXPERIMENT «COULOMB-PLASMA» ONBOARD ISS

Аннотация: Задачей планируемого эксперимента является изучение эволюции открытых диссипативных систем сильно взаимодействующих макрочастиц в газоразрядной плазме, получение данных о фазовых переходах, происходящих в таких системах и о процессах самоорганизации. Будет уделено внимание динамике активных броуновских частиц, способных преобразовывать энергию,

получаемую извне, в кинетическую энергию своего движения, а также динамике дефектов и дислокаций в упорядоченных плазменно-пылевых структурах.

Ключевые слова: пылевая плазма, микрогравитация, космический эксперимент, открытые диссипативные системы, активные броуновские частицы.

Abstract: The aim of the experiment planned is to study the evolution of open dissipative systems of strongly interacting macroparticles in a gas-discharge plasma, to obtain data on phase transitions and processes on self-organization. Attention will be paid to the dynamics of active Brownian particles capable of converting the energy received from outside to the kinetic energy of their motion, as well as the dynamics of defects and dislocations in ordered plasma-dust structures.

Keywords: dusty plasma, microgravity, cosmic experiment, open dissipative systems, active Brownian particles.

Исследования пылевой плазмы – плазмы, содержащей заряженные частицы микронных и субмикронных размеров, – активно проводятся уже около четверти века во многих лабораториях на Земле, а также в условиях микрогравитации на борту Международной космической станции [1, 2].

Макрочастицы, находящиеся в плазме, приобретают электрический заряд и представляют собой дополнительный заряженный компонент плазмы. Пылевой компонент может существенно влиять на ионизационное равновесие. Заряд пылевых частиц не является фиксированным, а определяется параметрами окружающей плазмы и может изменяться во времени и в пространстве. При определённых условиях пылевые частицы могут являться источником электронов, так как при достаточно высокой температуре частиц возможны термо-, фото- и вторичная электронные эмиссии. При высокой интенсивности этих процессов возможен положительный заряд пылевых частиц.

При проведении экспериментов с пылевой плазмой в условиях наземных лабораторий необходимо принимать во внимание силы гравитации, действующие на дисперсные макрочастицы. Плазменно-пылевые системы, изучаемые в наземных условиях, являются анизотропными и сильно неоднородными в вертикальном направлении.

Сеансы КЭ «Кулон-плазма» будет выполнять один член экипажа РС МКС, но в некоторых случаях может потребоваться помощь второго члена экипажа. После выполнения серии сеансов КЭ на Землю будет доставлен компьютерный жёсткий диск, содержащий

информацию по эксперименту. Небольшие объёмы оперативной информации при необходимости могут быть переданы при сеансах связи с центром управления полётом, как это практиковалось в серии экспериментов «Плазменный кристалл» и «Кулоновский кристалл».

В рамках планируемого эксперимента будут исследоваться следующие актуальные вопросы современной физики: фазовые переходы и изучение динамики активных броуновских частиц в газоразрядной плазме, структурные фазовые переходы в открытых диссипативных плазменно-пылевых системах, гомогенная и гетерогенная кристаллизация плазменно-пылевых систем. Будет изучена динамика дефектов и дислокаций в структурах плазменно-пылевых систем, динамика переохлаждённых плазменно-пылевых жидкостей, кинетика стеклования плазменно-пылевых жидкостей, волновые и ударные процессы в плазменно-пылевых системах.

Литература

1. Фортов В.Е., Храпак А.Г., Храпак С.А., Молотков В.И., Петров О.Ф. Пылевая плазма // УФН. 2004. Т. 174. № 5. С. 495-544.
2. Фортов В., Хавнес О., Хораньи М., Ивлев А., Храпак А., Храпак С., Клумов Б., Молотков В., Морфилл Г., Петров О., Томас Х., Ваулина О., Владимиров С. Комплексная и пылевая плазма. Из лаборатории в космос. Под ред. В. Фортова и Г. Морфила. М: Физматлит, 2012. 445 с.

УДК 629.787

eLIBRARY.RU: 89.00.00

Косенкова А.В., Симонов А.В., Гордиенко Е.С.
АО «НПО им. С.А. Лавочкина»,
г. Химки, Московской обл.

ИССЛЕДОВАНИЕ ДОСТИЖИМЫХ РАЙОНОВ ПОСАДКИ НА ПОВЕРХНОСТИ ВЕНЕРЫ ДЛЯ ПОСАДОЧНЫХ АППАРАТОВ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ INVESTIGATION OF REACHABLE LANDING AREAS ON THE VENUS SURFACE FOR VARIOUS TYPES OF A LANDER

Аннотация: Доклад посвящён рассмотрению достижимых районов посадки на поверхности Венеры для посадочных аппаратов различных типов. Проводится исследование возможных зон посадки с учётом предполагаемых дат и окон старта в рамках проекта «Венера-Д» и

принятой схемы перелёта с отделением посадочного аппарата за несколько суток до подлёта к планете. Рассмотрены различные типы посадочных аппаратов и показаны возможности по увеличению посадочных зон при использовании аппарата, способного осуществлять маневры при спуске в атмосфере.

Ключевые слова: места посадки, посадочный аппарат, схема спуска, маневренность, Венера.

Abstract: The report is devoted to considering achievable landing areas on the Venus surface for various types of a lander. Investigation of possible landing areas is being held taking into account the expected dates and launch windows as a part of the «Venera-D» project and the adopted flight scheme with separation of the lander a few days before approaching the planet. Various types of a lander are considered and possibilities for increasing landing zones when using a lander capable of maneuvering descent in the atmosphere are shown.

Keywords: landing areas, lander, descent scheme, maneuverability, Venus.

Изучение Венеры представляет большой интерес с точки зрения сравнительной планетологии. И, несмотря на успешную работу многочисленных орбитальных и посадочных аппаратов в прошлом и некоторых орбитальных аппаратов в настоящем, таких как «Венера-Экспресс» и «Акацуки», фундаментальные вопросы, связанные с происхождением и эволюцией Венеры, её атмосферы и климата (а соответственно и земного), остаются нерешёнными, и их нельзя решить на основе наблюдений только с орбиты. Необходимы прямые измерения в атмосфере и на поверхности с использованием атмосферных зондов и посадочных аппаратов.

В настоящее время для продолжения изучения Венеры в России и за рубежом рассматриваются различные варианты программ фундаментальных космических исследований. При этом актуальными становятся вопросы создания посадочного аппарата, который способен не только совершить посадку на поверхность планеты, но и достичь заданные районы, наиболее интересные учёным для изучения.

Проблема выбора места посадки является сложным и комплексным вопросом, который должен учитывать многие требования как с научной, так и с технической стороны, при этом должен быть учтён и ряд требований и ограничений, накладываемых баллистической схемой перелёта, зонами радиовидимости аппарата, а также особенностями местности.

Районы посадки космического аппарата определяются в первую очередь вектором относительной скорости на бесконечности его прилёта к Венере. Этот вектор меняется в зависимости от дат старта и достижения поверхности планеты. Важным параметром, влияющим на положение доступного места посадки, является также допустимая максимальная перегрузка при входе в атмосферу, которая зависит от угла входа в атмосферу и её характеристик.

В результате проведенного исследования представлены достижимые районы посадок с учётом дат старта в диапазоне 2028-2032 гг. в рамках разрабатываемого проекта «Венера-Д» и принятой схемы перелёта с отделением посадочного аппарата за несколько суток до подлёта к планете для аппарата баллистического типа, рассматриваемого на данный момент в проекте «Венера-Д» и аналогичного посадочным аппаратам серии «Венера» и «Вега», а также показаны возможности по увеличению данных зон при использовании аппарата класса «несущий корпус», способного осуществлять управляемый спуск и посадку на поверхность Венеры, что в свою очередь позволит расширить выбор потенциально интересных для изучения зон. Кроме того, для аппарата класса «несущий корпус» характерно уменьшение максимальных перегрузок по сравнению с аппаратом баллистического типа, что обеспечивает сохранение работоспособности аппаратуры при спуске в атмосфере планеты.

УДК 528.08:528.07
eLIBRARY.RU: 55.49.29

Дмитриев А.О.
АО «НПО им. С.А. Лавочкина»,
г. Химки, Московской обл.

ДВУХВОЛНОВАЯ ОПТИЧЕСКАЯ ЛУННАЯ НАВИГАЦИОННАЯ СИСТЕМА TWO-WAVE OPTICAL LUNAR NAVIGATION SYSTEM

Аннотация: Предлагается создание глобальной лунной оптической навигационной системы на основе располагаемых на поверхности Луны световых маяков, работающих на двух длинах волн. Данная система на основе оптико-электронных приборов на космических аппаратах и световых маяков позволит получить высокоточную

систему навигации как на поверхности Луны, так и в окололунном пространстве.

Ключевые слова: Луна, навигация, телескоп, светодиодные маяки.

Abstract: The article proposes the creation of a global lunar optical navigation system based on light located on the lunar surface, operating at two wavelengths. This system, based on optoelectronic devices on spacecraft and light beacons, will make it possible to obtain a high-precision navigation system both on the surface of the moon and in near-moon space.

Keywords: moon, navigation, telescope, LED beacons.

Проведение будущего освоения Луны, а также её детального изучения должно опираться на высокоточную систему позиционирования находящихся на Луне объектов. Системы спутникового глобального позиционирования на Земле успешно функционируют уже много лет [1], позволяя пользователям в любой момент определять свое положение с погрешностью менее 5 метров.

В работе [2] детально анализируется необходимое количество космических аппаратов для создания радиотехнической лунной навигационной системы и показано, что для этого требуется группировка из 18 лунных навигационных спутников и сложная система управления данным комплексом.

Поэтому крайне привлекательной представляется идея разработать лунную навигационную связную систему (ЛНСС) на новых принципах, которые позволяют обойтись минимальным числом навигационных спутников. Кроме того, нужна такая система, которую можно поэтапно наращивать от локальной системы (для отдельного района Луны) до глобальной (по всей поверхности Луны), и от периодической возможности позиционирования объекта до круглосуточной с высокой оперативностью измерений [3].

Основной проблемой создания такой навигационной системы является оптимальный выбор опико-физических характеристик конструкции светодиодного маяка.

Задача оптического маяка – фиксация навигационного репера на теле Луны и высокоточное измерение его селенодезических координат.

Выбор длины волны маяка определяется отражательной способностью лунного грунта и спектральной чувствительностью оптических приборов наблюдения. Поэтому возможен выбор двух типов излучателей: на длинах волн $\lambda=0.85$ мкм и $\lambda=0.28$ мкм. Использование двух типов световых маяков – УФ-диапазона и ИК-диапазона позволит наблюдать реперные маяки космическими

аппаратами как с орбиты Луны, так и при их размещении в точке Лагранжа. УФ-излучатели позволят снизить шумы и засветку солнечным излучением при наблюдении маяка космическими аппаратами, а ИК излучение сможет проходить через земную атмосферу и использоваться для регистрации наземными телескопами. Предложенная навигационная система на основе измерительных оптико-электронных приборов на космических аппаратах и световых маяков на позиционируемых объектах позволит иметь высокоточную систему навигации, которая обеспечит пространственное позиционирование объектов как на поверхности Луны, так и в окололунном пространстве.

Литература

1. ГЛОНАСС. Принципы построения и функционирования / Под ред. А.И. Перова, В.Н. Харисова. 4-е изд. - М.: Радиотехника, 2010. 800 с.
2. Гордиенко Е.С., Ивашкин В.В., Симонов А.В. Анализ устойчивости орбит искусственных спутников Луны и выбор конфигурации лунной навигационной спутниковой системы // Вестник НПО им. С.А. Лавочкина. 2016. № 4. С. 40-54.
3. Ширенин А.М., Мазурова Е.М., Багров А.В. Построение высокоточной селенодезической системы координат на физической поверхности Луны с помощью светодиодных маяков, расположенных на её поверхности // Космические исследования. 2016. Т. 54, № 6. С. 493-498.

УДК: 629.7.036.52

eLIBRARY.RU: 89.23.99

Синицын Л.И., Белоконов И.В.
Самарский университет, г. Самара

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОРРЕКЦИИ ОРБИТЫ НАНОСПУТНИКА С ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКОЙ RESEARCH OF EFFICIENCY OF ORBIT CORRECTION FOR NANOSATELLITE WITH ELECTROTHERMAL PROPULSION SYSTEM

Аннотация: Разработана имитационная модель формирования корректирующего импульса для наноспутника (НС) с учётом особенностей электротермической двигательной установки (ЭТДУ).

Выполнен в вероятностной постановке анализ движения НС при выдаче разгонного импульса. На основе регрессионного и факторного анализа оценено влияние параметров НС и ЭТДУ на динамику движения и изменение траекторных параметров и сформированы рекомендации к требуемой точности знания проектных параметров.

Ключевые слова: наноспутник, электротермическая двигательная установка, стохастическая модель движения, вектор прироста скорости.

Abstract: A simulation model of the formation of a correcting pulse for a nanosatellite (NS) has been developed taking into account the features of an electrothermal propulsion system. An analysis of the motion of a NS during the generation of an acceleration pulse is performed in a probabilistic formulation. Based on the regression analysis, the influence of the parameters of the NS and propulsion system on the dynamics of motion and the change in trajectory parameters is estimated and recommendations are made for the required accuracy of the knowledge of the design parameters.

Keywords: nanosatellite, electrothermal propulsion system, stochastic motion model, velocity increment vector.

Одной из актуальных проблем в области создания космических аппаратов нанокласса является создание миниатюрных двигательных установок, которые позволяют поддерживать и корректировать орбиту, а также обеспечивать увод НС с орбиты. Для успешного проведения космических миссий необходимо иметь адекватные математические модели, которые должны носить вероятностный характер и учитывать комплекс всевозможных факторов, в значительной мере влияющих на движение НС. В работе предлагается модель, позволяющая в вероятностной постановке прогнозировать результат коррекции орбиты НС при использовании ЭТДУ.

Задача моделирования процесса коррекции движения рассматривается в вероятностной постановке. В качестве случайных рассматриваются параметры НС и ЭТДУ, а также начальные условия движения при общем количестве 36. Перечень основных конструктивных параметров, величины которых распределены по равномерному закону, приведен в табл. 1.

Таблица 1. Основные конструктивные параметры НС и ДУ

Параметр	Минимальное значение	Максимальное значение
Радиус критического сечения сопла	0,15 мм	0,25 мм

Температура газа на входе в сопло	400 К	450 К
Давление на входе в сопло	500 кПа	510 кПа
Угловое отклонение продольной оси сопла от продольной оси НС в плоскостях X_1OZ_1, X_1OY_1	-1	1
Длительность выхода на установившийся режим, длительность спада тяги	1 с	2 с
Смещение сопла относительно геометрического центра	(-16 см -0,5 см -0,5 см)	(-16 см 0,5 см 0,5 см)

Вектор прироста скорости вычисляется как разница между вектором скорости НС в орбитальной системе координат (ОСК) в момент T после выдачи импульса тяги и вектором скорости до выдачи импульса тяги в ОСК.

Гистограммы распределения значений проекций вектора прироста скорости показаны на рис. 1. Для получения гистограмм проводилась серия статистических испытаний с объёмом выборки 40000, что приблизительно соответствует 0,5% точности получения вероятностных оценок.

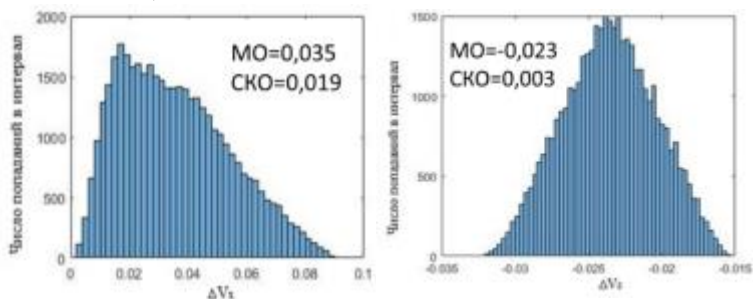


Рис. 1. Гистограммы прироста скорости:

а) проекция на ось OX в ОСК; б) проекция на ось OZ в ОСК

Отметим, что прирост скорости по оси OY в ОСК (ось направлена вдоль местной вертикали) оказался незначителен.

Для определения факторов, существенно влияющих на приращение скорости наноспутника, проведен регрессионный анализ. Полученные уравнения регрессии для проекций вектора прироста скорости ΔV_x и ΔV_z имеют вид:

$$\Delta V_x = -0,1704 - 0,0233BS_y + 568,0782R_{кр} + 1,0878 \times 10^{-7}p \\ + +0,028t_1 - 0,0032t_2,$$

$$\Delta V_z = -0,0012 + 0,0585\beta + 2,5595R_{кр} - 0,0076t_1 - 0,0077t_2,$$

где BS_y – смещение центра масс топливного бака относительно сопла по оси OY_1 связанной системы координат;

$R_{кр}$ – радиус критического сечения сопла, м;

p – давление рабочего тела на входе в сопло, Па;

t_1 – длительность выхода на режим, с;

t_2 – длительность затухания импульса тяги, с;

β – отклонение сопла в поперечной плоскости X_1OY_1 , рад.

На основании полученных уравнений регрессии определён вклад основных проектных параметров НС и ЭТДУ на проекции вектора прироста скорости в ОСК. Наибольшее влияние оказывают следующие параметры: радиус критического сечения сопла ЭТДУ (более 97%), отклонение сопла ЭТДУ от продольной оси НС (более 2%), длительность выдачи импульса тяги (менее 1%).

Литература

1. Разработка блока маневрирования для наноспутника. Самарский университет. Рук. И.В. Белоконов; исполн. А.В. Ивлиев [и др.]. – Самара, 2017 г. (отчёт, 88 стр.).
2. Разработка систем космических аппаратов / Суайнерд Г., Старк Д. Под редакцией П. Фортеस्कью; Пер. с англ. – М.: Альпина Паблишер, 2016. – 764 с.
3. Кобзарь, А.И. Прикладная математическая статистика. Для инженеров и научных работников. – М.: Физматлит, 2006. – 816 с.

УДК 683.878.2

eLIBRARY.RU: 55.42.42+55.42.03+44.31.03

Алтуниев К.В., Петров Р.А.

Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева – КАИ,
г. Казань

**РАСЧЁТ ТЕМПЕРАТУРЫ СТЕНКИ ТОПЛИВНОГО
КАНАЛА ФОРСУНКИ С ЦЕЛЮ ЭФФЕКТИВНОГО
ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ОСАДКООБРАЗОВАНИЯ
CALCULATION OF TEMPERATURE OF A FUEL
CHANNEL WALL OF A SPRAYER WITH THE PURPOSE OF
EFFECTIVE DEPOSIT FORMATION PREVENTION**

Аннотация: Проведено исследование с целью определения температуры стенки топливного канала форсунки. Результаты нового расчёта показывают, что возможно спрогнозировать расход топлива с целью достижения необходимой температуры стенки и предотвращения осадкообразования.

Ключевые слова: форсунка, температура, формула, осадкообразование.

Abstract: Research has been carried out to determine temperature of a fuel channel wall of a fuel sprayer. New calculation results have been obtained afterwards, which make it possible to predict fuel flow with the purpose of achievement of necessary temperature and deposit formation prevention as well.

Keywords: fuel sprayer, temperature, equation, deposit formation.

Известно, что при эксплуатации воздушных, аэрокосмических, космических и гиперзвуковых летательных аппаратов одно- и многократного использования на жидких углеводородных горючих и охладителях (УВГ и УВО) происходит сокращение их ресурса и возникают аварийные ситуации, связанные с осадкообразованием в каналах рубашек охлаждения двигателей, а также в форсунках. Из-за повышенных температур на внутренних стенках форсунок, например, ВРД, ГТД, ГПВРД, ЖРД, гибридных двигателей, образуются твёрдые углеродсодержащие осадки. Одним из самых простых и перспективных способов предотвращения осадкообразования является охлаждение или поддержание температуры внутренней металлической стенки форсунки до температуры 373 К и ниже, т.к. в этом случае осадок не образуется.

В ходе исследования был проведен теоретический расчёт температуры внутренней стенки форсунки [1] при помощи выведенной ранее формулы [2].

На основе данной формулы [2] разработана методика расчёта температуры внутренней стенки форсунки (внутренней стенки рубашки охлаждения форсунки) или топливного канала. При этом вначале необходимо задать примерную среднюю температуру

теплоносителя (жидкого УВГ и УВО), а затем по таблицам или полученным графикам определить требуемый расход охладителя, определить гидравлический диаметр канала и режим течения в нём, найти числа Nu , Pr , Re , найти коэффициент теплоотдачи α от стенки к теплоносителю, по формуле [2] вычислить температуру. В случае если температура стенки окажется выше требуемой, то необходимо провести расчёт снова, задавшись более высоким расходом УВГ или УВО. Расчёт заканчивается, когда температура стенки будет достигать требуемой и необходимой температуры.

Таким образом, открывается возможность быстрого и простого нахождения температуры внутренней стенки охлаждаемой форсунки двигателей ЛА, КЛА, ГЛА на основе новой методики расчёта – для обеспечения предотвращения негативного процесса осадкообразования.

Применение данной методики будет способствовать созданию новых форсунок и двигателей повышенных характеристик по ресурсу, надёжности и эффективности для отечественных ЛА, КЛА, ГЛА одно- и многократного использования и различного назначения.

Литература

1. Алтунин К.В. Форсунка. Патент РФ на изобретение № 2447362. МПК F23D11/36, F23K5/18. Бюл. №10 от 10 апреля 2012 г.
2. Алтунин К.В. Теоретический расчёт температуры стенки топливного канала форсунки с целью предотвращения осадкообразования // LXXIV Международные научные чтения памяти А.Л. Чижевского: Сборник статей МНТК (12 мая 2020 г., г. Москва) / отв. ред. А.А. Сукиасян. - Москва: ЕФИР, 2020. С. 36-38.

УДК 621.45.00.11.030

eLIBRARY.RU: 89.25.00+55.42.49+55.42.47

**Алтунин В.А., Львов М.В.,
Гинятуллин И.А., Каськов А.С.,
Платонов Е.Н., Щиголов А.А.,
Яновская М.Л.**

Казанский национальный исследовательский
технический университет им. А.Н. Туполева - КАИ,
г. Казань;

¹Центральный институт авиационного
моторостроения им. П.И. Баранова,
г. Москва

**РАЗРАБОТКА ТОПЛИВНО-МАСЛЯНЫХ
ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ
ВОЗДУШНЫХ И АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ
АППАРАТОВ
DEVELOPMENT OF FUEL-OIL HEAT EXCHANGERS FOR AIR
AND AEROSPACE AIRCRAFT ENGINES**

Аннотация: Проведен анализ существующих теплообменных аппаратов (ТА) для различных авиационных (воздушных), аэрокосмических летательных аппаратов (ЛА), включая гиперзвуковые ЛА (ГЛА), ГЛА одно- многократного использования. Выявлены проблемы топливно-масляных ТА, где главной является проблема осадкообразования, из-за чего сокращается ресурс, надёжность и эффективность ТА и всего двигателя. Предложены новые конструктивные схемы ТА повышенных характеристик.

Ключевые слова: системы смазки и топливоподачи двигателей летательных аппаратов, топливно-масляный теплообменный аппарат.

Abstract: Analysis of existing heat exchange devices (TA) for various aircraft (air), aerospace aircraft (aircraft), including hypersonic aircraft (GLA), one GLA - reusable. Problems of fuel and oil TA were identified, where the main problem is the problem of precipitation, which reduces the life, reliability and efficiency of the TA and the entire engine. New design diagrams of TA of increased characteristics are proposed.

Keywords: aircraft engine lubrication and fuel supply systems, fuel-oil heat exchanger.

Теплообменные топливно-масляные теплообменные аппараты являются важной составной частью ВРД, ГТД, ГПВРД, гибридных двигателей и энергоустановок для воздушных, аэрокосмических и гиперзвуковых летательных аппаратов одно- и многократного использования. Одной из проблем их эксплуатации является сокращение ресурса и надёжности из-за образования твёрдых углеродистых отложений, особенно для ЛА, ГЛА многократного использования (в том числе, и воздушно-космических самолётов – ВКС).

На основе проведенных экспериментальных исследований с жидкими углеводородными горючими (УВГ) и авиационными моторными маслами созданы новые конструктивные схемы различных топливно-масляных ТА повышенных характеристик по ресурсу, надёжности и эффективности. Показано, что наиболее эффективными

будут являться ТА, в которых заложены существующие и перспективные способы борьбы с осадкообразованием в жидких УВГ и авиационных моторных маслах.

Новые ТА будут обладать возможностью проведения оперативного контроля за тепловыми и термодинамическими процессами, происходящими внутри и снаружи рабочих трубок, с выводом данных в бортовой компьютер, на табло лётчика-космонавта и наземного оператора. Разборные конструкции перспективных ТА откроют возможность их быстрой очистки, ремонта и восстановления работоспособности без съёма с ЛА, ГЛА, ВКС и без отправки на заводской ремонт (в земных условиях – между полётами). Разработаны новые методики по проектированию эффективных топливно-масляных ТА.

Применение материалов доклада будет способствовать созданию новых отечественных ТА для различных ЛА, у которых будут повышенные характеристики по ресурсу, надёжности и эффективности.

Литература

1. Алтунин В.А., Львов М.В., Каськов А.С., Щиголов А.А., Яновская М.Л. Анализ эффективности применения электростатических полей в существующих и перспективных системах смазки двигателей летательных аппаратов воздушного и аэрокосмического базирования // Материалы 54 научных чтений памяти К.Э. Циолковского. (Калуга, ГМИК, 17-19 сентября 2019 г.). РАН. РАКЦ. Калуга: Изд-во АКФ «Политоп», 2019. Ч. 1. С. 345- 347.

УДК 629.735.33.01

eLIBRARY.RU: 89.25.00+55.49.00+55.42.49+55.42.47

**Алтунин В.А., Алтунин К.В., Абдуллин М.Р.,
Петров Р.А., Ямалеев Л.Р.,¹Яновская М.Л.**

Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева - КАИ,

г. Казань;

¹ Центральный институт авиационного моторостроения
им. П.И. Баранова,
г. Москва

**АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ
ИССЛЕДОВАНИЙ ГАЗООБРАЗНОГО МЕТАНА
В УСЛОВИЯХ ЕГО ВЫНУЖДЕННОЙ КОНВЕКЦИИ
ANALYSIS OF THE RESULTS OF EXPERIMENTAL
STUDIES OF GASEOUS METHANE
UNDER THE CONDITIONS OF ITS FORCED CONVECTION**

Аннотация: В связи с переводом наземной, воздушной, аэрокосмической и космической техники на метановые топлива, возникают проблемы с правильным расчётом тепловых процессов, которые происходят в двигателях и энергоустановках различных ЛА, КЛА, ГЛА. На основе проведенных экспериментальных исследований созданы новые методики расчёта тепловых процессов при переходе метана из сжиженного в газообразное состояние. Показаны возможные пути повышения эффективности, ресурса и надёжности двигателей и энергоустановок ЛА, КЛА, ГЛА одно- и многоразового использования.

Ключевые слова: сжиженный и газообразный метан, естественная и вынужденная конвекция, ресурс, надёжность, эффективность.

Abstract: Due to the transfer of ground, air, aerospace and space technology to methane fuels, problems arise with the correct calculation of thermal processes that occur in engines and power plants of various aircraft, spacecraft, GLA. Based on the experimental studies, new methods for calculating thermal processes during the transition of methane from liquefied to gaseous state were created. Possible ways to increase efficiency, life and reliability of engines and power plants of aircraft, CAS, GLA of one - and reusable use are shown.

Keywords: liquefied and gaseous methane, natural and forced convection, resource, reliability, efficiency.

При переводе отечественной техники на газообразные сжиженные метановые горючие и охладители возникают проблемы, связанные с отсутствием информации об их термодинамических состояниях в топливно-охлаждающих каналах двигателей и энергоустановок ЛА, ГЛА, КЛА.

В докладе, на основе результатов экспериментальных исследований, показаны охлаждающие и другие возможности метана в газообразном состоянии (при прохождении и после прохождения каналов рубашки охлаждения ЖРД, ЖРДМТ в сжиженном состоянии).

Разработана новая методика расчёта тепловых процессов в газообразном метане при его естественной и вынужденной конвекции, при различных температурах его нагрева.

Разработаны новые пути повышения эффективности газообразного метана как горючего и как охладителя для различных систем ЛА, КЛА, ГЛА.

Создан банк данных по теплофизическим свойствам и термодинамическим состояниям газообразного метана в топливно-охлаждающих каналах двигателей и энергоустановок различных ЛА, КЛА, ГЛА. – без применения электростатических полей и с их применением.

Материалы доклада будут полезными для разработчиков, конструкторов и учёных, которые занимаются созданием новой и перспективной техники наземного, воздушного, аэрокосмического и космического базирования повышенных характеристик.

Литература

1. Алтунин В.А., Алтунин К.В., Абдуллин М.Р., Яновская М.Л. Анализ результатов экспериментальных исследований газообразного метана в условиях его естественной конвекции // Материалы 54 научных чтений памяти К.Э. Циолковского. (Калуга, ГМИК, 17-19 сентября 2019 г.). РАН. РАКЦ. Калуга: Изд-во АКФ «Политоп», 2019. Ч. 1. С. 340-342.
2. Алтунин В.А., Абдуллин М.Р., Коханова Ю.С., Яновская М.Л. Разработка методик расчёта тепловых процессов в газообразном метане для перспективных двигателей, энергоустановок и техносистем наземного, воздушного, аэрокосмического и космического базирования // «Военмех. Вестник БГТУ», № 44. 2018. С. 34-35.

УДК 629.78:621.454.2

eLIBRARY.RU: 89.25.00+55.49.00+55.42.49

**Алтунин В.А., Ефимов Д.Е.,
Калимуллин Р.Р., Ямалеев Л.Р., ¹Яновская М.Л.**
Казанский национальный исследовательский технический
университет им. А.Н. Туполева - КАИ,
г. Казань;
¹Центральный институт авиационного моторостроения
им. П.И. Баранова,
г. Москва

**РАЗРАБОТКА НОВЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ СХЕМ
ВОЗДУХОЗАБОРНИКОВ ДЛЯ ВОЗДУШНЫХ,
АЭРОКОСМИЧЕСКИХ И ГИПЕРЗВУКОВЫХ
ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ
DEVELOPMENT OF NEW DESIGN DIAGRAMS OF AIR INTAKES
FOR AIR, AEROSPACE AND HYPERSONIC AIRCRAFTS**

Аннотация: Проведен анализ и классификация конструктивных схем существующих воздухозаборников для различных летательных аппаратов одно- и многоразового использования. Выявлены их недостатки, среди которых главным является перегрев и прожёт кромок и стенок. На основе теоретических и экспериментальных исследований разработаны новые конструктивные схемы воздухозаборников с рубашкой охлаждения, где в качестве охладителя используется жидкое бортовое горючее. Создана новая методика расчёта повышения надёжности, ресурса, безопасности, эффективности, выживаемости и неуязвимости новых воздухозаборников повышенных характеристик.

Ключевые слова: гиперзвуковой, аэрокосмический и космический летательный аппарат, воздухозаборник, рубашка жидкостного охлаждения.

Abstract: Analysis and classification of design diagrams of existing air intakes for various aircraft of single and reusable use was carried out. Their shortcomings were revealed, among which the main one is overheating and burning of edges and walls. Based on theoretical and experimental studies, new design schemes of air intakes with a cooling jacket have been developed, where liquid on-board fuel is used as a cooler. A new method has been created to calculate the increase in reliability, resource, safety, efficiency, survival and invulnerability of new air intakes of increased characteristics.

Keywords: hypersonic, aerospace and space aircraft, air intake, liquid cooling jacket.

В докладе проводится анализ существующих конструктивных схем воздухозаборников для воздушных, аэрокосмических и гиперзвуковых летательных аппаратов (ЛА, ГЛА). Установлено, что возникает необходимость охлаждения воздухозаборников при помощи рубашки охлаждения.

На основе теоретических и экспериментальных исследований разработаны новые конструктивные схемы воздухозаборников,

которые снабжены рубашкой жидкостного охлаждения, где в качестве охладителя используется бортовое горючее.

Разработана новая методика расчёта воздухозаборника, которая позволяет быстро определять термодинамические параметры жидкого горючего в каналах рубашки охлаждения, необходимые для обеспечения эффективного охлаждения всех внутренних и наружных стенок.

Создана база расчётных данных по обеспечению надёжного охлаждения различных воздухозаборников жидкими углеводородными и азотосодержащими горючими и охладителями.

Применение материалов доклада будет способствовать созданию новых воздухозаборников с повышенными характеристиками по ресурсу, надёжности и эффективности.

Литература

1. Авдуевский, В.С. Основы теплопередачи в авиационной и ракетно-космической технике / В.С. Авдуевский, Б.М. Галидейский, Г.А. Глебов / М.: Машиностроение, 1992. 528 с.
2. Алексеева, М.М. Исследование газодинамических течений в области воздухозаборников высокоскоростных летательных аппаратов / М.М. Алексеева // Сб. тез. докл. XLIV Академ. чтения по космонавтике. сборник тезисов. М.: Изд-во МГТУ им. Н. Э. Баумана, т. 1, 2020. С. 329 – 330.

УДК 532.517.4: 536.24
eLIBRARY.RU: 55.49.29

Лобанов И.Е.

Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет),
г. Москва

**ТЕОРИЯ ТЕЧЕНИЯ И ТЕПЛООБМЕНА В ТРУБАХ
С ПОВЕРХНОСТНЫМИ ТУРБУЛИЗАТОРАМИ ПРИ
ПОПЕРЕЧНЫХ СЕЧЕНИЯХ В ВИДЕ КВАДРАТОВ И РЕБЕР
НА БАЗЕ НИЗКОРЕЙНОЛЬДСОВОЙ МОДЕЛИ
THEORY OF FLOW AND HEAT EXCHANGE IN PIPES
WITH SURFACE TURBULATORS WITH CROSS SECTIONS IN
THE FORM OF SQUARES AND EDGES
BASED ON THE LOW REYNOLDS MODEL**

Аннотация: Осуществлено математическое моделирование теплообмена и гидравлического сопротивления в трубах с турбулизаторами на основе апробированной модели. Результаты расчётов показали преимущества и недостатки турбулизаторов с поперечным сечением в виде квадрата и в виде ребра по отношению друг к другу для различных геометрических и режимных факторов: как правило переход на узкие турбулизаторы в виде ребра увеличивает гидравлическое сопротивление в несколько раз больше, чем теплообмен по сравнению с квадратными турбулизаторами.

Ключевые слова: моделирование, теплообмен, гидравлическое сопротивление, поперечное сечение, турбулизатор, квадратное, ребро.

Abstract: Mathematical modeling of heat exchange and hydraulic resistance in pipes with turbulators based on the tested model is carried out. The results of calculations showed the advantages and disadvantages of turbulators with a cross section in the form of a square and in the form of an edge relative to each other for various geometric and regime factors: as a rule, the transition to narrow turbulators in the form of a rib increases the hydraulic resistance several times more than the heat exchange, compared to square turbulators.

Keywords: modeling, heat transfer, hydraulic resistance, cross section, turbulator, square, rib.

Было проведено моделирование параметров течения и теплообмена в трубах с поверхностными турбулизаторами потока с поперечным сечением в виде ребра, ширина которого гораздо меньше его высоты, а также квадратного поперечного сечения, ширина которого равна высоте, на основе многоблочных вычислительных технологий, основанных на решении факторизованным конечно-объёмным методом (ФКОМ) уравнений Рейнольдса, замыкаемых с помощью модели переноса сдвиговых напряжений Менгера, и уравнения энергии на разномасштабных пересекающихся структурированных сетках.

Получены локальные и осреднённые параметры течения и теплообмена в трубах с поверхностными турбулизаторами потока с поперечным сечением в виде ребра ($s/h=0,15$) для широкого диапазона определяющих параметров ($Re=10^4 \div 10^5$; $Pr=0,72 \div 10$; $d/D=0,98 \div 0,90$; $t/D=0,25 \div 1,00$); для сравнения были рассчитаны аналогичные параметры для турбулизаторов квадратного поперечного сечения ($s/h=1$).

Полученные расчётные линии тока для труб с турбулизаторами с поперечным сечением в виде ребра ($s/h=0,15$) качественно отличаются от аналогичных линий тока для турбулизаторов квадратного поперечного сечения ($s/h=1$); вышесказанное обуславливает количественное различие локальных и осреднённых параметров гидравлического сопротивления.

Установлено, что максимальное увеличение гидравлического сопротивления $\xi_p/\xi_{п}$ имеет место для малых шагов между турбулизаторами ($t/D=0,25$), а максимальное увеличение теплообмена — для больших шагов между турбулизаторами ($t/D=1,00$).

В исследовании получено, что оптимальное увеличение интенсификации теплообмена при переходе от "квадратных" турбулизаторов к ребру имеет место при больших шагах между турбулизаторами.

Общий анализ полученных в исследовании расчётных данных устанавливает, что применение труб с турбулизаторами с поперечным сечением в виде ребра по сравнению с турбулизаторами квадратного поперечного сечения может сопровождаться значительным увеличением гидравлического сопротивления при относительно небольшом увеличении теплообмена.

УДК 629.78

eLIBRARY.RU: 55.49.29

Кислицкий М.И.

Балтийский государственный технический университет

«ВОЕНМЕХ» им. Д.Ф. Устинова,

г. Санкт-Петербург

**МАЛЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ РАЗГОННЫЙ БЛОК
С ЭЛЕКТРОРАКЕТНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ
SMALL SPACE TUG WITH ELECTRIC ROCKET ENGINE**

Аннотация: Космическим рынком востребованы малые космические разгонные блоки (РБ) для довыведения и расстановки на

орбитах малых космических аппаратов (МКА). В настоящее время таких РБ не существует. Представлена концепция создания и применения коммерческого малого космического РБ с электроракетным двигателем (ЭРД). РБ планируется создать на основе имеющегося в России научно-технического задела в области ЭРД и малых космических платформ. По результатам оценки, РБ массой 80 кг на основе ЭРД СПД-50 обеспечит эффективное решение широкого спектра задач по транспортировке МКА массой до 150 кг с приращением высоты орбиты до 1000 км и более. Проект может быть реализован в срок не более 3-4 лет при невысоком уровне затрат. Предложен способ дополнительного целевого использования РБ после завершения миссии по довыведению МКА.

Ключевые слова: малый космический аппарат, малый космический разгонный блок, электроракетный двигатель, малая космическая платформа, космический рынок.

Abstract: The space market is in demand for small space tugs for pre-launch and placement in orbits of small spacecraft (SSC). Currently, such tugs does not exist. The concept of creating and using a commercial small space tug with an electric rocket engine (ERE) is presented. Tug is planned to be created on the basis of the existing scientific and technical reserve in Russia in the field of ERE and small space platforms. According to the results of the resarch, an 80 kg tug, based on the SPD-50 ERE will provide an effective solution to a wide range of tasks for transporting an SSC weighing up to 150 kg with an increment of the orbit height up to 1000 km or more. The project can be implemented in no more than 3-4 years at a low cost. A method for additional targeted use of tug after the completion of its main mission is proposed.

Keywords: small spacecraft, small space tug, electric rocket engine, small space platform, space market.

В настоящее время отсутствуют ракеты-носители (РН) сверхлёгкого класса, ориентированные на выведение малых космических аппаратов классов микро- и наноспутник, за исключением РН «Электрон» (США), которая лишь недавно начала эксплуатироваться. В связи с этим МКА, как правило, выводятся на орбиты ракетами-носителями среднего и тяжёлого классов путём попутного запуска совместно с большими космическими аппаратами (КА). Данный способ имеет серьезные недостатки:

– сроки запуска МКА зависят от срока запуска основного (большого) КА, что приводит к их затягиванию;

– МКА выводится на орбиту, необходимую основному КА, при этом потребности МКА в части параметров рабочей орбиты не учитываются.

На практике достижение рабочих орбит КА обеспечивается, как правило, за счёт использования космического разгонного блока (РБ). РБ решают следующие задачи:

- довыведение КА с начальной (опорной) орбиты на рабочую;
- перевод КА с одной рабочей орбиты на другую;
- разведение отдельных КА при групповом запуске в разные орбитальные позиции.

Существующие РБ для перевода МКА с орбиты основного КА на какие-либо другие практически не используются ввиду большой массы РБ, делающей довыведение МКА энергетически невыгодным. Необходимы малые космические РБ с массой, примерно на два порядка меньшей, чем у существующих, однако, в настоящее время их не существует, несмотря на острую потребность.

В 1990-е годы автор в КБ «Арсенал» им. М.В. Фрунзе (Санкт-Петербург) разработал концепцию малых космических разгонных блоков. Особенностью концепции является создание РБ на основе существующих отработанных и освоенных в серийном производстве двигательных установок (ДУ) КА с жидкостными и твёрдотопливными ракетными двигателями с минимальными доработками материальной части [1].

Анализ показал, что в последнее время сложились условия, которые могут сделать целесообразным и возможным создание и использование малых РБ с ЭРД. Осуществляется переход к развертыванию многоспутниковых орбитальных группировок МКА различного назначения на низких орбитах, что формирует спрос на услуги малых РБ, стимулируя их развитие.

Концептуальные требования к РБ следующие: минимальные срок и стоимость создания РБ, минимальная стоимость серийного образца РБ, минимальные объём и продолжительность работ по интеграции РБ с транспортируемым МКА и с РН. РБ создаётся как средство массового обслуживания МКА.

Исходя из этого, принята концепция создания РБ на основе имеющегося в России научно-технического задела. В качестве ЭРД планируется использовать существующий стационарный плазменный двигатель (СПД), разрабатываемый и производимый ОКБ «Факел» (г. Калининград). Это даст возможность сократить срок создания, снизить стоимость разработки и эксплуатации и повысить надёжность РБ.

Отметим, что данный РБ может использоваться также для транспортировки МКА, выводимых большими РН в качестве попутной полезной нагрузки. В связи с этим сроки создания малого РБ не должны однозначно привязываться к срокам создания СЛРН. Оправдано создание РБ опережающими темпами, тем более что данная задача является технически менее сложной и менее затратной чем создание СЛРН.

После завершения миссии по довыведению МКА РБ остаётся работоспособным. В связи с этим, если у РБ при планировании конкретной миссии будет выявлен запас по массе, на борту может быть размещена какая-либо целевая аппаратура (ЦА), что должно быть предусмотрено конструкцией РБ. Тогда после завершения основной миссии РБ обеспечит функционирование ЦА в течение длительного времени, т.е. выполнит вторую миссию, но в качестве МКА.

Литература

1. Kislitsky M.I. Low cost small space boosters //Acta Astronautica. 2003. V. 52. № 9-12. P. 947-955.

УДК 523.34

eLIBRARY.RU: 41.19.25

¹Гусев А.В., ²Ханада Х., ³Менг Ж., ³Пинг З.

¹Казанский федеральный университет,
г. Казань;

²Национальная астрономическая обсерватория,
Япония;

³Национальная астрономическая обсерватория,
Китай

НАУЧНОЕ, ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ И КОММЕРЧЕСКОЕ ОСВОЕНИЕ ЛУНЫ SCIENTIFIC, GEOLOGICAL AND COMMERCIAL EXPLORATION OF THE MOON

Аннотация: В обзоре [1-3] приведены результаты исследования внутреннего строения многослойной Луны с жидким ядром, рассмотрены геодезические и геофизические обоснования для детального изучения и коммерческого освоения залежей полезных ископаемых поверхностного слоя (реголит) Луны в рамках будущих российских и международных лунных миссий.

Ключевые слова: Луна, внутреннее строение, кора, реголит, полезные редкоземельные минералы.

Abstract: The review [1-3] presents a results of internal structure study for Moon with a liquid core; geodetic, topographic, and geophysical studies are considered for a detailed study and commercial exploration mineral deposits of the surface layer (regolith) of the Moon in the framework of future russian and international lunar missions.

Keywords: Moon, internal structure, crust, lunar rare minerals.

Реализация современных долгосрочных программ научного исследования и промышленного освоения Луны SELENE-2, ILOM (JAXA, Япония), LRO, GRAIL, LADEE, Artemis (NASA, США), Chang'E_4-8 (Китай), Chandrayaan_1,2 (Индия), Луна_25-28 (РКА, Россия) направлена как на создание долговременных лунных баз и геологическое освоение лунных недр, так и на получение широкого спектра научной информации о внутреннем строении, динамической и топографической фигуре Луны, её внутреннем геологическом строении, включая многослойное жидко-твёрдое лунное ядро и реголит.

С развитием современных пилотируемых средств космонавтики и удешевлением космических полётов Луна становится важнейшим и притягательным небесным объектом для создания долговременных научно-экспериментальных баз на её видимой стороне. Лунная база будет являться уникальным местом для проведения научных исследований в области планетологии, космологии, радиоастрономии, радиационной биологии, микрогравитации и космической безопасности человека при дальних полётах в Солнечной системе (Марс).

На Луне есть разнообразные полезные ископаемые в значительном количестве для коммерческой добычи и транспортировки их на Землю, в том числе и такие редкие и редкоземельные металлы как платина, никель, кремний, кобальт (до 14 млн. тонн). Прогнозируемая интегральная стоимость лунных ресурсов достигает 16 квадриллионов долларов. Эти металлы используются в стратегических областях промышленности землян: микроэлектроника, авиация, ракетостроение, высокотехнологичные области медицинского приборостроения.

В поверхностном слое лунного грунта (реголит, по мощности залегания достигающей 15 м.) также аккумулирован редчайший на Земле изотоп гелия-3, который может существенно укрепить энергетический баланс мировой экономики Земли. Его запасы на Луне оцениваются в несколько миллионов тонн.

Луна, благодаря своим уникальным космическим ландшафтам, является притягательным местом для космического туризма, который может привлечь значительные инвестиции на её освоение, способствовать популяризации идеи космических путешествий, обеспечивать мощный приток активных учёных и бизнесменов для её освоения. Космический туризм будет требовать определённых инфраструктурных новаций и безопасных решений. Развитая инфраструктура, в свою очередь, будет способствовать более масштабному и глубокому проникновению человечества на Луну.

Литература

1. Gusev A., Hanada H., Petrova N., Kosov A., Kuskov O., Kronrod V., Kronrod E. Rotation, physical librations and interior structure of the active and multi-layer Moon, (2015), Monograph, Kazan University Publishing Co., Kazan, 328 pp. (Russian+English).
2. Hanada H., Gusev A., et al. Development of a Small Telescope like PZT and Results of Experiments on the Ground // Gyroscopy and Navigation, 2017, v. 8(4), Issue 4, p. 304-319.
3. Li J, Meng Z, Gusev A. Recent Advances in Lunar Exploration Using Radar and Microwave Techniques // Advances in Astronomy, v. 2, 2019, Art. № 4794258.

УДК 621.396.946:621.396.7
eLIBRARY.RU: 89.15.00

Селимова Р.Л., Трегуб Е.А.

Колледж космического машиностроения
и технологий ГБОУ ВО МО «Технологический университет»,
г. Королев, Московской обл.

МИССИИ СОЛНЕЧНОГО ПАРУСА MISSIONS OF SUNNY SAIL

Аннотация: Рассматриваются области применения солнечного паруса (СП), а также возможность многоцелевых миссий внутри и вне Солнечной системы. Космические аппараты с СП способны выходить на некеплеровы орбиты, для любого другого космического корабля выход на них невозможен. Отмечено, что СП не требует топлива и, следовательно, обладает значительными преимуществами перед реактивными и другими двигателями.

Ключевые слова: солнечный парус, многоцелевые миссии, некепplerовы орбиты.

Abstract: This report discusses the applications of the solar sail (SS), as well as the possibility of multi-purpose missions inside and outside the solar system. Spacecraft with a SS are capable of entering non-Kaplerian orbits; access to them is impossible for any other spacecraft. The article noted that the joint venture does not require fuel and, therefore, have significant advantages over jet and other engines.

Keywords: solar sail, multipurpose missions, non-Keplerian orbits.

В докладе сделан акцент на том, что космические аппараты с СП не требуют топлива и, следовательно, обладают значительными преимуществами, например, при доставке грузов на высокоэнергетические орбиты или для миссий возвращения проб с космических тел. Поскольку СП способен достигать неограниченных скоростей, становятся возможными многоцелевые миссии, такие как исследование астероидов или же выход на экзотические некепplerовы орбиты, которые для космического аппарата без СП невозможны. Благодаря повышенному давлению солнечного излучения в пределах Солнечной системы аппараты с СП легко могут доставлять грузы к близким, сильно наклонённым орбитам вокруг Солнца.

Другие миссии внутри Солнечной системы, например, доставка грузов на Меркурий, на Марс, взятие проб на Марсе и их возврат, открывают внушительные перспективы использования СП. Благодаря потенциально неограниченной скорости для аппаратов с СП становятся возможными миссии стыковки нескольких мелких тел и миссии возврата проб с мелких тел. Понятие «мелкие тела» включает в себя весь спектр мелких объектов Солнечной системы от астероидов до комет. Таким образом, СП может быть эффективно использован внутри Солнечной системы.

Двигатели на химическом горючем могут работать сотни секунд, плазменные двигатели – тысячи часов, и те, и другие ограничены запасом рабочего тела. СП могут давать тягу, пока их поверхность освещена Солнцем, и при этом не расходуется ни энергия, ни рабочее тело. На сегодняшний день космический аппарат с СП способен решать не только научные задачи.

Крайнов С.В., Трегуб Е.А.
Колледж космического машиностроения
и технологий ГБОУ ВО МО «Технологический университет»,
г. Королев, Московской обл.

**СОЛНЕЧНЫЙ ПАРУС — ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ВАРИАНТ
КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА В ДЛИТЕЛЬНЫХ ПОЛЁТАХ
И ПРОБЛЕМЫ КОСМОПЛАВАНИЯ ПОД НИМ
SUNNY SAIL — A PERSPECTIVE OPTION
OF A SPACE VEHICLE IN LONG FLIGHTS
AND PROBLEMS OF COSMOPLING UNDER IT**

Аннотация: В настоящее время одним из перспективных устройств для перемещения в космосе считается солнечный парус, который представляет собой космический аппарат с тонкой зеркальной плёнкой большой площади. За счёт давления солнечного света, действующего на плёнку, он может перемещаться в космическом пространстве без расхода рабочего тела в отличие от космических аппаратов на реактивном движении. Возможные области применения солнечного паруса довольно разнообразны: начиная с геоцентрических раскруток и задач, связанных с освещением отдельных участков Земли, и заканчивая межпланетными и даже межзвёздными перелётами.

Ключевые слова: солнечный парус, давление солнечного света, зеркальная плёнка, геоцентрическая раскрутка, межзвёздные перелёты.

Abstract: Currently, one of the promising devices for moving in space is considered to be a solar sail, which is a spacecraft with a thin mirror film of a large area. Due to the pressure of sunlight acting on the film, it can move in outer space without the expense of a working fluid, unlike spacecraft on jet propulsion. The possible areas of application of the solar sail are quite diverse: starting with geocentric promotions and tasks related to lighting certain parts of the Earth, and ending with interplanetary and even interstellar flights.

Keywords: solar sail, sunlight pressure, specular film, geocentric spin, interstellar flights.

С развитием новых технологий возможность использования солнечного паруса (СП) становится всё более реальной, вызывая практический интерес со стороны исследователей разных стран. На

данный момент уже успешно реализованы несколько проектов СП, такие как российский аппарат «Знамя-2» (1993 г.), японский IKAROS (2010 г.), американские NanoSail-D2 (2010 г.), LightSail (2015 г.) и ISAS – Япония (2004 г.).

Дана классификация СП по принципу развёртывания плёнки (каркасные и центробежные). Рассмотрена конструкция солнечного паруса в виде круговой зеркальной плёнки большой площади, форма поверхности которой поддерживается центробежными силами за счёт вращения центральной цилиндрической жёсткой вставки.

Описан принцип действия СП. Одной из основных задач, связанных с обеспечением требуемой ориентации паруса, является его пространственный разворот в процессе полёта. Одним из вариантов стабилизации и ориентации космического аппарата без расхода рабочего тела является управление с помощью сил светового давления. Чаще всего для этого используются поворотные панели, установленные на космическом аппарате – солнечные рули.

Перечислены области использования аппаратов с СП.

Автор отметил один из перспективных вариантов СП – сверхпроводящий магнитный парус.

Показана перспективность аппаратов с СП и их преимущества перед аппаратами, использующими ракетное топливо.

Литература

1. Карпасюк И.В. Модификация алгоритма управления космическим аппаратом с солнечным парусом на низкоширотной околокруговой орбите //Вестник АГТУ. Сер: Управление, вычислительная техника и информатика, 2010 г., № 1, с. 132-134
2. Комков В.А., Мельников В.М. Центробежные бескаркасные крупногабаритные космические конструкции. – М. «ФИЗМАТЛИТ», 2009. 447 стр.
3. Макаренкова Н.А. Система управления пространственной ориентацией солнечного паруса бескаркасной центробежной конструкции без расхода рабочего тела //Диссертация на соискание учёной степени кандидата технических наук, М.: МАИ, 2018. 120 с.
4. Поллер Б.В., Поллер А.Б. Об освещении земной поверхности с помощью «солнечных парусов» и «солнечных шаров» в околоземном пространстве // журнал «Интерэкспо Гео-Сибирь», 2008 г.
5. Поляхова Е. Н. Космический полёт с солнечным парусом: проблемы и перспективы. – М.: Книжный дом «ЛИБРОКОМ», 2011. 304 с.
6. Цандер Ф. А. Перелеты на другие планеты // Техника и жизнь, 1924 г., № 13, с. 15-16.

УДК 621.396.946:621.396.7
eLIBRARY.RU: 89.15.00

**Молчанов Г.А., Дроздов Н.А., Тремасова Л.С.,
Эшанов А.А., Трегуб Е.А.**
Колледж космического машиностроения
и технологий ГБОУ ВО МО
«Технологический университет»,
г. Королев, Московской обл.

**ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПРОЕКТЫ РАЗВИТИЯ
КОСМИЧЕСКИХ КОРАБЛЕЙ МНОГОРАЗОВОГО
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
PERSPECTIVE PROJECTS OF DEVELOPMENT OF SPACE SHIPS
REUSABLE USE**

Аннотация: Дана ретроспектива развития отечественных и зарубежных космических аппаратов многоразового использования, описаны принципы их работы, цели и проблемы, которые возникали в процессе их создания. Также упомянуты современные перспективные многоразовые системы.

Ключевые слова: космические аппараты многоразового использования, принцип работ, перспективные многоразовые системы.

Abstract: The article gives a retrospective of the development of domestic and foreign reusable spacecraft, describes the principles of their work, goals and problems that arose in the process of their creation. Also mentioned are modern promising reusable systems.

Keywords: reusable spacecraft, operating principle, promising reusable systems.

Автор знакомит с историей космических аппаратов многоразового использования. 30 октября 1968 года НАСА обратилось к американским космическим компаниям с предложением проработать многоразовую космическую систему с целью снижения затрат на каждый пуск и на каждый килограмм полезного груза, выведенного на орбиту. Решением стало создание шаттла, инвестиции в который должны были окупиться благодаря выводу на орбиту спутников на коммерческой основе.

Одним из первых советских проектов многоразовых космических кораблей стала авиационно-космическая система «Спираль». Разработка его началась с 1960 года и была мало кому известна. Основной целью программы было создание пилотируемого

орбитального самолёта для выполнения технических задач в космосе и обеспечение регулярных перевозок по маршруту «Земля–орбита–Земля».

Автор сравнивает американский Многоразовый транспортный космический корабль «Спейс Шаттл» и советскую многоразовую транспортную космическую систему «Энергия-Буран».

Из современных разрабатываемых многоразовых систем рассмотрена линейка американских ракет-носителей Falcon 9 и российская ракета-носитель «Корона».

В России разрабатывается принципиально новый космический корабль многоразового использования «Клипер», который может прийти на смену «Союзам». На российских предприятиях начали изготавливать корпус для первого экземпляра космического корабля нового поколения под названием «Федерация» (первый лётный образец «Орёл»). Корабль «Федерация» — многоразовый пилотируемый космический корабль, который должен прийти на смену кораблям серий «Союз» и «Прогресс». Многоразовые системы экономически выгоднее, чем одноразовые, большинство компонентов не нужно производить повторно.

Литература

1. Space Shuttle [Электронный ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Space_Shuttle/ дата обращения 02.02.2020.
2. Energia-Buran (space program) [Электронный ресурс]. URL: https://en.wikipedia.org/wiki/Buran_programme/ дата обращения 05.02.2020.
3. Buran (spacecraft) [Электронный ресурс]. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Buran_\(spacecraft\)/](https://ru.wikipedia.org/wiki/Buran_(spacecraft)/) дата обращения 15.02.2020.
4. Шаттл против Бурана [Электронный ресурс]. URL: http://www.ispaceman.ru/shatl_protiv_burana/ дата обращения 18.02.2020.
5. Проект «Спираль» [Электронный ресурс]. URL: http://www.cosmoworld.ru/spaceencyclopedia/publications/index.shtml?zhelez_08.html/дата обращения 25.02.2020
6. X-37B OTV – Spacecraft Information [Электронный ресурс]. URL: <http://www.spaceflight101.com/x-37b-otv-spacecraft-information.html>/дата/ обращения 25.02.2020.
7. Русский космос: проект «Корона» и другие разработки ГПЦ Макеева [Электронный ресурс]. URL:

<https://www.popmech.ru/technologies/363532-russkiy-kosmos-proekt-korona-i-drugie-razrabotki-grc-makeeva/> дата обращения 21.02.2020.

УДК 621.396.946:621.396.7

eLIBRARY.RU: 89.15.00

Егоров В.Е., Никишкина О.В., Нечаева И.В.

Колледж космического машиностроения

и технологий ГБОУ ВО МО

«Технологический университет»,

г. Королев, Московской обл.

КОНЦЕПЦИЯ МОДУЛЬНОГО МЕЖПЛАНЕТНОГО КОСМИЧЕСКОГО КОРАБЛЯ CONCEPT OF A MODULAR INTERPLANETARY SPACECRAFT

Аннотация: Во время создания межпланетного космического корабля и вывода его в космос предстоит решить огромное количество технических проблем. Одна из самых сложных — создание ракеты-носителя сверхтяжёлого класса, которая будет способна вывести на орбиту Земли космический корабль, весящий десятки тонн. Концепция модульного межпланетного космического корабля (ММКК) подразумевает «сборку» космического корабля на орбите Земли из самостоятельных модулей, по отдельности выводимых ракетами-носителями тяжёлого класса на низкую опорную орбиту.

Ключевые слова: модульный межпланетный космический корабль, ракета-носитель сверхтяжёлого класса, сборка.

Abstract: During the creation of an interplanetary spacecraft and its launch into space, a huge number of technical problems will have to be solved. One of the most difficult is the creation of a super-heavy-class launch vehicle that will be able to put a spacecraft weighing tens of tons into Earth orbit. The concept of a modular interplanetary spacecraft (MIS) implies the «assembly» of a spacecraft in Earth orbit from independent modules that are individually launched by heavy-class launch vehicles into a low reference orbit.

Keywords: modular interplanetary spacecraft, super-heavy class launch vehicle, assembly.

Рассматриваются сложности создания ракеты-носителя (РН) сверхтяжёлого класса для осуществления полётов к другим планетам. Самое трудное — двигатели первой ступени и система управления

ими. Эти двигатели должны обладать огромной тягой — тысячи тоннсил. Ретроспективно говорится о советской лунной ракете Н1 С.П. Королёва и о американской РН «Сатурн -5» Вернера фон Брауна. Дан анализ современных модульных ракет-носителей сверхтяжёлого класса (семейство РН «Ангара»), имеющих ряд недостатков. Говорится об основных требованиях, предъявляемых к космическому кораблю (КК), способному долететь до Марса, — какими должны быть его служебный, командный, посадочный модули. Такой тяжёлый КК будет проблематично вывести «целиком» в космос.

Предлагается другой путь решения данной проблемы. Концепция ММКК подразумевает «сборку» космического корабля на орбите Земли из самостоятельных модулей, по отдельности выводимых РН тяжёлого класса на низкую опорную орбиту (193-220 км над уровнем моря).

Для полёта на Марс предлагается КК, состоящий из пяти модулей:

1. Двигательно-генераторный модуль.
2. Топливный модуль.
3. Окислительный модуль.
4. Командный модуль с бытовым отсеком.
5. Посадочный модуль.

Дана характеристика каждого модуля.

Разработан сценарий полёта к Марсу.

Дан анализ двух типов атомных энергетических установок, перспективных для использования в дальних полётах.

Литература

1. Сайт Роскосмоса <https://www.roscosmos.ru/> дата обращения 04.02.2020.
2. Сайт The Universe Times <https://www.theuniversetimes.ru/> дата обращения 07.02.2020.
3. Электронный журнал «Всё о космосе» <https://aboutsacejournal.net/> дата обращения 09.02.2020.
4. Новости космоса, астрономии и космонавтики <https://astronews.space/> дата обращения 09.02.2020.
5. Материалы свободной энциклопедии <https://www.wikipedia.org/> дата обращения 14.02.2020.
6. Материалы сайта <https://www.youtube.com/> дата обращения 17.02.2020.

**Секция 3. «К.Э. ЦИОЛКОВСКИЙ И МЕХАНИКА
КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЁТА»**

УДК 629.7(092)
eLIBRARY.RU: 89.00.00

Докучаев Л.В.
доктор технических наук, профессор,
главный научный сотрудник,
АО «ЦНИИмаш»,
г. Королев, Московской обл.

**НАУЧНЫЙ КОНСУЛЬТАНТ В КБ-1.
К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ К.С. КОЛЕСНИКОВА
SCIENTIFIC CONSULTANT AT KB-1.
ON THE CENTENARY OF THE BIRTH
OF K.S. KOLESNIKOV**

Аннотация: После защиты кандидатской диссертации по шимми колес автомобиля 35-летний К.С. Колесников с подачи его научного руководителя В.И. Феодосьева приходит в НИИ-88 заниматься вопросами ракетной техники. С.П. Королев берет его научным консультантом в свое КБ-1 для работы по совместительству. Перед молодым ученым он ставит задачу – разобраться и дать рекомендации по исключению вредного влияния колебаний жидкого топлива на работу системы управления полетом ракеты. Константин Сергеевич тщательно изучает работы Г.С. Нариманова, Н.Н. Моисеева, Б.И. Рабиновича, принимает активное участие в работах «аварийных» комиссий. Вплотную сталкивается с возникшей проблемой неустойчивых упругих продольных колебаний Р-7. Его исследования позволяют грамотно подойти к обеспечению устойчивости движения четырех ступенчатой жидкостной ракеты-носителя пакетной схемы с автономной системой управления, получившей название «Молния». В МВТУ он обучает студентов не только по фундаментальным дисциплинам, но и знакомит с проблемами динамики ракет. Его издания по этой теме стали настольными книгами не только для студентов, но и для инженеров в ракетно-космической отрасли.

Ключевые слова: динамика, ракета, колебания, устойчивость.

Abstract: After defending his PhD thesis of shimmy of wheels of a car, 35-year-old K.S. Kolesnikov with the submission of his supervisor V.I. Feodosiev comes into NII-88 to deal with issues of rocket technology. S.P. Korolev takes him as a scientific consultant in his KB-1 for part-time work.

To the young scientist he sets the task - to understand and give recommendations on eliminating the harmful effects of liquid fuel fluctuations on the operation of the missile of flight control system. Konstantin Sergeevich carefully studies the work of G.S. Narimanov, N.N. Moiseev B.I. Rabinovich, takes an active part in the work of «emergency» commissions. Tightly faced with the problem of unstable elastic longitudinal vibrations R-7. His research dynamics allows a competent approach to ensuring the stability of the movement of a 4-stage liquid launch vehicle of a packet scheme with an autonomous control system, called the «Lightning». At MVTU, he teaches students not only in fundamental disciplines, but also introduces the problems of rocket. His publications on this topic have become reference books not only for students, but also for engineers in the rocket and space industry.

Keywords: dynamics, rocket, vibrations, stability.

В 1953 году Константин Сергеевич защитил кандидатскую диссертацию по шимми колес автомобиля. Его научный руководитель В.И. Феодосьев, который консультировал С.П. Королева по вопросам прочности конструкций, дал рекомендацию о толковом молодом специалисте. Диссертанту Всеволод Иванович предложил забыть об автомобилях, а заняться серьезным делом – ракетной техникой. Константин Сергеевич приходит в НИИ-88, и Сергей Павлович берет его к себе в КБ-1 научным консультантом для работы по совместительству. Королев стал привлекать его к работе в аварийных комиссиях, поставив задачу – «разобраться и дать рекомендации, чтобы исключить вредное влияние колебаний жидкого топлива на работу системы управления полетом ракеты».

Сразу после войны в 1946 году на базе артиллерийского завода № 88 в г. Калининграде Московской обл. (ст. Подлипки Ярославской ж. д.) был образован НИИ-88. Помимо завода 88 и отделов аэродинамики, прочности, систем управления, металловедения. в институте создается конструкторское бюро, возглавляемое С.П. Королевым, который только что был в Германии для ознакомления с немецкими разработками по ракетной технике в институте «Нордхаузен». В 1947 году на только что созданном полигоне Капустин Яр были проведены 11 пусков собранных на заводе 88 трофейных ракет ФАУ-2. Королеву С.П. было поручено создать из отечественных материалов такую же ракету. В 1948 году уже были проведены успешные пуски отечественной ракеты Р-1 на дальность 270 км. Она была сдана на вооружение в 1950 году, хотя дальность и точность ее полета никого не устраивала. Королев и его коллектив напряженно разрабатывают

новую усовершенствующую ракету Р-2. В отличие от первой на ней применяется отделяющаяся головная часть, бак горючего (спирт) стал несущим, используется система боковой радио-коррекции, увеличилось количество топлива. Это позволило увеличить дальность до 600 км. Но на активном участке траектории, как и на Р-1, проявились непонятные автоколебания рулей незначительной амплитуды, что приводило к повышенному рассеиванию головной части.

Первым, кто сумел объяснить причину нерасчетных колебаний ракеты на активном участке траектории, был Георгий Степанович Нариманов из НИИ-4 МО. При выборе параметров системы управления ракета рассматривалась как твердое тело. Георгий Степанович предложил расчетную динамическую модель с учетом подвижности жидкости в топливных баках. Уточненные настройки автомата стабилизации обеспечили устойчивый полет ракеты. Большой вклад в решение краевых задач о колебаниях жидкого топлива внесли Д.Е. Охоцимский, Н.Н. Моисеев, Б.И. Рабинович. Ракета Р-2, весом в 20 т, была сдана на вооружение в 1951 году.

В ответ на размещение в Турции американских ракет, Королев спешно проектирует новую ракету Р-5, на которой сняты воздушные стабилизаторы, стенки кислородного бака - несущие, улучшенные характеристики двигателя. Все эти мероприятия при весе в 30 т позволили достигнуть дальности в 1200 км. Ракета после длительных зачетных испытаний была принята на вооружение в 1956 году.

Константин Сергеевич пришел в КБ-1 в 1954 году, когда Королеву было поручено создать межконтинентальную баллистическую ракету (МБР). Под влиянием идей Михаила Клавдиевича Тихонравова о пакетных конструкциях Сергей Павлович проектирует знаменитую «семерку», ракету Р-7. При летной отработке столкнулись с рядом непредвиденных явлений, в частности с эффектом «рога», при котором ракета разрушается из-за продольных упругих колебаний в системе «топливная магистраль- ЖРД-корпус». Только 3-й пуск ракеты в 1957 году был успешным. Одновременно Королев разрабатывал на базе Р-7 носитель 8А91 для спутника Земли. Но из-за задержек загруженного завода принимается решение пустить на околоземную орбиту боевую ракету (8К71 ПС), на которой снята аппаратура, головная часть. И 4 октября 1957 года был выведен на орбиту 1-й Спутник с массой более 80 кг. Американцы смогли вывести на орбиту Земли спутник Explorer весом в 14 кг только в 1958 году.

Чтобы увеличить выводимый на орбиту Земли вес полезной нагрузки, Королев устанавливает на Р-7 третью ступень – блок Е,

создав носитель 8К72. При отработке полностью разобрались с продольными колебаниями, установив по рекомендации М.С. Натансона демпферы в топливоподающие магистрали. 12 апреля 1961 года на этом носителе был осуществлен первый полет человека в космос. Ю.А. Гагарин на космическом корабле Восток героически облетел вокруг Земли. Тогда не было еще системы аварийного спасения (САС) и системы мягкой посадки. Запускали на низкую орбиту с временем существования 10 суток, а получилась более высокая 80-суточная орбита.

Как боевая ракета, Р-7 была громоздкой и легко уязвимой для авиации противника. Поэтому помимо космической программы, С.П. Королев проектирует межконтинентальную двухступенчатую боевую ракету Р-9, принятую на вооружение уже в 1964 году

Одновременно, Королев, используя вторую ступень Р-9 в качестве блока И для четырехступенчатого носителя 8К78, выводит на орбиту спутник-разведчик «Зенит», на высокоэллиптическую орбиту - телевизионный-ретранслятор «Молния», а также межпланетные корабли к Луне, Марсу, Венере.

К.С. Колесников принимает активное участие в работах «аварийных» комиссий по возникшей проблеме неустойчивых упругих продольных колебаний Р-7. Его исследования позволяют грамотно подойти к обеспечению устойчивости движения 4-х ступенчатой жидкостной ракеты-носителя пакетной схемы с автономной системой управления, получившей название «Молния». В 1959 году он защищает докторскую диссертацию на тему: «Устойчивость автоматического управления жидкостной ракеты пакетной схемы 8К78». В МВТУ он обучает студентов не только по фундаментальным дисциплинам, но и знакомит с проблемами динамики ракет. Его публикации по этой теме стали настольными книгами не только для студентов, но и для инженеров в ракетно-космической отрасли [1].

Литература

1. Колесников К.С. Динамика ракет. М., «Машиностроение», 2003, С. 519 с.

Багров А.В.
Бахтигараев Н.С.
Институт астрономии РАН

**САМООЧИЩЕНИЕ ОКОЛОЗЕМНОГО КОСМИЧЕСКОГО
ПРОСТРАНСТВА В РЕЗУЛЬТАТЕ СТОЛКНОВЕНИЙ
НАХОДЯЩИХСЯ В НЕМ ТЕЛ
NEAR-EARTH SPACE SELF-CLEANING DUE TO
COLLISIONS OF ITS BODIES**

Аннотация: Существует мнение, что рост числа элементов космического мусора на околоземных орбитах может привести к цепной реакции увеличения числа столкновений между ними. Каждое столкновение приводит к разрушению сталкивающихся тел на множество фрагментов, а их растущее число увеличивает вероятность столкновений между ними («синдром Кesslerа»). Ошибочность этого мнения заключается в предположении, что все обломки сохранятся в околоземном пространстве и будут угрожать столкновением с другими спутниками. При столкновении кинетическая энергия сталкивающихся тел частично затрачивается на их разрушение, а частично взаимно гасится, в результате чего возникший рой фрагментов оказывается на эллиптических орбитах с высотой перигея внутри атмосферы Земли. Тела на этих орбитах успевают затормозиться и сгореть раньше, чем они испытают еще одно столкновение.

Ключевые слова: синдром Кesslerа, космический мусор, столкновения космических тел, очищение околоземного космического пространства.

Abstract: There is an opinion that increasing number of space debris particles can lead to the chain multiplication of collisions among them. Each new collision results in destruction of colliding bodies into number of fragments, and that will be dangerous as no limiting growth of probability of collisions in the Near-Earth space («Kessler Syndrome»). On the other hand, kinetic energy of colliding bodied spends for their destruction, and their velocities are partially compensating each other (decrease). Produced swallow of fragments get elliptical orbits with low perigee, mainly inside Earth's atmosphere. Bodies on such orbits break their velocities in atmosphere and soon left Near-Earth space. The life time of fragments swallow is times shorter then average time between their collision with any other object on circum-Earth orbit.

Keywords: Kessler syndrome, space debris, collisions in space, Near-Earth space cleaning.

Каждый запуск космического объекта сопровождается появлением на околоземных орбитах большого количества «попутных» элементов – верхних ступеней ракет, отделяемых при запуске транспортных креплений, обтекателей, защитных крышек и т.д. Помимо этого источника космического мусора (КМ), число КМ постоянно растет в результате выхода из строя работающих ИСЗ, в результате взрывов остатков топлива в баках оставшихся в космосе ракет, в результате намеренного подрыва космических объектов. Мониторингу околоземного пространства уделяется большое внимание [1, 2] По некоторым оценкам, на околоземных орбитах накопилось несколько сотен тысяч фрагментов КМ [3], столкновение любого из которых с действующим космическим аппаратом с большой вероятностью выведет его из строя.

Элементы КМ движутся со скоростями от 8 км/с и выше относительно друг друга, и кинетическая энергия частицы с массой 1 г при столкновении способна произвести такие же разрушения, как пуля, выпущенная из крупнокалиберного пулемета.

Постоянно увеличивающееся число элементов КМ на околоземных орбитах вызывает обоснованную тревогу за живучесть космических аппаратов в околоземном пространстве из-за возможности «цепной реакции» и неограниченного роста грозящих столкновениями осколков от столкновений в космосе [4]. Такой неутешительный прогноз, получивший название «Синдром Кesslerа», вынуждает ограничивать число попутных элементов при запусках спутников и уводить с рабочих орбит отработавшие срок аппараты [5].

Столкновения при скорости в несколько километров в секунду носят только неупругий характер. Часть кинетической энергии расходуется на разрушение частиц, часть перераспределяется между фрагментами. В силу неупругого характера столкновений встречные компоненты скоростей гасят друг друга, поэтому все фрагменты столкнувшихся тел будут иметь меньшие скорости, чем их родительские тела. С учетом того, что часть энергии затрачена на разрушение частиц, - существенно меньшие скорости.

После столкновения возникнет рой фрагментов, суммарный момент количества движения которых можно считать равным векторной сумме моментов столкнувшихся тел. При этом векторная сумма скоростей будет всегда меньше суммы величин скоростей, тогда как

полная масса роя будет все равно такой же, как масса столкнувшихся тел.

Облако фрагментов приобретает орбиты, проходящие через точку столкновения, но уже с пониженной скоростью. Поэтому каждый фрагмент окажется на орбите с меньшей величиной большой полуоси, чем была у тела до столкновения. Если перигей новой орбиты попадает на земную атмосферу (не превышает 180 км), то торможение фрагмента в атмосфере очень быстро приведет к его полной потере скорости и сгоранию в атмосфере. Большая часть фрагментов столкновения обречена именно на этот финал.

Получается, что в результате взаимных столкновений происходит только кратковременное взрывное увеличение числа элементов КМ, которые удаляются с орбит еще до возможного их столкновения с другими телами.

На первый взгляд облако из тысяч фрагментов представляет прямую угрозу для находящихся в околоземном пространстве тел. На самом деле время жизни каждого фрагмента в космосе на несколько порядков меньше, чем характерное время до его столкновения с другим телом. Иными словами, все фрагменты сгорят в атмосфере прежде, чем любой из них столкнется с аппаратом в космосе.

Учитывая эту картину, можно предложить действенный способ снижения энергии КМ на околоземных орбитах. Нужно не удалять отработанные КА на орбиты захоронения, а сталкивать их с другими неработающими КА по возможности "на встречных курсах" так, чтобы они создавали рой осколков на низкоперигейных орбитах и быстро сгорали в земной атмосфере.

Литература

1. Проблема загрязнения космоса (космический мусор) / ред. Проф. А.Г.Масевич // М.: Космосинформ, 1993.
2. Левкина П.А. Исследования движения ИСЗ и космического мусора в ИНАСАН / Сборник научных трудов ИНАСАН. Под редакцией Б.М.Шустова и Д.З.Вибе // М.: Изд-во Янус-К, 2018, 440 с.
3. C. Bonnal, J.-M. Ruault, M.-C. Desjean. Active debris removal: Recent progress and current trends // Acta Astronautica 85 (2013) 51–60.
4. D.J. Kessler, B.G. Cour-Palais, Collision frequency of artificial satellites: the creation of a debris belt // JGR 83 (A6) (1978) 2637–2646.
5. M. Metz. DLR Perspective on Sustainable Use of Space, // in: Proceedings of the Clean Space Workshop, Darmstadt, September 2012.

Ивашкин В.В.

доктор физико-математических наук,
профессор,
главный научный сотрудник,
ИПМ им. М.В. Келдыша РАН,
г. Москва

Стихно К.А.

старший преподаватель,
МГТУ им. Н.Э. Баумана,
г. Москва

**ЗАДАЧА ПЕРЕВОДА СБЛИЖАЮЩЕГОСЯ С ЗЕМЛЕЙ
АСТЕРОИДА АПОФИС НА ОРБИТУ СОУДАРЕНИЯ С ЛУНОЙ
A PROBLEM OF REMOVING DANGEROUS ASTEROID
APOPHIS FROM EARTH-COLLISION ORBIT
TO MOON-COLLISION ONE**

Аннотация: Для опасного астероида Apophis, орбита которого периодически имеет тесные сближения с Землей, исследуется коррекция его орбиты, приводящая к столкновению с Луной, что вызывает разрушение астероида и исключает его новые опасные сближения с Землей в будущем. На основе методов безусловной и условной минимизации, дана оценка величины необходимого корректирующего импульса скорости для одноимпульсной стратегии коррекции. Выполнена оптимизация коррекции с минимизацией величины этого импульса.

Ключевые слова: опасный астероид, астероид Apophis, коррекция орбиты астероида, сближение с Землей, столкновение с Луной.

Abstract: For the asteroid Apophis with the orbit that periodically has dangerous approaches to the Earth, there is considered a correction of its orbit, which leads instead of a collision with the Earth to a collision with the Moon. This causes the destruction of the asteroid and prevents its new dangerous approaches the Earth in the future. Using the unconditional and conditional minimization methods, estimation of the value of the necessary correction velocity impulse is carried out for a single-impulse correction strategy. Correction optimization has been done with minimizing the value of this impulse.

Keywords: dangerous asteroid, asteroid Apophis, asteroid orbit correction, near-Earth orbit, collision with the Moon.

В работе выполнено исследование коррекции орбиты астероида Апофис, такой, что приводит его к столкновению с Луной после коррекции. Коррекция рассматривается одноимпульсной. Цель работы – оценить величину импульса скорости такой коррекции. Для решения данной задачи выполнен численный анализ, с определением характеристик орбитального движения Апофиса интегрированием уравнений его движения при учете притяжения других небесных тел и давления солнечной радиации. Основой анализа является поиск орбиты, приводящей к столкновению с некоторым небесным телом. Для этого могут быть использованы разные методы. В данной работе авторы используют опыт решений ряда задач анализа движения и коррекции орбиты опасного астероида [1, 2, 3 и др.] и развивают их. Для построения столкновительной с Луной орбиты астероида авторы выполняют поиск минимума расстояния до Луны в периселении как функции нескольких переменных $J_1=r_\pi(t_0, \mathbf{r}_0, \mathbf{v}_0)$ при ограничении, что r_π меньше радиуса Луны. Сначала применяются линейные способы безусловной минимизации J_1 с использованием градиента $\text{grad}(r_\pi)$, определяемого численно, конечными разностями. Выявлена сильная «овражность» задачи, приводящая к плохой сходимости итерационного процесса. В работе описана модификация алгоритма в случае большой овражности. Затем этот общий подход применен к данной задаче коррекции орбиты Апофиса. Приведены полученные характеристики коррекции в зависимости от времени проведения такой коррекции. Выполненная модификация алгоритма улучшила сходимость, но полученное решение было неоднозначным. Для улучшения регулярности решения задачи предложена и реализована условная минимизация - величины импульса скорости коррекции $J_2=|\Delta\mathbf{V}_C|$ при заданной точке коррекции и при условии прохождения орбиты астероида после коррекции через центр Луны, $r_\pi(\Delta\mathbf{V}_C)=0$. В работе описана схема алгоритма условной минимизации для решения задачи коррекции, приведены выявленные с помощью такого метода характеристики коррекции.

Литература

1. Ivashkin V.V., Stikhno C.A. An Analysis of the Correction Problem for the Near-Earth Asteroid (99942) Apophis=2004 MN4 // 2007 Planetary Defence Conference. G. Washington University, Washington, D.C., USA. March 5-8, 2007.
2. Ивашкин В.В., Стихно К.А. О проблеме коррекции орбиты сближающегося с Землей астероида (99942) Apophis. // Доклады Академии Наук, 2008, т. 419, N 5. С. 624-627.

3. Ivashkin V.V. and Stikhno C.A. Analysis of correction of asteroid Apophis' orbit providing its collision with the Moon // IOP Conf. Series: Journal of Physics: Conference Series 1301 (2019) 012003. Doi: 10.1088/1742-6596/1301/1/012003.

УДК 629.19

eLIBRARY.RU: 89.00.00

Гордиенко Е.С.
математик 2 категории
Худорожков П.А.
ведущий математик
Симонов А.В.
ведущий математик
АО «НПО Лавочкина», г. Химки

**ПОСТРОЕНИЕ ТРАЕКТОРИЙ ВОЗВРАЩЕНИЯ КА
С ЛУНЫ НА ЗЕМЛЮ
RETURN TRAJECTORIES FLYING FROM THE MOON
TO THE EARTH BUILDING**

Аннотация: Рассматривается вопрос построения траекторий возвращения космического аппарата с Луны на Землю. Спутник отлетает с опорной полярной околокруговой орбиты ИСЛ высотой 100 км. Задача решается при учете ограничений на полигон посадки и на угол входа спутника в атмосферу Земли. Анализ миссии проводится в два этапа. На первом – определяется начальное приближение траектории возвращения в центральном поле Земли, на втором этапе оно уточняется при учете возмущений от гравитационных полей Луны, Земли и Солнца. Разработанная методика позволяет для каждой из дат старта определить диапазоны возможных углов входа КА, времен перелета с Луны на Землю и величин разгонного импульса КА при отлете к Земле. Численные и графические результаты анализа получены на интервале с 2024 по 2032 годы.

Ключевые слова: космический аппарат, прямой перелет, лунные траектории, полярная орбита, траектории возвращения.

Abstract: The task of spacecraft's trajectories returning back from the Moon to the Earth building is considered. Spacecraft departs from reference polar circular orbit of the Moon artificial satellite with a height of 100 km. The problem is solved with taking into account the restrictions on the landing site and the entry angle of satellite crossing the Earth's atmosphere

boundary. The mission analysis is conducted in two stages. On the first stage the initial approximation of the trajectory in the Central field of the Earth is determined, on the second stage it is refined with taking into account perturbations from the gravitational fields of the Moon, the Earth and the Sun. The developed method allows us to determine the ranges of possible entry angles, flight times from the Moon to the Earth, as well as the values of acceleration impulse during departure to the Earth for each of the launch dates. Numerical and graphical results of the analysis for the time period from 2024 to 2032 year are presented.

Keywords: spacecraft, direct flight, lunar trajectories, polar orbit, return-trajectory.

Введение. Работа посвящена определению траекторий возвращения (ТВ) космического аппарата (КА) с Луны на Землю. Разгонный импульс переводит спутник с опорной околокруговой полярной орбиты искусственного спутника Луны (ИСЛ) высотой 100 км на траекторию возвращения (ТВ) КА к Земле. Задачей миссии является доставка лунного грунта в заданный район на территории Российской Федерации, заданный географическими координатами $\varphi_{П}$, $\lambda_{П}$, при этом необходимо обеспечить угол входа КА в атмосферу Земли в диапазоне $60^{\circ} \pm 15^{\circ}$. Данная задача рассматривалась в работах Егорова В.А., Гусева Л.И., Ивашкина В.В., Самохина А.С., Тучина А.Г. и др. [1-4].

Методика определения ТВ КА с Луны на Землю

Анализ миссии проводится в два этапа. На первом – формируется начальное приближение для ТВ в центральном поле Земли, которое на втором этапе уточняется путем моделирования движения КА при учете возмущений от гравитационных полей Земли (с учетом его сжатия C_{20}), Луны и Солнца.

Определить начальное приближение, удовлетворяющее заданным ограничениям на точку посадки П и угол входа в атмосферу, можно разными способами.

Первый способ (варьирование геоцентрического наклона и радиуса перигея). Начальное приближение ТВ, попадающей в точку П на поверхности Земли с координатами $(\varphi_{П}, \lambda_{П})$ в модели точечной сферы действия Луны получается путем варьирования геоцентрического наклона i и радиуса перигея r_{π} орбиты возвращения к Земле, при этом угол θ входа в атмосферу Земли является выходным параметром и его невозможно контролировать. Поэтому не на каждую дату полета КА к Луне можно получить ТВ с

углом θ входа в атмосферу Земли в диапазоне $60 \pm 20^\circ$, как это и было показано ранее в работах [5, 6].

Второй способ (свободный радиус перигея). Начальное приближение для ТВ получается в результате решения двухпараметрической краевой задачи итерационным методом Ньютона. Здесь при заданном радиусе перигея r_π варьируются длительность перелета $\Delta t_{Л-З}$ и время подлета t_f спутника к Земле, а контролируются углы промаха точки пересечения траекторией КА поверхности Земли: α – по трассе полета и β , в направлении, перпендикулярном ей. Краевую задачу можно считать решенной при выполнении условия $\sqrt{\alpha^2 + \beta^2} < 0.25^\circ$.

В итоге получается траектория с определенным углом θ входа КА в атмосферу Земли для заданного радиуса перигея r_π , который следует подбирать так, чтобы угол θ входа находился в диапазоне $60 \pm 20^\circ$.

Третий способ. Для заданного геоцентрического наклонения i орбиты перелета от Луны к Земле угол входа θ в атмосферу Земли подбирается так, чтобы обеспечить попадание траектории в точку с координатами $(\varphi_\pi, \lambda_\pi)$, а заданный угол θ определяется радиусом перигея r_π . Использование начального приближения, полученного третьим способом, позволяет получить траектории возвращения на любую дату старта с орбиты ИСЛ, определить диапазон возможных углов входа КА для каждой из дат, времен перелета с Луны на Землю и величин разгонного импульса КА при отлете к Земле. Длительность перелета от Луны к Земле рассматривается в диапазоне от 3.5 до 5.5 суток. Численные и графические результаты анализа были получены для интервала дат с 2024 по 2032 годы.

Литература

1. Егоров В.А., Гусев Л.И. Динамика перелетов между Землей и Луной. Москва, Наука, 1980, 543 с.
2. Ивашкин В.В. О траекториях полета точки от Луны к Земле с гравитационным освобождением от лунного притяжения. // Доклады Академии Наук. 2004, том 398, № 3, с. 340-342.
3. Машиностроение. Энциклопедия. Под. Ред. К. В. Фролова и др. М.: Машиностроение. Ракетно-космическая техника, 2012, т. IV-22, кн. 1. Гл. 2.6.1. 925 с.
4. Самотохин А.С., Тучин А.Г. Оптимизация одноимпульсных траекторий возврата с орбиты искусственного спутника Луны // Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша. 2016. № 56. 24 с.
doi: 10.20948/prepr-2016-56.

5. Гордиенко Е.С., Худорожков П.А., Симонов А.В. Оптимизация траекторий возвращения с Луны для доставки лунного грунта в заданный район на поверхности Земли. Вестник НПО имени С.А. Лавочкина, 2019, № 3, с. 20–27.

6. Гордиенко Е.С., Симонов А.В., Худорожков П.А. Баллистическое проектирование миссий, включающих доставку лунного грунта на Землю. Инженерный журнал: наука и инновации, 2020, вып. 3.

УДК 629.19

eLIBRARY.RU: 89.00.00

Симонов А.В.

главный математик

Косенкова А.В.

инженер-конструктор 2 категории

Гордиенко Е.С.

математик 2 категории

Поль В.Г.

математик 2 категории

АО «НПО Лавочкина», г. Химки

**РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ПОЛЁТА
ПЕРСПЕКТИВНОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА
ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕНЕРЫ
DEVELOPMENT OF A FLIGHT SCHEME
FOR A PERSPECTIVE SPACECRAFT
FOR VENUS EXPLORATION**

Аннотация: Доклад посвящён описанию сценария выведения аппаратов проекта. Рассмотрены основные аспекты задачи выбора оптимальных дат старта. Описывается схема доставки орбитального блока на высокоэллиптическую орбиту и посадочного блока на поверхность Венеры. Обосновываются характеристики выбора рабочей орбиты и схемы выведения для обеспечения передачи научной информации на Землю с аппаратов на поверхности Венеры.

Ключевые слова: космический аппарат, траектория, схема полёта, Венера, межпланетный перелёт.

Abstract: The report is devoted to the description of the scenario for the removal of project devices. The main aspects of the problem of choosing the optimal start dates are considered. A scheme is described for delivering an orbital block to a highly elliptical orbit and a landing block on the

surface of Venus. There are substantiated the characteristics of the choice of the working orbit and the launching scheme to ensure the transfer of scientific information to Earth from the landers.

Keywords: spacecraft, trajectory, flight scheme, Venus, interplanetary transfer.

Задачи проекта «Венера-Д» заключаются в изучении поверхности и атмосферы Венеры с помощью космических аппаратов, на борту которых планируется установить приборы для проведения необходимых измерений [1]. В качестве базового варианта предполагается вывести аппараты на орбиты спутника Венеры и обеспечить доставку спускаемых аппаратов на поверхность планеты. Расширенная версия проекта включает в себя также атмосферную платформу для исследований непосредственно в атмосфере и малые аппараты, функционирующие на орбите, аналогичной орбите основного спутника, и в окрестности коллинеарных точек либрации системы Солнце–Венера [2].

Рассматривается старт космического аппарата с Земли в диапазоне 2029 – 2035 гг. Выведение КА на траекторию перелёта к Венере выполняется с помощью РН и РБ тяжёлого класса. В качестве основного варианта средства выведения рассматривается РН «Ангара-А5» с РБ «КВТК». За трое или более суток до достижения Венеры происходит разделение орбитального и спускаемого аппаратов. Спускаемый аппарат продолжает полёт по траектории, обеспечивающей вход в атмосферу. Оставшаяся часть перелётного блока переводится на пролётную гиперболическую относительно Венеры орбиту за счет включения двигательной установки в момент отделения. При достижении окрестности Венеры производится маневр для перевода блока на высокоэллиптическую орбиту её спутника. Помимо научных задач, орбитальный аппарат выполняет задачи ретранслятора для передачи на Землю научных данных, собираемых другими составляющими миссии. Основной орбитальный аппарат и его малый субспутник выводятся на высокоэллиптическую орбиту спутника Венеры с орбитальным периодом в одни земные сутки и высотой перицентра 400 км (соответствующая высота апоцентра при этом около 72000 км).

Продолжительность жизни основного посадочного аппарата, включая фазу его парашютного спуска на поверхность, ограничивается высокой температурой атмосферы в её нижних слоях, близких к поверхности (до 460 градусов по Цельсию), ожидается в пределах трёх часов, в это время требуется поддерживать радиолинию со спутником

[3]. Также планируется вместе с упомянутым основным аппаратом доставить малый (массой не более 20 кг) с ограниченными функциями, но со значительно более длительным временем работы на поверхности – более двух месяцев. Соответственно, для него необходимо обеспечивать возможность передавать информацию на спутник в течение всего этого периода, т.е. их взаимное положение должно быть таковым, чтобы они максимально долго оставались в пределах взаимной видимости.

Что касается планируемой эксплуатации орбитального аппарата (основного спутника), то её длительность ожидается в пределах трёх лет, что означает выполнение требования по эволюции орбиты: за это время высота перицентра (на этот параметр влияет гравитация Солнца) не должна снизиться до величины менее 350 км.

Для орбитального аппарата была рассчитана продолжительность видимости с посадочного аппарата в течение суток на протяжении 240 суток (венерианского года). Для положения посадочного аппарата на максимальной широте ежесуточная видимость в течение венерианского года нигде не уменьшается ниже 14 часов. Для экваториального случая в течение примерно половины венерианского года видимость достигается на уровне более 22 часов, остальное время видимость менее часа, или спутник с посадочного аппарата не наблюдается.

Таким образом, наиболее благоприятным выбором наклона орбиты и положения аппарата на поверхности являются значения, близкие к полярному.

Выбор такого наклона не противоречит требованиям по эволюции орбиты, поскольку это не приводит к снижению высоты перицентра. Отметим, что при этом значение большой полуоси остаётся неизменным, что означает снижение радиуса апоцентра на величину роста перицентра. Таким образом, условия передачи информации с поверхности планеты с течением времени миссии улучшаются.

Литература

1. Н.А. Эйсмонт, Л.В. Засова, А.В. Симонов, И.Д. Коваленко, Д.А. Горинов, А.С. Аббакумов, С.А. Бобер. Сценарий и траектория миссии «Венера-Д» // Вестник «НПО им. С.А. Лавочкина». 2018. № 4. С. 11-18.
2. Kovalenko, I.D., Eismont, N.A., Limaye, S.S., Zasova, L.V., Gorinov, D.A., Simonov, A.V., Micro-spacecraft in Sun-Venus Lagrange point orbit

for the Venera-D mission, *Advances in Space Research*, #66, 2019, p. 21-28, doi: <https://doi.org/10.1016/j.asr.2019.10.027>.

3. Воронцов В.А., Лохматова М.Г., Мартынов М.Б., Пичхадзе К.М., Симонов А.В., Хартов В.В., Засова Л.В., Зеленый Л.М., Кораблев О.И. Перспективный космический аппарат для исследования Венеры. Проект «Венера-Д» // Вестник «НПО им. С.А. Лавочкина». 2010. № 4. С. 62-67.

УДК 629.764.

eLIBRARY.RU: 89.01.94

Голубек А.В.

кандидат технических наук, доцент
Днепропетровского национального
университета им. О. Гончара,
Украина, Днепр

**КОМБИНИРОВАННЫЙ МЕТОД УВОДА
КРУПНОГАБАРИТНОГО КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА
С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОРЕАКТИВНОЙ
ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ
DEORBITING LARGE-SIZE ORBITAL DEBRIS FROM THE
NEAR-EARTH ORBITS BY COMBINED METHOD WITH
ELECTRIC PROPULSION SYSTEM**

Аннотация: Разработан метод увода крупногабаритных объектов космического мусора с низких околоземных орбит, основанный на комбинации активных и пассивных средств – электрореактивной двигательной установки и аэродинамического парусного устройства. Разработана принципиальная схема увода и методика определения её параметров. Проведено имитационное моделирование процесса увода крупногабаритного объекта космического мусора комбинированным методом с использованием электрореактивной двигательной установки.

Ключевые слова: крупногабаритный космический мусор, комбинированный увод, электрореактивная двигательная установка.

Abstract: A method has been developed for the deorbiting of large-sized orbital debris from low Earth orbits. It is based on a combination of active and passive devices - an electric propulsion system and an aerodynamic sail. A schematic diagram for the deorbiting and a

methodology for determining its parameters has been designed. A simulation of the deorbiting of a large-sized orbital debris by the combined method using an electric propulsion system has been carried out.

Keywords: large-size orbital debris, combined deorbiting, electric propulsion system.

Крупногабаритные нефункционирующие космические объекты в последние десятилетия представляют серьёзную проблему исследованию и использованию околоземного космического пространства. С одной стороны, столкновение с ними с высокой долей вероятности приведёт к прекращению функционирования действующего летательного аппарата. С другой – может стать триггером начала лавинообразного увеличения космического мусора.

Одним из возможных решений этой проблемы является использование комбинированного метода увода. В его основе лежит совместное использование электрореактивной двигательной установки и аэродинамического парусного устройства. Двигательная установка предназначена для формирования эллиптической орбиты увода с временем существования 25 лет с момента начала процесса увода, а аэродинамическое парусное устройство – для постепенного снижения объекта под воздействием силы аэродинамического сопротивления атмосферы Земли. Подобная комбинация с одной стороны позволяет увеличить область использования аэродинамических парусных устройств, с другой – снизить энергетические затраты в сравнении с уводом с использованием только двигательной установки.

В процессе разработки комбинированного метода увода были решены следующие задачи:

1. Разработана принципиальная схема увода крупногабаритных космических объектов с околоземных орбит комбинированным методом с использованием электрореактивной двигательной установки, позволяющая обеспечить увод в заданные сроки с минимальными энергетическими затратами.

2. Разработана методика определения параметров схемы увода, таких как минимальная суммарная скорость и соответствующий ей момент времени начала процесса увода, обеспечивающие минимальные энергетические затраты.

3. Проведено имитационное моделирование влияния высоты начальной орбиты, баллистического коэффициента и фазы солнечной активности на энергетические затраты процесса увода.

4. Определено влияние баллистических аспектов на параметры схемы увода.

Григорьев И.С.

кандидат физико-математических наук, доцент
кафедры вычислительной математики
Мехмата МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва

Заплетин М.П.

кандидат физико-математических наук, доцент
кафедры общих проблем управления
Мехмата МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва

Самохин А.С.

ассистент кафедры вычислительной математики
Мехмата МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва,
научный сотрудник 38 лаборатории
ИПУ им. В.А. Трапезникова РАН, г. Москва

Самохина М.А.

младший научный сотрудник 38 лаборатории
ИПУ им. В.А. Трапезникова РАН, г. Москва,
ст. преп. кафедры вычислительной математики
Мехмата МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва

**О ПОСТРОЕНИИ ОПТИМАЛЬНЫХ ТРАЕКТОРИЙ ДЛЯ
КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА С РЕАКТИВНЫМ
ДВИГАТЕЛЕМ БОЛЬШОЙ ОГРАНИЧЕННОЙ ТЯГИ
В ЗАДАЧАХ С ФАЗИРОВКОЙ
ABOUT OPTIMAL TRAJECTORIES DESIGN FOR THE
SPACECRAFT WITH A JET ENGINE OF A LARGE LIMITED
THRUST IN PROBLEMS WITH THE PHASING CONDITION**

Аннотация: Рассматривается многоэкстремальная задача оптимизации траектории межпланетного перелета космического аппарата. Предполагается наличие жёстких условий фазировки на одном из концов траектории. Управление космическим аппаратом осуществляется реактивным двигателем большой ограниченной тяги. Минимизируются затраты массы. Задача формализована как задача оптимального управления и решается на основе принципа максимума Понтрягина с применением метода стрельбы и градиентных методов.

Ключевые слова: большая ограниченная тяга, условие фазировки, задача встречи, построение межпланетных траекторий, оптимизация траекторий, Фобос, задача космодинамики, оптимальное управление.

Abstract: The optimization of the spacecraft interplanetary space flight trajectory is considered. Rigid rendezvous conditions of phasing are supposed at one of the trajectory bound point. The control of the spacecraft is realized by a large limited jet engine thrust. Weight losses are minimized. The problem is formalized as an optimal control problem and it is decided on the basis of the Pontryagin's maximum principle with the use of the shooting method and gradient methods. Local optimum trajectory exists for each turn of Phobos around Mars. The global optimization is made in pulse case.

Keywords: large limited thrust, phasing condition, rendezvous condition, interplanetary trajectory design, trajectory optimization, Phobos, cosmodynamics problem, optimal control.

Работа посвящена построению экстремалей Понтрягина в задаче возвращения космического аппарата (КА) к Земле со спутника Марса Фобоса. Данная задача является математическим исследованием части миссии по изучению грунта марсианского спутника. Актуальность задачи обосновывается в [1], в ближайшее время подобную миссию планируют осуществить Российская Федерация и Япония.

Постановка задачи

На левом конце траектории рассматривается жёсткое условие фазировки – КА должен взлететь с естественного спутника планеты, совершающего полный оборот вокруг Марса менее чем за 8 часов. На правом конце рассматривается условие попадания в Землю. Гравитационные поля Солнца и Марса считаются центральными ньютоновскими. КА, Фобос и Земля представляют собой в работе непритягивающие материальные точки. В начальный момент времени координаты и векторы скорости КА и Фобоса совпадают, в конечный момент времени должны совпасть координаты КА и Земли.

Положения центров масс Земли и Марса соответствует эфемеридам DE424, Фобоса – MAR097. КА управляется двигателями большой тяги. Продолжительность миссии ограничена, время старта и финиша оптимизируется. Минимизируются затраты массы.

Исследование задачи и метод решения

Задача космодинамики формализуется как задача оптимального управления и исследуется на основе принципа максимума Понтрягина. Одной из основных трудностей при решении таких задач является построение хорошего начального приближения.

Исходная задача многоэкстремальна для временных интервалов порядка нескольких лет: семейства локально-оптимальных

экстремалей с приемлемым значением функционала соответствуют окнам старта к Земле с Марса, открывающимся каждые два года. Поэтому вначале производится глобальная оптимизация. Для этого задача построения траектории перелёта приближается серией задач Ламберта с рассмотрением разного числа импульсов в сфере действия Марса [2]. Производится анализ траекторий, показывающий лучшие годы для старта КА среди ближайших лет, также их функционал в работе сравнивается с абсолютным минимумом манёвра. Затем задача решается в импульсной постановке на основе принципа Лагранжа. Далее строится экстремаль с ограниченной кусочно-непрерывной тягой в исходной задаче с использованием принципа максимума. Для оптимизации времени на правом конце оказываются удачными для счёта условия трансверсальности.

Задача многоэкстремальна и для временных интервалов порядка нескольких часов: для каждого витка Фобоса вокруг Марса есть своя локально-оптимальная траектория, при неудачном времени старта с Фобоса значение функционала возрастает в несколько раз. Для выбора времени старта осуществляется внешняя оптимизация с использованием комбинации градиентных методов и метода продолжения решения по параметру. Более подробно методика решения задачи с условием фазировки изложена в [3].

Результаты численного моделирования

Краевая задача принципа максимума решается численно методом стрельбы с использованием модифицированного метода Ньютона и метода продолжения решения по параметру. Авторами был реализован программный комплекс на языке С с использованием пакета SPICE для учета эфемерид. В результате решения построены экстремали Понтрягина, проведён их анализ.

Литература

1. Eenev T.M. Pressing Issues of the Day in Studying Deep Space // *Cosmic Research*. – 2005. – Vol. 43. – № 6. – P. 383–387.
2. Samokhin A.S. Optimization of expedition to Phobos using the impulse control and solution to Lambert problems taking into account attraction of the Earth and Mars // *Moscow University Mathematics Bulletin*. – 2014. – V. 69. – № 2. – P. 84–87.
3. Samokhina M.A., Samokhin A.S., Zapletin M.P., Grigoryev I.S. Method of optimal trajectories design for a spacecraft with a jet engine of a large limited thrust in problems with the phasing condition // *Advances in the Astronautical Sciences*. – 2018. – V. 161. – P. 711–730.

Ивашкин В.В.

доктор физико-математических наук,
профессор, главный научный сотрудник,
ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, Москва

Lang A.

кандидат физико-математических наук,
Xi'an Jiaotong University, Xi'an, Shaanxi, China

Guo P.

кандидат физико-математических наук,
Harbin Institute of Technology, Harbin, China

**АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЗМОЖНОЙ ЭКСПЕДИЦИИ
К АПОФИСУ С СОЗДАНИЕМ СПУТНИКОВ АСТЕРОИДА
И С ВОЗВРАТОМ К ЗЕМЛЕ
CHARACTERISTICS ANALYSIS FOR THE EARTH-APOPHIS-
EARTH POSSIBLE MISSION WITH CREATION OF THE
ASTEROID ARTIFITIAL SATELLITES**

Аннотация: Определяются и исследуются характеристики экспедиции к опасному астероиду Apophis, орбита которого периодически имеет тесные сближения с Землей. Рассмотрен случай полета с химическими двигателями ограниченной большой тяги. В окрестности Апофиса основной космический аппарат переводится на орбиту спутника астероида для изучения его характеристик и после взятия образцов его грунта отлетает для возврата на Землю. Создается также пассивный мини-спутник Апофиса с радиомаяком, с большим, в течение нескольких лет, временем жизни - для уточнения орбиты астероида. Рассмотрены случаи астероида как эллипсоида вращения и как трехосного эллипсоида. Намечены задачи, которые должны быть решены для осуществления экспедиции.

Ключевые слова: астероид Apophis, экспедиция к астероиду, спутник астероида, возврат к Земле.

Abstract: Characteristics of a space mission to the dangerous asteroid Apophis whose orbit periodically approaches to the Earth are determined and investigated in the presentation. A case of using chemical engines with restricted high thrust is analyzed. In the vicinity of Apophis, the main spacecraft would enter into asteroid satellite orbit, studying its characteristics from orbit, and then head back to Earth after taking the asteroid soil samples. There is being made the Apophis' passive mini-

satellite with a radio beacon, and with a large lifetime to refine the asteroid orbit. Cases of rotating ellipsoid and tri-axial ellipsoid are considered for the asteroid. The problems, which need to be solved for the mission, are shown.

Keywords: asteroid Apophis, mission to asteroid, asteroid satellite, return to the Earth.

В работе выполнен анализ автоматической экспедиции, которая осуществляется по следующей схеме. Ракета-носитель выводит космический аппарат (КА) с разгонной двигательной установкой большой тяги ДУ1 (типа «Фрегат») на опорную орбиту ИСЗ. В некоторый оптимальный момент ДУ1 включается и выводит КА на орбиту полета к астероиду Апофис. Затем этот блок ДУ1 отделяется и дальнейшие маневры коррекции, торможения при переходе на орбиту спутника астероида и разгона для полета к Земле осуществляются другим двигательным блоком ДУ2. При подлете к Земле спускаемый аппарат СА отделяется, входит в атмосферу Земли, где осуществляется атмосферное торможение его движения и посадка в заданном районе. Между этими маневрами торможения и разгона у астероида КА остается здесь в течение некоторого оптимального времени ожидания Δt_A . В это время происходит посадка специального модуля на поверхность астероида, взятие образцов его грунта, и выполняются другие исследования характеристик астероида. Происходит также выведение малого аппарата, массой около 10 кг с радиомаяком, на стабильную орбиту мини-спутника для длительного, в течение нескольких лет, наблюдения за ним с Земли и уточнения орбиты Апофиса, что важно для обеспечения астероидной безопасности [1]. В выполненном исследовании характеристик экспедиции разработаны постановки, методики и алгоритмы, выполнен численный анализ для двух задач [2-6]. Это, во-первых, задача построения энергетически оптимальных межпланетных траекторий полета от Земли к астероиду, времени ожидания у астероида и траекторий возврата от астероида к Земле. Во-вторых, это задача поиска стабильных в течение нескольких лет орбит спутников астероида, без столкновения с поверхностью астероида и отлета далеко от него.

В рамках решения первой задачи разработан двухэтапный метод построения оптимальных (по максимуму полезной массы) межпланетных траекторий для экспедиции Земля–астероид–Земля: при полете с двигателями большой тяги: в центральном Ньютоновском поле притяжения Солнца, в модели точечных сфер действия планет на первом этапе и с учетом возмущений на втором этапе. Разработан алгоритм построения сопряженных функций для максимизации

полезной массы. Построены и проанализированы оптимальные траектории и оптимальное время ожидания у астероида для экспедиции к астероиду. Учтено ограничение на скорость входа в атмосферу. Показана принципиальная возможность осуществления экспедиции Земля–астероид–Земля на основе ракет «Союз», «Зенит» и разгонного блока «Фрегат» при полете в 2019–2022 гг.

В рамках решения второй задачи анализ показал, что можно так подобрать параметры орбит основного КА и мини-спутника, что орбиты будут довольно стабильными в течение достаточно продолжительного времени – нескольких недель для основного КА, с начальным радиусом ~ 0.5 км и нескольких лет, до сближения Апофиса с Землей в 2029 г., для мини-спутника, при начальном радиусе ~ 1.5 км. Оптимальной, с точки зрения стабильности полета КА у астероида, является начальная ориентация плоскости орбиты КА перпендикулярно к направлению на Солнце. При этом Апофис рассмотрен как однородное тело с двумя вариантами фигуры: удлинённый эллипсоид вращения ($b_A/a_A = 1$, $c_A/a_A \approx 1.5 \pm 0.2$ [2-3], здесь a_A , b_A , c_A – малая, средняя и большая полуоси эллипсоида) и трехосный эллипсоид, близкий к предыдущему случаю ($b_A/a_A \approx 1.06 \pm 0.02$, $c_A/a_A \approx 1.5 \pm 0.2$) [6].

Литература

1. Автоматические космические аппараты для фундаментальных и прикладных научных исследований / Под. ред. Г.М. Полищука, К.М. Пичхадзе М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2010. 660 с.
2. Ивашкин В.В., Лан Аньци. Анализ орбитального движения космического аппарата вокруг астероида Апофис // Доклады Академии наук, 2016, том 468, № 4, с. 403–407. DOI: 10.7868/S086956521616012X.
3. Ивашкин В.В., Лан А. Анализ орбитального движения спутника астероида Апофис // Космич. исслед., 2017. Т. 55. Вып. 4. С. 268–277. DOI: 10.7868/S0023420617030050.
4. Ивашкин В.В., Лан Аньци (Lang Anqi). Оптимальные траектории для экспедиции Земля-астероид-Земля при полете с большой тягой // Доклады Академии Наук, 2019. Т. 484. № 2. С. 161–166. ISSN 0869-5652. DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-56524842161-166>. URL: <https://journals.eco-vector.com/0869-5652/article/view/11719/9185>.
5. Ивашкин В.В., Лан А. Построение оптимальных траекторий для экспедиции Земля-астероид-Земля при полете с большой тягой // Космич. исслед., 2020. Т. 58. Вып. 2. С. 138–148. ISSN: 0023-4206. DOI:

10.31857/ S0023420620020065. URL:

<https://www.elibrary.ru/item.asp?id=42339600>.

6. Ивашкин В.В., Гуо П. Анализ возможности создания стабильного спутника астероида Апофис как однородного трехосного эллипсоида // Доклады Академии Наук, 2019. Т. 489. № 1. С. 27-33. ISSN 0869-5652. DOI: <https://doi.org/10.31857/S0869-5652489127-33>.

URL: <https://journals.eco-vector.com/0869-5652/article/view/17859>.

УДК 519.624, 517.988.38

eLIBRARY.RU: 89.23, 27.29, 27.41

Самохина М.А.

младший научный сотрудник 38 лаборатории
ИПУ им. В.А. Трапезникова РАН, г. Москва,
ст. преп. кафедры вычислительной математики
Мехмата МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва

Самохин А.С.

ассистент кафедры вычислительной математики
Мехмата МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва,
научный сотрудник 38 лаборатории
ИПУ им. В.А. Трапезникова РАН, г. Москва

**О 10-Х СОРЕВНОВАНИЯХ ПО ГЛОБАЛЬНОЙ
ОПТИМИЗАЦИИ ТРАЕКТОРИЙ:
МОДЕЛЬ ЗАСЕЛЕНИЯ ГАЛАКТИКИ, РЕЗУЛЬТАТЫ
ABOUT THE 10TH EDITION OF THE GLOBAL TRAJECTORY
OPTIMIZATION COMPETITION: GALAXY SETTLEMENT
MODEL, RESULTS**

Аннотация: В мае-июне 2019 года состоялись соревнования по глобальной оптимизации траекторий GTOC X. Задача состояла в том, чтобы заселить как можно больше звездных систем из ста тысяч пригодных. При этом колонизированные звездные системы должны были располагаться максимально равномерно в пространстве, необходимо было использовать как можно меньшее приращение скорости. Доклад посвящён краткой истории, формату конкурса, постановке задачи, нашему решению и результатам.

Ключевые слова: GTOC, GTOC X, settle of the other star systems, global trajectory optimization, numerical simulations, gradient method, trajectory design, numerical trajectory optimization, Phobos.

Abstract: The report is about our participation in the global trajectory optimization competition GTOC X, that was held in 2019. The task in GTOC X is to settle as many of the one hundred thousand star systems as possible, in as uniform a spatial distribution as possible, while using as little propulsive velocity change as possible. Our team solved this problem numerically with final verified and accepted result settlement tree consists of 968 stars. The report will be discussed in the competition format, the problem statement, our approach to the solution and results.

Keywords: GTOC, GTOC X, settle of the other star systems, global trajectory optimization, numerical simulations, gradient method, trajectory design, numerical trajectory optimization, Phobos.

GTOC – это соревнования по глобальной оптимизации траекторий, организованные Дарио Иццо из Команды Передовых Концепций (Advanced Concepts Team) Европейского Космического Агентства (ESA) в 2005 году. Задача для GTOC X была составлена победителями предыдущих соревнований GTOC 9 [1], командой лаборатории реактивного движения (JPL) из НАСА. Задача была опубликована на официальном сайте соревнований [2] 15 мая 2019 года. Решения командам необходимо было представить до 12 июня 2019 года.

Задача называлась «Заселение Галактики». Предполагалось, что спустя десять тысяч лет от сегодняшних дней человечество решит отправиться в Галактику для заселения других звездных систем. Всего для колонизации было отобрано 100 000 звёзд. Технологии, которыми земляне располагают во время колонизации, несмотря на значительный прогресс, не позволяют мгновенно перемещаться в пространстве. Тем не менее, самодостаточные корабли поселенцев могли путешествовать в космосе в течение сотен тысяч поколений, позволяя людям достигать и колонизировать другие звездные системы. Задача в GTOC X состояла в том, чтобы заселить наибольшее количество звездных систем из 100 000 возможных так, чтобы через 90 миллионов лет после начала расселения колонизированные звезды были максимально равномерно распределены в пространстве. При этом необходимо добиться наименьшего суммарного приращения скорости. Заселение галактики начинается с вылета трех кораблей в различных направлениях от нашей родной звезды Sol. Как только другая звезда колонизирована, через некоторое время от нее могут стартовать следующие корабли с поселенцами.

Команды получали бонус в зависимости от времени представления плана расселения организаторам. Полное описание постановки задачи приведено в [3].

Наша команда впервые участвовала в GTOC и решала эту задачу на обычном персональном компьютере. Начальное приближение строилось градиентным методом в плоском случае. Пространственная задача решалась численно с использованием метода стрельбы, модифицированного метода Ньютона и методов Рунге-Кутты. Наш окончательный проверенный и принятый организаторами результат – 968 заселенных звезд со значением целевой функции – 201,583171.

В апреле 2021 года состоится следующее соревнование GTOC 11. Организаторы приглашают к участию всех желающих [4].

Литература

1. Petropoulos A., Grebow D., Jones D., et al. GTOC9: Methods and Results from the Jet Propulsion Laboratory Team // Acta Futura. – 2018. – Iss. 11. – P. 25-35. doi: 10.5281/zenodo.1139152.
2. GTOC X Homepage. URL: <http://gtocx.jpl.nasa.gov> (дата обращения: 01.06.2020).
3. Petropoulos, A.E., Gustafson, E.D., Whiffen, G.J., Anderson, B.D. GTOC X: Settlers of the Galaxy Problem Description and Summary of the Results // Paper AAS 19-891. Astrodynamics Specialist Conference. Portland, Maine. – 11-15 Aug. 2019.
4. GTOC 11 // GTOC portal / URL: http://sophia.estec.esa.int/gtoc_portal/?page_id=782 (дата обращения: 01.06.2020).

УДК 629.7.015.076.2:521.3

Боровенко В.Н.

кандидат технических наук,
АО ЦНИИмаш,

Харлов Б.Н.

кандидат технических наук,
АО ЦНИИмаш,
г. Королев, Московской обл.

АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ ПРИ ВЫБОРЕ ОРБИТЫ ЛУННОЙ ОРБИТАЛЬНОЙ СТАНЦИИ ANALYSIS OF ENERGY COSTS WHEN CHOOSING ORBITS OF THE LUNAR SPACE STATION

Аннотация: Рассматривается лунная орбитальная станция (ЛОС), предназначенная для обслуживания напланетной инфраструктуры и

проведения транспортных операций с Землей. В докладе проводится анализ энергетических затрат на операции доставки ЛОС с околоземной орбиты на орбиту вокруг Луны, совершение челночных операций «ЛОС – поверхность Луны – ЛОС», отлет с орбиты ЛОС к Земле, а также энергетических затрат на поддержание параметров орбиты ЛОС вследствие действующих на нее гравитационных возмущений от Земли, Солнца и не сферичности фигуры Луны в течение времени ее функционирования.

Ключевые слова: Луна, орбита, Лунная орбитальная станция.

Abstract: This paper focuses on analysis of propulsive costs with regard to selecting an orbit for a Lunar Orbital Station (LOS). The intended purpose of the LOS is to serve as a staging gateway between Lunar surface infrastructure and the Earth. The report analyzes the energy costs of delivering LOS from near-earth orbit to orbit around the moon, performing Shuttle operations «LOS-surface of the moon-LOS», departure from the orbit of LOS to the Earth, as well as the energy costs of maintaining the parameters of the orbit of LOS as a result of gravitational perturbations from the Earth, the Sun and the non-spherical shape of the moon during its operation.

Keywords: Moon, the orbit, Lunar Orbital Station.

Задача выбора орбиты лунной орбитальной станции (ЛОС) является актуальной в современных условиях развития космонавтики. Ее выбор определяется задачами, для выполнения которых предназначена ЛОС. Так, например, НАСА рассматривает в качестве орбиты для платформы DSG-Gateway (шлюз для межпланетных перелетов на Марс, астероиды и др.) так называемую NRHO, принадлежащую к классу галоорбит вокруг точки Лагранжа L2 системы Земля-Луна [1].

В докладе ставится задача анализа энергетических затрат на транспортные операции - доставка ЛОС с низкой околоземной орбиты на орбиту вокруг Луны, совершение челночных операций «ЛОС – поверхность Луны – ЛОС», отлет с орбиты ЛОС к Земле, а также энергетических затрат на поддержание параметров орбиты ЛОС вследствие действующих на нее гравитационных возмущений от Земли, Солнца и не сферичности фигуры Луны.

Решение ищется в рамках ограниченной эллиптической задачи трех тел в зависимости от селеноцентрического радиуса орбиты.

Показано, что меньшим энергетическим затратам на перелет низкая околоземная орбита-окололунная орбита (НОО-ОЛО) соответствует более высокая ОЛО. Однако для челночной операции «ЛОС –

поверхность Луны-ЛОС» характерен обратный результат: меньшим энергетическим затратам соответствует ОЛО меньшей высоты, в том числе с учетом перелета ОЛО-НОО.

Противоречивость этих свойств ОЛО требует дополнительных исследований.

С этой целью проводится анализ энергетических затрат на поддержание параметров ОЛО с учетом действующих возмущений. Приводится график уровня возмущений в зависимости от радиуса ОЛО, согласно приближенной аналитической методике А. Роя [2], а также проводится анализ затрат импульса скорости на поддержание высоты ОЛО при интегрировании системы уравнений движения КА в гравитационном поле Луны с учетом возмущений.

В результате этого анализа указан рациональный диапазон высот ОЛО, в котором энергетические затраты на поддержание высоты орбиты меньше чем для более высоких или более низких орбит, Он может быть использован при выборе ОЛО для ЛОС при длительном времени её существования.

Проведенный анализ не исчерпывает перечень всех факторов, влияющих на принятие решения. Для выбора орбиты ЛОС надо исследовать и другие факторы.

Литература

1. R. Whitley and R. Martinez, «OptionsforStagingOrbitsinCislunarSpace», IEEE Aerospace 2015, Mar. 2015.
2. А.Рой «Движение по орбитам».Москва, Мир, 1981, 544

УДК 629.7

eLIBRARY.RU: 55.49.31

Есаков А.М.

инженер

ПАО РКК «Энергия»,

г. Королев, Московская обл.

**ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ МОНИТОРИНГА ЗАДАНЫХ
ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ НАУЧНОЙ АППАРАТУРЫ
РОССИЙСКОГО СЕГМЕНТА МКС
THE ASSESSMENT OF MONITORING CAPABILITIES OF
SPECIFIED OBJECTS WITH THE HELP OF SCIENTIFIC
EQUIPMENT OF THE ISS RUSSIAN SEGMENT**

Аннотация: В рамках проводимых на борту Российского сегмента МКС исследований по изучению земной поверхности проведена оценка возможностей мониторинга заданных объектов на примере Государственного природного биосферного заповедника «Брянский лес» с использованием спектрометрической научной аппаратуры «ВСС» и платформы наведения «СОВА», разработанных в эксперименте «Ураган».

Ключевые слова: Международная космическая станция, космические эксперименты, экология, дистанционное зондирование Земли, научная аппаратура.

Abstract: As part of the investigations on the study of the Earth's surface carried out on board of the ISS Russian segment, there was made an assessment of the monitoring capabilities of specified objects using the example of the Bryansk Forest State Natural Biosphere Reserve using the «VSS» spectrometric scientific equipment and the «SOVA» guidance platform developed in the «Uragan» experiment.

Keywords: International Space Station, space experiments, ecology, Earth remote sensing, scientific equipment.

По программе научно-прикладных исследований на борту Российского сегмента Международной космической станции (РС МКС) проводятся космические эксперименты по изучению земной поверхности, отработке методов и аппаратуры для наблюдения Земли и оценки развития потенциально опасных и катастрофических явлений [1]. Отработка методов инвентаризации лесов, определения воздействий на лесной покров природных и техногенных факторов с использованием визуально-инструментального и спектрометрического мониторинга осуществляется в рамках эксперимента «Дубрава». Целью настоящего исследования является оценка возможностей мониторинга Государственного природного биосферного заповедника «Брянский лес» с помощью научной аппаратуры «ВСС» и платформы наведения «СОВА» [1-3].

Моделирование условий проведения съемки

Для оценки возможностей мониторинга Государственного природного биосферного заповедника «Брянский лес» с помощью научной аппаратуры «ВСС» было проведено моделирование условий проведения сеансов его съемки для двух режимов работы: ручной съемки и съемки с использованием платформы наведения «СОВА» (рис.1).

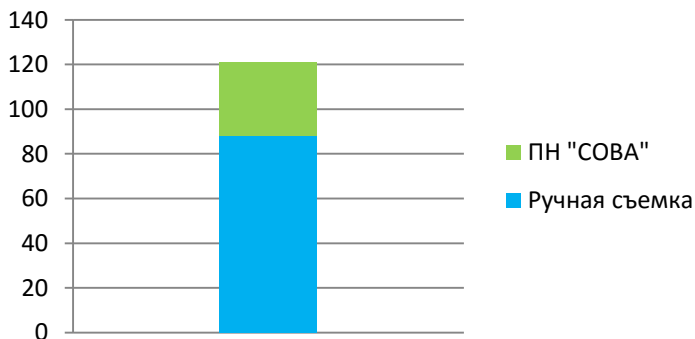


Рис. 1. Количество сеансов наблюдений заповедника «Брянский лес»

При этом учитывались различные ограничения: поле зрения аппаратуры, время занятости экипажа (для ручной съемки), освещенность, статистические данные облачности в районе исследуемого объекта, а также его сезонность (рис. 2).

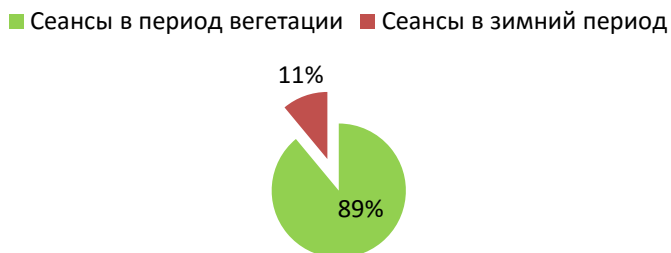


Рис. 2. Соотношение количества сеансов в зависимости от сезона

Результаты

В результате проведенного исследования была оценена возможность наблюдений Государственного природного биосферного

заповедника «Брянский лес» с помощью научной аппаратуры «ВСС» с учетом различных ограничений. При этом следует отметить эффективность применения платформы наведения «СОВА», позволяющей автоматизировать процесс съемки.

Литература

1. Belyaev M.Y., Cheremisin M.V., Esakov A.M. Integrated monitoring of Earth surface from onboard ISS Russian segment // В сборнике: Proceedings of the International Astronautical Congress, IAC 2018.
2. Беляев Б.И., Беляев М.Ю., Боровихин П.А. и др. Система автоматической ориентации научной аппаратуры в эксперименте «Ураган» на Международной космической станции // Космическая техника и технологии. 2018. № 4 (23). С. 70-80.
3. Беляев М.Ю., Боровихин П.А., Караваев Д.Ю., Рулев Д.Н. Управление подвижными платформами при наведении научной аппаратуры на изучаемые объекты в эксперименте «Ураган» на Международной космической станции. // В сборнике: XXIV Санкт-Петербургская международная конференция по интегрированным навигационным системам // Сборник материалов. Главный редактор В.Г. Пешехонов. 2017. С. 44-47.

УДК 629.785

eLIBRARY.RU: 89.15.15

Яблоновский П.А.
студент 4 курса РУДН,
Бондаренко Ю.А.
РУДН, г. Москва

**РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-БАЛЛИСТИЧЕСКОГО
ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПЕРЕЛЕТА К ЮПИТЕРУ И АНАЛИЗ
ТРАЕКТОРИИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА
В ОКРЕСТНОСТИ ПЛАНЕТЫ
DEVELOPMENT OF BALLISTIC SUPPORT FOR THE FLIGHT
TO JUPITER AND ANALYSIS OF THE TRAJECTORY OF THE
SPACECRAFT IN THE VICINITY OF THE PLANET**

Аннотация: Данная работа посвящена разработке схем и программно-математического пакета для реализации межпланетного перелета космического аппарата к Юпитеру и анализу траектории в его окрестности. В результате был написан программно-

математической комплекс и произведены расчеты перелета КА с низкой опорной круговой орбиты спутника Земли к Юпитеру, с последующим анализом маневров у планеты.

Ключевые слова: Межпланетный перелет к Юпитеру, гравитационный маневр, выведение аппарата на орбиту искусственного спутника планеты, задача Ламберта, метод грависфер нулевой протяженности, импульсная аппроксимация.

Abstract: This work is devoted to the development of schemes and a mathematical package for the implementation of the interplanetary flight of a spacecraft for the analysis of trajectories in its vicinity. As a result, a software-mathematical complex was made and spacecraft flight from a low-Earth reference circular orbit to Jupiter was calculated, followed by an analysis of maneuvers around the planet.

Keywords: Interplanetary flight to Jupiter, gravitational maneuver, launching the satellite into orbit of an artificial satellite of the planet, Lambert problem, zero-length gravisphere method, impulse approximation.

В анализе полагаем, что космический аппарат (КА) вместе с химическим разгонным блоком выводится на низкую околоземную круговую орбиту с заданной высотой и наклонением. Необходимо обеспечить перелёт КА в окрестность Юпитера и проанализировать несколько возможных его маневров в окрестности планеты назначения. В данной работе были проанализированы несколько задач, а именно:

- Выведение КА на орбиту искусственного спутника Юпитера.
- Анализ использования гравитационного маневра вблизи Юпитера.

Для реализации задачи нахождения оптимальной траектории перелета был решен ряд задач, а именно были определены оптимальные даты старта КА с низкой околоземной опорной круговой орбиты, найдено оптимальное время продолжительности полета, были полностью определены параметры трех основных участков межпланетного перелета – гелиоцентрического, геоцентрического и планетоцентрического. Также было рассмотрено несколько задач на планетоцентрическом участке траектории – задача реализации гравитационного маневра и задача выведения КА на орбиту искусственного спутника Юпитера.

При решении данных задач использовались метод грависфер нулевой протяженности и импульсная аппроксимация активного участка траектории. Был вычислен орбитальный вектор состояния Земли и Юпитера.

При рассмотрении транспортной задачи анализ гелиоцентрического участка сводится к решению задачи Ламберта. Задача Ламберта была решена относительно истинной аномалии гелиоцентрического участка траектории. В результате решения задачи Ламберта однозначно определяются: фокальный параметр, большая полуось и эксцентриситет гелиоцентрической орбиты перелета.

Результатом проделанной работы является программно-математический комплекс, который позволяет точно рассчитать межпланетную траекторию с опорной орбиты спутника Земли в окрестность Юпитера. Разработанный комплекс также позволяет проанализировать возможность реализовать гравитационный маневр в окрестности планеты и провести анализ параметров орбиты при выведении КА на орбиту искусственного спутника Юпитера.

Литература

1. Дубошин Г.Н. Справочное руководство по небесной механике и астродинамике, М.: Наука. 1976. – 864с.
2. Иванов Н.М., Дмитриевский А.А., Лысенко Л.Н. Баллистика и навигация космических аппаратов. – М.: Машиностроение, 1986. – 296с.
3. Константинов М.С., Каменков Е.Ф., Перельгин Б.П., Безвербый В.К. Механика космического полета. Под ред. В.П. Мишина. — М.: Машиностроение, 1989. — 408 с
4. Соловьев Ц.В., Тарасов Е.В. Прогнозирование межпланетных полетов. – М.: Машиностроение, 1973. – 400 с.

УДК 629.7.01

eLIBRARY.RU: 55.47.07

Арувелли С.В.
аспирант, МАИ (НИУ)

МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЛИКА ПЛАНИРУЮЩЕЙ ПАРАШЮТНОЙ ГРУЗОВОЙ СИСТЕМЫ С УЧЕТОМ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСПОРТНОЙ ОПЕРАЦИИ METHOD OF CARGO RAM-AIR PARACHUTE DESIGN FOR TRANSPORT OPERATION PARAMETERS

Аннотация: разработана адаптивная методика определения облика планирующей парашютной грузовой системы с площадью крыла до 90 м² для грузов массой до 2000 кг, учитывающая специфику

транспортной операции и позволяющая оптимизировать конструкцию по нескольким критериям.

Ключевые слова: парашют, методика определения облика парашюта, планирующий парашют, парашют-крыло, парашютная система, проектирование парашюта.

Abstract: An adaptive method of ram-air parachute design with a wing area up to 90 m² for a cargo with weight up to 2000 kg was developed. The specifics of the transport operation are taken into account. The method is allowing optimization of the design according to several criteria.

Keywords: parachute, parachute design method, ram-air parachute, parafoil, parafoil design, parachute design.

Разработка методики определения облика планирующей парашютной грузовой системы (ППГС) с учётом специфики транспортной операции является актуальной задачей [4, 5], решение которой позволит увеличить эффективность авиационных транспортных систем и транспортных операций, включающих десантирование грузов.

Математические модели ППГС

Используются следующие математические модели (ММ): ММ конструкции и прочности планирующего парашюта, ММ процесса наполнения крыла парашюта [6], ММ аэродинамики ППГС, ММ движения ППГС [1, 7].

Методика определения облика ППГС

Методику определения облика ППГС [2] (Рис. 1) можно описать следующими шагами:

1. Задание требований к ППГС [3].
2. Задание конфигурации системы вектором конструктивных параметров.
3. Цикл междисциплинарного анализа:
 - 3.1. Прочностной расчёт ППГС, определение материалов для купола и строп парашюта. Определение массы и стоимости материалов парашютной системы.
 - 3.2. Моделирование процесса наполнения крыла парашюта для определения максимальной нагрузки и перегрузки, действующих на элементы парашютной системы и полезную нагрузку.
 - 3.3. Определение аэродинамических характеристик ППГС.
 - 3.4. Моделирование движения системы груз-парашют: определение скорости приземления, горизонтальной скорости установившегося полёта и производных устойчивости системы.

4. Вычисление значений целевых функций и элементов вектора ограничений.

5. Минимизация значений целевых функций относительно вектора возможных решений в области допустимых решений.

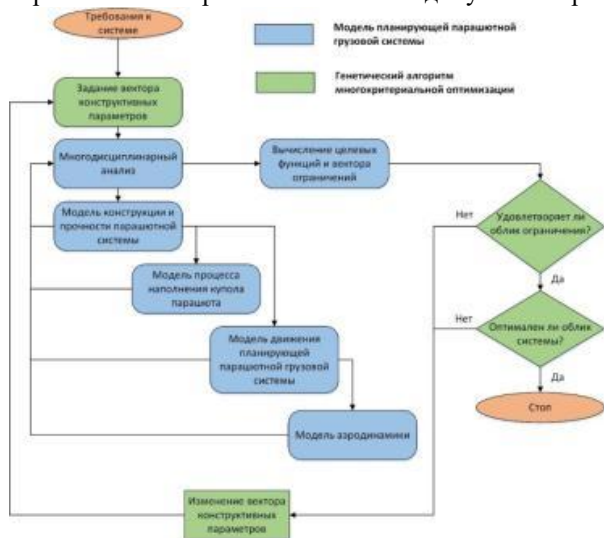


Рис. 1. Алгоритм методики определения облика планирующей ППГС

Результаты

В результате исследования разработана универсальная формально-эвристическая методика определения облика ППГС с варьируемым количеством критериев оптимальности под параметры и ограничения транспортной операции, адекватная при площади крыла до 90 м² и массе груза до 2000 кг, позволяющая решать широкий круг прикладных задач.

Литература

1. Арувелли С.В. Влияние угла установки крыла и длины строп на динамику планирующей парашютной грузовой системы // Общероссийский научно-технический журнал «ПОЛЕТ». 2020. № 2. С. 54–64.
2. Арувелли С.В. Методика определения оптимального облика планирующей парашютной грузовой системы на ранних этапах проектирования // Вестник Московского Авиационного Института. 2020. № 1 (27). С. 76–87.
3. Арувелли С.В., Долгов О.С. Требования и условия эксплуатации авиационных систем доставки грузов в труднодоступные районы //

Научно-производственный и культурно-образовательный журнал «Качество и жизнь». 2017. № 3(15). С. 11–15.

4. Иванов П.И. Проектирование, изготовление и испытания парапланов: методическое руководство для разработчиков парапланерных систем, конструкторов и испытателей / Иванов П.И., КП «Гранд-С», Феодосия, 2001. 256 с.

5. Лялин В.В., Морозов В.И., Пономарев А.Т. Парашютные системы. Проблемы и методы их решения. / Лялин В.В., Морозов В.И., Пономарев А.Т., М.: ФИЗМАТЛИТ, 2009. 576 с.

6. Lingard J. S. Ram Air Parachute Design Clearwater Beach, Florida, US: AIAA, 1995.

7. Precision Aerial Delivery Systems: Modeling, Dynamics, and Control подред. Yakimenko O.A., Reston, VA: American Institute of Aeronautics and Astronautics, Inc., 2015. 965 с.

УДК 629.19

eLIBRARY.RU: 89.00.00

Ефимов Г.Б.

кандидат физико-математических наук,
старший научный сотрудник
ИПП им. М.В. Келдыша РАН,
г. Москва

Ефимова М.В.

старший преподаватель
кафедры математики и информатики,
Государственный университет управления,
г. Москва

К ИСТОРИИ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ПЛАНОВ ЭНТУЗИАСТОВ КОСМОНАВТИКИ TO THE HISTORY OF REALIATION THE PROECTS OF ENTUZIASTES OF THE COSMONAUTICS

Аннотация: Идеи и мечты К.Э. Циолковского впервые были осуществлены в Советском Союзе в середине XX века, большую роль в этом сыграла отечественная наука, энтузиазм ученых и инженеров. Для реализации полетов в космос были необходимы передовые техника и промышленность. Они активно развивались и в России начала XX века и в советские годы. Доклад посвящен истории фирмы, внесшей большой вклад в создание промышленного потенциала

страны и служащей ей уже 140 лет: ЦНИИ «Проектстальконструкция» им. Н.П. Мельникова (при основании – «Строительная контора инженера А.В. Бари»). Ее создатели – А.В. Бари и В.Г. Шухов.

Ключевые слова: «ЦНИИ Проектстальконструкция», Н.П. Мельников, космонавтика, «Строительная контора инженера А.В. Бари», В.Г. Шухов, А.В. Бари, история науки.

Abstract: Ideas and dreams of K.E. Tsiolkovsky was first carried out in the Soviet Union since the middle of the twentieth century; domestic science and the enthusiasm of scientists and engineers played a large role in this. For the implementation of space flights were needed advanced industry and technology. They actively developed in Russia at the beginning of the twentieth century and in the Soviet years. The report is dedicated to the history of one of the companies that made a great contribution to the creation of the industrial potential of the country and has been serving it for 140 years: CNII Projectstalkonstruksiya of N.P. Melnikov, at the base – «Construction office of the engineer A.V. Bari», its founders – A.V. Bari and V.G. Shukhov.

Keywords: Central Research Institute Projectstalkonstruksiya, N.P. Melnikov, astronautics, «Construction office of the engineer A.V. Bari», V.G. Shukhov, A.V. Bari, the history of science.

Запуск первого спутника Земли, полет человека в космос, полеты к Луне, Венере, их изучение – в этих достижениях космонавтики наша страна была первой. Для осуществления этих полетов, наряду с наукой, необходимы были передовые техника и промышленность. В первую очередь это, конечно, ракетная и авиационная техника, заводы: ОКБ С.П. Королева и многие другие. Но в технике многое связано, для полетов нужны очень разные компоненты: продукты нефти и химии для ракетного топлива, стальные конструкции, сетчатые решетчатые покрытия для укрепления и облегчения корпуса ракеты, сетчатые мачты (как Шуховская башня) – для антенн связи с аппаратом [1-3] и т.д.

Одной из мощных организаций, обслуживающих в наши дни, наряду с другими отраслями, и потребности космоса является Центральный Научно-исследовательский институт «Проектстальконструкция» им. Н.П. Мельникова. В течение 40 лет его возглавлял академик Николай Прокофьевич Мельников (1908 - 1982), (с 1944 года, работал в нем и раньше). Его награды: Ленинская и четыре Государственные премии отражают успехи работ Института в цветной и черной металлургии, в атомной промышленности и энергетике, в нефтяной и химической промышленности,

машиностроении, в космической связи и других областях [1-2]. Коллективом института были разработаны:

- конструкции всех доменных печей, включая первую в мире цельно-сваренную доменную печь;
- конструкция первого в стране атомного реактора;
- конструкции высотных зданий: на Смоленской площади, площади Восстания и гостиницы «Украина»;
- конструкции антенных сооружений – мачт и башен высотой до 460 м;
- серии типовых металлоконструкций промышленных зданий, резервуаров, мостов и многое другое.

Институт, как видим, принимал и принимает участие в самых различных ответственных проектах. В 2020 году Институту исполнилось 140 лет. Истоки его уходят в последнюю четверть XIX века, когда индустрия, инженерная наука и практика России бурно развивались.

Среди них была и «Строительная контора инженера Бари», первая инженерная фирма в России, игравшая в этом развитии немалую роль. Яркому творчеству ее Главного конструктора Владимира Григорьевича Шухова посвящена обширная литература, даже детская, например [3-4]. Об Александре Вениаминовиче Бари, создателе фирмы, о достижениях в ее организации и управлении стали писать совсем недавно [6-7]. Фирма проектировала и строила мосты, крыши общественных зданий из металла и стекла, трубопроводы, первые в Европе. Изобретения Шухова опережали, порой на полвека, мировую практику. Организация дела и методы управления в фирме также были передовыми в России и в мире.

Александр Вениаминович Бари (1847-1913), известный бизнесмен и меценат родился в Петербурге, был сыном педагога. В 1862 г. семью выслали из России из-за либерализма главы и переписку его с Марксом, они уехали через Швейцарию в США. Александр, окончив в Цюрихе Политехническую школу, в 1870 году приехал в США, работал там инженером. Для Всемирной выставки 1875-1876 гг. в Филадельфии он, выиграв конкурс, построил павильон и получил Золотую медаль. На выставке встретил приехавших из Императорского МВТУ профессоров и его выпускника Владимира Шухова, так состоялись их знакомство [6-7]. В США Александр женился на Зинаиде фон Грюнберг, из русских немцев, и в 1877 году их семья вернулась в Петербург.

В России Бари начал заниматься нефтью, по приглашению Людвиг Нобеля для его фирмы организует нефтяное дело в Грозном и

в Баку. Привлекает В.Г. Шухова, строящего первые в России нефтепроводы, резервуары для нефти, стальные баржи для ее перевозки. Талант В.Г. Шухова расцветал в полную силу благодаря поддержке Бари. В 1880 году в Москве была создана «Строительная контора инженера А.В. Бари», ее техническим директором и главным инженером стал В.Г. Шухов [3, 6-7]. То, что изобретал Шухов и его коллеги, строилось фирмой по всей стране. Для производства паровых котлов, элементов конструкций мостов в Симонове в 1883 г. был построен Котельный завод. Спустя 5 лет после создания, фирма Бари, помимо конторы, котельного завода, имела верфи на Волге, филиалы в Петербурге, Харькове, Екатеринбурге, Нижнем Новгороде. На стройках применялись типовые детали, это ускоряло и удешевляло работы. Важным были и порядки, введенные Бари [5-7].

Они основывались на уважении, доверии, инициативе, участии рабочих в прибылях. Порядки эти отличались от порядков вокруг. Рабочий день был короче, зарплата на 10 % выше, штрафов, как у других, не было. На заводе рабочие получали бесплатный обед, имелась бесплатная больница, в первую неделю больной получал полную зарплату, потом половину. Бари объяснял автору статьи в «Историческом вестнике» (№9, 1896 г.): «Это не благотворительность, а расчет. Уверенный в завтрашнем дне, сытый рабочий лучше и веселее работает». [6-7]. В этом Бари лет на 50 опередил отношения между трудом и капиталом в мире. В США участие рабочих в прибылях стали обсуждать в 1930-е годы, в Англии – кое-где вводили в 1950-е. В городе Гороховце потомки клепальщиков, работавших на заводе, помнят об А.В. Бари и в наши дни [5-9]. Фирма оказалась далеко впереди века – и в инженерии, и в управлении. В 1910-х гг. заводчики просили министра внутренних дел разрешить, как у Бари, сократить рабочий день: в конце его растет брак. Министр отказал: «Это ведет к революции. А Бари – иностранец» (гражданин США) [7].

В 1896 г. «Строительную контору» пригласили построить павильоны Всероссийской выставки в Нижнем Новгороде. Они имели перекрытия из металла и стекла, башня в 32 метра царила над выставкой – знаменитые изобретения Шухова. Накануне открытия Выставки град побил часть стекол в крыше-фонаре главного павильона, вставлять их времени не было. Сказав «Разобьем и остальные! Авось будет погода», Бари полез вместе с рабочими на крышу и выбил все стекла. Погода не подвела. Царь похвалил – «Какие у вас чистые стекла». Рабочие были в восторге от смекалки хозяина. «Строительная контора» получила звание «Поставщик его величества» и право помещать герб России на своих бумагах [5-7].

В 1910-м, к 30-летию фирмы сделали карту ее построек. Стальных резервуаров под нефть, керосин, зерно построено было 3240, барж для нефти и керосина 65, мостов 417, нефтепроводов 350 верст, домны, водопроводы в 6 городах и многое другое. Световые фонари, крыши из металла и стекла имели площадь в 390 тыс. м². Водонапорных башен, маяков построено 17. Общий вес металла в постройках – 147.2 тыс. т., на 58.5 млн. руб. Бари называл эту карту - «Песней без слов» [5-7].

А.В. Бари умер в 1913 году от рака. Газета «Утро России» в некрологе писала: «В Москве А.В. Бари построил Мытищинский вагоностроительный завод и котельный завод в Симонове. Организация «дела Бари» была так обширна, что он мог строить: мосты в Оренбурге, баржи на Дунае и паровозные мастерские в Вологде. В другой стране А.В. Бари стал бы Пирпонтотом Морганом, стальным королём Карнеджи, но он был русский по духу, любил свою родину и, впрочем, десятками миллионов, львиную долю своих доходов отдавал рабочим, сотрудникам, и его стипендиаты насчитывались сотнями» [6]. После революции его вдова и сыновья эмигрировали. Уезжая, З.Я. Бари сказала дочери: «Правильно, что в революцию все отобрали. Не должно быть разницы такой между народом и богатыми» [5]. Национализировали завод и «Строительную контору». В наши дни это ЦНИИ Проектстальконструкция им. Н.П. Мельникова, в котором развиваются передовые традиции российской науки и инженерии в разных проектах, в том числе, в освоении космоса.

Литература

1. Мельников, Николай Прокофьевич. / [Электронный ресурс] – «Википедия».
2. Сайт «ЦНИИ Проектстальконструкция» – [Электронный ресурс] – [www. / cniipsk.com](http://www.cniipsk.com) .
3. Что придумал Шухов. – М.: Арт Волхонка, 2017. – 104 с.
4. Петропавловская И.А. Новаторские аспекты инженерной и научной деятельности В.Г. Шухова (краткий аналитический очерк) // Она же. Летопись инженерной и научной деятельности почетного академика В.Г. Шухова. – М.: Фестпартнер. 2014. – С. 17-164.
5. Нерсесова-Бари Е.А. «Под сенью Меньшиковой башни». Воспоминания. – (На правах рукописи) – Собрание семьи Нерсесовых.
6. Ольга Вельчинская. Контора инженера Бари. Памяти великого инженера, предпринимателя и благотворителя. // Русский инженер. – 2017, № 3 (56). – С. 34-38.
7. Ефимов Г.Б., Ефимова М.В. Ради дела, с доверием и вниманием к людям. Система управления Александра Вениаминовича Бари (1847-

1913) – российского предпринимателя и благотворителя. // Альманах «Русская система обучения ремеслам». Т. V. / МГТУ им. Н. Баумана. – М.:, НОЦ «Контроллинг и инновации», 2019. – С.112-125.

УДК 629.19

eLIBRARY.RU: 89.00.00

Ефимов Г.Б.

кандидат физико-математических наук,
старший научный сотрудник,
ИПМ им. М.В. Келдыша,
г. Москва

Ефимова М.В.

старший преп. кафедры высшей математики,
Гос. университета управления,
г. Москва

**ТИМУР МАГОМЕТОВИЧ ЭНЕЕВ —
ЭНТУЗИАСТ КОСМОНАВТИКИ.
TIMUR MAGOMETOVICH ENEEV IS ENTHUSIAST OF THE
COSMONAUTICS**

Аннотация: Рассмотрен вклад Тимура Магометовича Энеева, замечательного ученого и энтузиаста космоса, в достижения российской и мировой космонавтики: вывод первого спутника Земли, полет Юрия Гагарина, полеты к Луне и планетам. Разработанные им с коллегами методы расчета динамики больших сложных систем применены в астрофизике, биологии и планетологии. Энеев – также общественный деятель и философ, представитель «русского космизма» в наши дни.

Ключевые слова: Т.М. Энеев, космонавтика, ИСЗ, ИПМ им. М.В. Келдыша, история науки, механика космического полета, расчеты на компьютере, полет человека в космос, планеты, русский космизм.

Annotation: Briefly considered the contribution of Timur Magometovich Eneev (remarkable scientist and space enthusiast) to the achievements of Russian and world cosmonautics: the first satellite's launch, the flight of Yuri Gagarin, flights to the Moon and planets. The methods of calculating large complex systems developed by him and his colleagues were applied in astrophysics, biology, and planetology. Timur Eneev is the society man and philosopher.

Keywords: Т.М. Eneev, cosmonautics, spacecraft, KIAM, history of science, space mechanics, computer science, man in cosmos, planets.

Тимур Магомедович Энеев (23.09.1924 г. - 8.09.2019 г.) – великий ученый, труды которого внесли большой вклад в реализацию мечты К.Э. Циолковского о выходе человека в космос [1-4]. Он был одним из представителей «русского космизма», как и его коллеги – своим трудом, энтузиазмом и философским осмыслением. [5-6].

Родился Тимур Магомедович в городе Грозном, во время эвакуации при аварии на заводе потерял правую руку. Вся жизнь и творчество его были связаны с Институтом прикладной математики Академии наук (Отделением прикладной математики Математического Института АН (в 1953-68 гг., (ОПМ МИАН), ИПМ им.М.В. Келдыша АН СССР и РАН) и с его 5-м Отделом, во главе с Д.Е. Охоцимским, его большим другом. В этом институте, вместе с ОКБ С.П. Королева и другими организациями, рассчитывали траектории полетов первых искусственных спутников Земли (ИСЗ), полетов к планетам, полета человека в космос, создавалась новая наука – динамика космического полета, космонавтика [1-4, 5].

Первый искусственный спутник Земли. Запуск первого ИСЗ 4.X 1957 г. – начало космической эры. Создание ракет, могущих перелететь океан, было связано с безопасностью страны: США имели планы ядерной бомбежки городов СССР. Еще до создания ОПМ-ИПМ, в отделе М.В. Келдыша в МИАН Т.М. Энеев изучал оптимальное управление направлением оси ракеты. Вместе с оптимальным законом управления ее тягой, найденным Охоцимским, это давало при выведении ИСЗ на орбиту прибавку 10 % в полезном весе первых ИСЗ. Когда летом 1957 г. ракета “Р7” прошла испытания, Королев, Келдыш, их сотрудники, энтузиасты космоса, срочно стали готовить запуск спутника [2, 4-5, 7].

США тоже планировали запуск своего спутника, был снят научно-популярный фильм о спутнике Земли, о полете человека в космос, его увидели 40 миллионов человек в мире. Поэтому, когда в небе полетел советский спутник, – мир встретил его с энтузиазмом, как начало космической эры. Всплеск энтузиазма был неожиданным – и для ученых, и для политиков. Министр Вильсон, отвечавший за эти работы в США, оправдываясь, заявил: «Подумаешь, железка летает». Как специалист, он был прав, но реакция в мире вскоре заставила его уйти в отставку. Планы бомбежки городов Союза отпали. Полет спутника высоко поднял престиж нашей страны в мире ([2], С. 309, [5], С. 41-60).

Разработка методов динамики космического полета. Запуск первого ИСЗ и следующих за ним спутников и КА поставил много вопросов: о расчетах траекторий перелетов, оптимальных по затратам энергии, об их наблюдении, об определении траектории полета по наблюдениям и т. д. Известные методы астрономии требовали серьезных дополнений, переделки из-за больших отличий в условиях полета КА и его наблюдений. В астрономии измеряют угловые дуги на небесной сфере, для ИСЗ – радиотехническими средствами радиальную дальность его и радиальную скорость (по принципу Доплера). ИСЗ быстрее перемещаются на небесной сфере, чем небесные тела. Система наблюдения спутника не была подготовлена из-за спешки. Энеев с коллегами обработали наблюдения первых ИСЗ астрономами и любителями, развили новые методы, с учетом специфики траекторий ИСЗ, наблюдений и их обработки при вычислениях на ЭВМ [8, 9].

Определение траектории ИСЗ или перелета КА к планетам по данным измерений приводится к решению нелинейной многомерной краевой задачи минимизации функционала, основанного на вычислении разностей значений параметров КА – измеренных и соответствующих его расчетной орбите. Из-за нелинейности задачи возникали трудности в применении методов минимизации. Тимур Магомедович предложил метод, облегчивший процесс решения краевой задачи («спуск по дну оврага» [10] и [11], с. 134-137).

Энеев внес большой вклад в разработку управления полетом к Луне и планетам. Предложил проводить запуск к ним через промежуточную орбиту ИСЗ (так наз. «Звездочка»), с экономией затрат при запуске и расширением удобных окон «страта» к ним. Определение траекторий КА у планеты, необходимое для ее коррекции, сложное из-за очень больших удалений КА от Земли, было сделано с участием Энеева Т.М. [12] и ([11], с. 146-150).

Разработанные методы определения орбит КА обеспечили надежное и эффективное слежение за полетом ИСЗ и заложили основы создания автоматизированных комплексов управления полетом КА – ИСЗ, пилотируемых и КА к Луне и планетам. По инициативе М.В. Келдыша и С.П. Королева был создан Баллистическом центре в ИПМ, полвека успешно работающий, его возглавил ученик Т.М. Энеева Э.Л. Аким.

Баллистический спуск КА и космонавта с орбиты спутника. В 1953 году, еще в МИАН СССР, Т.М. Энеев, кроме текущих дел, стал изучать возможность баллистического спуска КА и космонавта с орбиты на Землю. При входе аппарата в атмосферу из-за большой скорости возникают сильные перегрузки и нагрев КА. Было

неизвестно, может ли человек вынести это. Многие специалисты считали, что спуск с орбиты человека возможен лишь на крылатом КА. Т.М. Энеев, после расчетов и консультаций, получил, что перегрузка допустима для космонавта, а от нагрева защитит обматка аппарата. М.В. Келдыш сомневался: «Риск велик, опасность для космонавта слишком большая». Расчеты Энеева повторили и подтвердили смежники. Келдыш и Королев их приняли, и проект стал разрабатываться. Путь человеку в космос был открыт и был совершен 12 апреля 1961 г. Ю.А. Гагариным. После него Джон Кеннеди сказал: «Вы думаете, это успех советского ВПК? Это русская школа» (в образовании и науке). В США провели реформу высшей школы [3-5].

Замечание. Значение работы Энеева для полета человека в космос мало кому известно. Сама работа Энеева, его расчеты и выводы из них были отражены лишь в отчете, вся работа шла по постановлениям высоких инстанций. Когда часть пионерских работ сотрудников 5-го отдела ИПМ вошла в том «Ракеты и Космонавтика» трудов Келдыша, этот отчет туда не вошел. О вкладе Энеева в полет человека в космос знало немного лиц. Многие ветераны, готовившие полет Гагарина, не знают о значении для него трудов Энеева. Вопрос о самой возможности простого спуска КА в атмосфере был решен на раннем этапе работ. Дальше стояли вопросы – как реализовать его, проблем тут было много. Инженеры их решали, работы были засекречены, каждый знал свою область работы, да и некогда было – темп работ и их объем был очень большим. Сама проблема – можно ли спускаться без крыльев – уже не возникала. Конечно, – ведь мы работаем над спуском, значит – все ясно.

В 90-е годы отчет Энеева был рассекречен. Г.Н. Езерова получила у Т.М. Энеева комментарии к нему и опубликовала их [12]. Но широкому кругу специалистов и ветеранов они по-прежнему мало известны.

Т.М. Энеевым с коллегами был разработан метод анализа рассеивания точек и точности приземления КА, в заданном районе, условий его схода с орбиты. В советском проекте Л-1 пилотируемого облета Луны для управления была разработана теория и система автономной навигации [13].

Расчет траекторий межпланетных полетов КА с малой тягой. В начале 1960-х годов возник интерес к двигателям «малой тяги» (МТ), плазменным и ионным. Уравнения движения для полета КА с МТ не линейны. Т.М. Энеев их упростил, были найдены аналитические решения, что позволило рассчитать полеты КА с МТ к Венере и Марсу [14].

В 90-е годы Энеев поставил задачу о доставке образца грунта с малых тел Солнечной системы, для «получения сведений, позволяющих понять происхождение Солнечной системы» [15]. Под руководством его и В.А. Егорова были исследованы траектории полетов с МТ к астероидам и кометам, возможность забора с них грунта и доставки его к Земле [16-17].

Энеев с коллегами исследовал проблему Астероидной безопасности Земли: выявление малых тел, представляющих опасность для Земли [18], выдвинул концепцию «оптического барьера» космического базирования. Эти работы опирались на исследования его и его учеников по модели образования Солнечной системы [23]. Была высказана гипотеза о поясе астероидов за Нептуном и возможность их миграции к орбите Земли [19]. Наблюдением одно из этих тел удалось обнаружить, но на пределе погрешности, подтвердить его не удалось. Сегодня их открыто много.

Метод анализа динамики сложных систем. В 1970-е годы Энеевым, вместе с Н.Н. Козловым, был разработан новый мощный численный метод анализа динамики сложных дискретных систем, примененный в различных задачах. Он был разработан для анализа движения спутника Луны при возможном наличии участков сильного тяготения, «масконов». Расчет с 500 «масконами» на Луне показал возможность их влияния на полет КА. Вскоре по просьбе астрофизиков была исследована эволюции галактик при их гравитационном взаимодействии. В облаке из тысячи частиц, летающих по почти круговым орбитам вокруг его ядра галактики, при пролете вблизи нее другой галактики образовывались спиральные ветви, не лежащие в исходной плоскости движения частиц, что невозможно при иных механизмах образования ветвей. На материале расчетов был снят фильм с экрана дисплея, имевший успех у ученых и широкого зрителя: он был заставкой «Очевидного-невероятного» [20].

Этот «метод виртуальных контактов» по вычислениям очень экономен: число операций $\approx N^{3/2}$, а не N^3 , как в подобных методах (N – число частиц, десятки тысяч) [21]. Экономность достигается отбором групп частиц из общего числа – в каждой области взаимодействия, на каждом шаге.

Одним из его приложений стал анализ процессов структурообразования больших биологических молекул математическим моделированием – и как отдельного явления, и как процесса зарождения структуры в целом. В модели при образовании вторичной структуры, из петель и стеблей, ее варианты выбираются по локальной оптимальности свободной энергии молекулы [4, 22]. Степень

предсказания структуры при моделировании оказывается на 20% лучше, чем при косвенных биохимических методах. Продолжения этих исследований относятся к генетическому коду.

Модель формирования Солнечной системы. Т.М. Энеев совместно с Н.Н. Козловым, применяя свой метод, исследовали модель формирования Солнечной системы. При эволюции протопланетного диска из пыли и газа сначала происходит образование множества облачков, затем постепенно идет процесс их аккумуляции в более крупные и, наконец, образования из них планет [23]. Моделирование аккумуляции планет из большого числа частиц, первоначально движущихся по почти круговым орбитам, дало объяснение ряда эффектов в образовании планет и систем их спутников. Важнейшие – механизм прямого собственного вращения планет (в ту же сторону, что их движение по орбитам) и закон Тициуса-Бодде: расстояния планет от Солнца образуют геометрическую прогрессию. Механизм этих явлений безуспешно привлекал усилия многих выдающихся ученых.

Исследования опирались на модель О.Ю. Шмидта, в которой после слипания облачков-протопланет в плотные тела (быстро происходящего), идет процесс их объединения. Однако, если орбиты тел почти круговые, они далеки друг от друга, взаимное притяжение их слабо, а в случае эллиптических орбит тела встречаются на больших скоростях, что также не позволяет им объединяться. Энеев с Козловым предположили, что в процессе аккумуляции протопланеты долго сохраняются как облачка, которые поддерживаются нагревом из-за распада радиоактивного изотопа алюминия, образующегося в газопылевом диске при взрыве сверхновой.

Образование прямого вращения планет при объединении двух тел не удавалось объяснить классикам астрономии, так как, исследуя задачу аналитически, им приходилось ее упрощать. Возможны два случая получения вращения планеты при слиянии протопланет. В случае неблизких радиусов орбит двух тел, у объединенного тела получается обратное вращение: ближнее к центру тело движется быстрее. Так бывает (по опыту расчетов) в 15 % случаев, хотя «здоровый смысл» и упрощенное решение к нему приводят всегда. Прямое движение при объединении получается при более близких радиусах орбит двух тел. Его удастся получить благодаря точному численному решению и нелинейной задаче.

Отклик на общественные проблемы. Т.М. Энеев был не только большим учёным, мыслителем, но и ответственным гражданином. Он активно откликался на актуальные проблемы, волнующие общество [24]. Трудно переоценить его вклад в борьбу против проекта поворота

рек с севера на юг, предложенного в конце 1980-х годов. Обосновывался этот проект тем, что мелеет Каспийское море, не хватает воды. Выделялись огромные деньги. Серьезным ученым было ясно, что это может вызвать экологическую катастрофу. Энеев подключается к этому делу. Анализ материалов проекта обнаружил вопиющие недочеты и грубые ошибки, и он активно включился в борьбу с проектом ([5], с. 133-135). На обсуждении проекта в Кремле Энеев выступал, поддерживая противников проекта. В заключение Н.И. Рыжков, тогда председатель Совмина, сказал: «Вопрос ясен, проект закрываем».

Для Тимура Магометовича было важным осмысление и уроки нашей истории. В статье, вместе с В.С. Авдеевским, к столетнему юбилею М.В. Келдыша, подчеркивается его роль в развитии авиационной и ракетной техники, его позиция о значении для них использования достижений фундаментальных наук, признание того, что воплощение их достижений в сложнейших инженерных системах тоже является высокой наукой [25].

Вместе с Б.В. Раушенбахом в статье «Памяти академика Г.И. Петрова» Тимур Магометович обсуждают волновавший Г.И. Петрова процесс падения уровня инженеров и ученых прикладников в нашей стране на протяжении XX века. Причиной этого, по их мнению, являлось потери генофонда нации в результате войн и систематический отбор студентов и работников не по способностям, а по анкетным данным ([5], с. 156-162).

Тимур Магометович и «русский космизм». Тимур Магометовичу, как отмечено его знавшими, свойственен поиск в неизведанное. Это можно отнести к научным открытиям Тимура Магометовича, к его общественной деятельности, к духовным поискам и постижениям.

На «Научных чтениях памяти К.Э. Циолковского», включая 54-е, большое внимание было уделено философским и этическим взглядам Циолковского и его вдохновителя Н.Ф. Федорова [6]. Отмечались и различия в их взглядах: у Циолковского присутствуют пантеизм и «одушевления» всего существующего, у Федорова в основе лежат положения христианства; у обоих заметно преклонение и вера в могущество науки, в ее ведущую роль в решении проблем человечества.

Их взгляды были созвучны ярким поискам в русском образованном обществе рубежа XIX-XX века: философским веяниям, получившими имя «Русского религиозно-философского Возрождения», с другой стороны – преклонением, «верой в науку», под влиянием огромных

«прорывов» в мировой и российской науке. Известно влияние «русского космизма», увлечения ряда ярких ученых, включая Циолковского, на С.П. Королева и других пионеров-энтузиастов нашей космонавтики.

Тимура Магометовича, как и его товарищей из числа «мальчиков Келдыша», можно, вслед за С.П. Королевым, отнести к представителям «русского космизма», – энтузиастов полета в космос, его освоения Человечеством. В молодости он вдохновлялся идеями «по Циолковскому»: о значении выхода в космос для расширения духовного кругозора людей, утопии, что в результате контакта с космосом человечество приведет к объединению и миру. Учеба у А.А. Космодемьянского, общение с М.К. Тихонравовым, С.П. Королевым поддерживали его энтузиазм.

Позже восприятия космической темы, мечты о космосе стали углубляться, его мировоззрение – двигаться в направлении позиций Н.Ф. Федорова, к христианству. Об этом пути, который проходил в семье им вместе с Людмилой Владимировной, его женой, историком Испании, рассказано в воспоминаниях дочери Наталии Тимуровны [25]: «С конца 1960-х годов родители, находясь, вроде бы, в совершенно секулярной среде, стали все больше говорить о Боге. Любимым литературным чтением стали «Бесы» и «Братья Карамазовы» Достоевского – в «Бесах» виделась аналогия с нынешним нигилистическим диссидентством, в «Братьях» притягивал образ старца Зосимы – собирательного образа Оптинских старцев – и послушника Алеши Карамазова... К каждому из них он шел независимо, но в одном направлении, совместно, в обсуждениях с широким кругом друзей событий истории, вместе с научным трудом... Это был поистине «свободный выбор сердца, согласившегося с выводами свободно действующего разума...».

Тимур Магометович в эти годы начал заниматься моделированием образования планет Солнечной системы, прикасаясь «своими руками» к чудесам космического порядка («космос» по-гречески – порядок, в противовес хаосу), над загадками которого бились классики науки, что направляло мысль в глубины мироздания. Тогда же к ним попала знаменитая книга «Столп и утверждение Истины» Павла Флоренского, выдающегося ученого-энциклопедиста, философа, священника...

В новую область, философскую, духовную, Тимур Магометович углублялся, вникал основательно, напряженно. Стал соруководителем семинара «наука и религия» в СТПГУ. Его там ценили и любили. В годы продолжительной болезни не жаловался, «стоял на посту»,

который ему достался, удивлял своим мужеством и терпением. Когда почти уже не мог говорить, его взгляд был полон доброты и света.

Заслуги Т.М. Энеева перед наукой и страной отмечены премиями имени Цандера, Ленинской и Демидовской, золотой медалью им. М.В. Келдыша РАН, присвоению его имени астероиду «5711 Eneev», рядом орденов. Не менее важно – уважение и любовь к нему всех, знавших его: космонавтов, которых он учил, коллег в ИПМ и в Академии, многих других.

Литература

1. М.В. Келдыш и его институт. Первые двадцать лет. – М.: Изд.-е Мемор. кабинет-музея акад. М.В. Келдыша. – 2001. – 48 с.
2. Прикладная механика и управление движением: сб. статей, посвященный 90-летию со дня рождения Д.Е. Охоцимского / – М.: ИПМ им. М.В. Келдыша. 2010. – 368 с. – <http://keldysh.ru/memory/okhotsimsky>.
3. Охоцимский Д.Е., Энеев Т.М. Диалог. Разговор – воспоминания об истории ИПМ... // Прикладная неб. механика... сб. статей... – С. 303-327.
4. Охоцимский Д.Е., Энеев Т.М., Аким Э.Л., Сарычев В.А. Прикладная небесная механика и управление движением. // Там же. – С. 328-367.
5. Бегиева-Кучемезова Р. Свет звезды и свечи. К 90-летию Тимура Магомедовича Энеева. – М.: Изд.-во ИПМ им. М.В. Келдыша. – 2015. – 192 с. с ил. – <http://library.keldysh.ru/e-biblio/eneev/>
6. Симпозиум «Философия общего дела» Н.Ф. Федорова в контексте отечественного и мирового космизма. К 190-летию со дня рождения Н.Ф. Федорова. // Научное наследие и развитие идей К.Э. Циолковского. Матер. 54-х Научных чтений памяти К.Э. Циолковского. Калуга, 17-19 сент. 2019 г. / – Калуга: ИП Стрельцов И.А. 2019. – Часть 1, с. – 101 – 229. Секция 1. «Исследов. научного творчества К.Э. Циолковского и история ракетно- космической науки и техники». // Там же. – Часть 1, с. – 230 – 314.
7. Охоцимский Д.Е., Энеев Т.М. Некоторые вариационные задачи, связанные с запуском искусствен/ спутника Земли // УФН. – 1957, т.63, в.1а, – С. 5-32. Также: Охоцимский Д.Е., Энеев Т.М. О выведении искусст. спутника Земли на орбиту // VIII Internat. Astronaut. Congress, Barcelona 1957. Proceedings. – Springer-Verlag. Wien. 1958. – P. 484-513.
8. Энеев Т.М., Платонов А.К., Казакова Р.К. Определение параметров движения космич. летат. аппарата по данным траекторных измерений // Искус. спутники Земли. – М.: Изд. АН СССР, 1958, № 4 – С. 43-55. Аким Э.Л., Энеев Т.М. Определ. параметров движения космич. летат. аппарата по данным траекторн. измерений // Космич. исслед. – 1963. Т.

1, №1. – С. 5-50.

9. Аким Э.Л., Энеев Т.М. Движение искусств. спутников Земли. Межпл. полеты // Прикл. небесн. Механика – М.: 2010. – С. 7-28. Платонов А.К., Казакова Р.К. Создание проектного и оперативного баллистич. обеспечения полётов космич. аппаратов. Проектные работы на первых ЭВМ. / Препр. ИПМ им М.В.°Келдыша, – 2014 № 37. – 36 с.

10. Энеев Т.М. Некоторые вопросы применения метода наискорейшего спуска / Препр. ИПМ им. М.В. Келдыша АН СССР – М.: 1970. № 17. – 57 с.

11. Платонов А.К. О построении движений в баллистике и мехатронике. // Прикл. небесн механика... – М.: 2010. – С. 134 – 137.

12. Езерова Г.Н. Академик М.В. Келдыш – теоретик космонавтики. Страницы жизни. (Доклад на XXVI обществено-научных чтениях памяти Ю.А. Гагарина, 1999 г.). Архив Мемориального кабинета-музея академика М.В. Келдыша. ИПМ им. М.В. Келдыша.

13. Eneev T., Ivashkin V., Sharov V., Bagdasaryan Ju. Space autonomous navigation system of Soviet project for manned fly by Moon // Acta Astronautica. 2010. V. 66. – P. 341 – 347.

14. Белецкий В.В. Очерки о движении космических тел. / Изд. 3-е, исп. и доп. – М.: Изд. ЛКИ, 2009. – Очерки 7 и 10.

15. Энеев Т.М. Актуальные задачи исследования дальнего космоса. // Космач. Исследования. 2005. Т. 43, № 6. – С. 403 – 407.

16. Попов Г.А., Леб Х.В., Энеев Т.М. и др. Перспективные межпланетные полеты с использованием электроракетных двигателей и ядерных энергетических установок. // Отчет Объединенной Российско-Германской группы. – Бонн-Москва-Париж – 1995. – 202 с. Авдеевский В.С., Аким Э.Л., Энеев Т.М. и др. Космический проект “Фобос-Грунт”: основные характеристики и стратегия развития // Космонавтика и ракетостроение. – 2000. Т. 19, в. 1. – С. 8 – 21. 17. Eneev T.M., Akhmetshin R.Z., Yegorov V.A. et all. Asteroid and Comet rendezvous missions using low-thrust nuclear propulsion // Space Forum. Intern. Journ. of Space, Politic, Science, Technology. – 2000, V.5, – p.279-305.

18. Энеев Т.М., Ахметшин Р.З., Ефимов Г.Б. К вопросу об астероидной опасности. // Космич. исследования. – 2012, т. 50, №2, с.99-108.

19. С.И. Ипатов. Миграция небесных тел в Солнечной системе. М., 2000.

20. Козлов Н.Н., Сюняев Р.А., Энеев Т.М. Приливное взаимодействие галактик // ДАН СССР. – 1972. Т. 204, №3. – С. 579 – 582. Козлов Н.Н., Сюняев Р.А., Энеев Т.М. Приливное взаимодействие галактик. /// Вестник АН СССР. – 1974. № 7. – С. 50 – 61.

21. Энеев Т.М., Козлов Н.Н. О новом методе численного

- моделирования эволюции сложных дискретных систем // ДАН СССР, – 1982. Т. 263, № 4, – С. 820-824.
22. Козлов Н.Н., Кугушев, Е.И., Энеев, Т.М. Параллельные вычисления при решении некоторых задач астрофизики и биологии. // Мат. моделирование. – 2010. Т. 22, № 7. – С. 65 – 70. Козлов Н.Н., Кугушев Е.И., Энеев, Т.М. Компьютерный анализ процессов структурообразования нуклеиновых кислот. // Мат. моделиров. – 2013. Т. 25, № 4, – С.126 - 134.
- 23.Энеев Т.М., Козлов Н.Н. Модель аккумуляционного процесса формирования планетных систем. I. Численные эксперименты // Астрон. вестник. – 1981. Т. 15. №2. – С. 80 – 94. / Энеев Т.М., Козлов Н.Н. II. Вращение планет и связь с теорией гравитационной неустойчивости. / Астрон. вестник. – 1981. Т. 15. №3. – С. 131 – 141.
24. Раушенбах Б.В., Энеев Т.М. Памяти академика Г.И. Петрова. // Бегиева-Кучемезова Р. Свет звезды и свечи. – 2015. – С. 149-155.
25. Энеева Н.Т. Воспоминания о нашей семье. // Бегиева-Кучемезова Р. Свет звезды и свечи. – 2015. – С. 137-14.

**Секция 4. «К.Э. ЦИОЛКОВСКИЙ И ПРОБЛЕМЫ КОСМИЧЕСКОЙ
МЕДИЦИНЫ И БИОЛОГИИ»**

УДК 576.8.078:663.1

eLIBRARY.ru 89.15.00 2075-9843

Ильин В.К.

доктор медицинских наук, профессор,
заведующий отделом, ГНЦ РФ ИМБП РАН

Соловьёва З.О.

кандидат биологических наук,
старший научный сотрудник, ГНЦ РФ ИМБП РАН

Скедина М.А.

кандидат медицинских наук,
ведущий научный сотрудник, ГНЦ РФ ИМБП РАН

Кривоногов И.А.

младший научный сотрудник, ГНЦ РФ ИМБП РАН

**К ВОПРОСУ ОБ ОПЕРАТИВНОЙ ДИАГНОСТИКЕ
ДИСБИОТИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ ПРИМЕНИТЕЛЬНО
К ЗАДАЧАМ КОСМИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ
PERTAINS TO RUNTIME DIAGNOSTICS OF DYSBIOTIC
CIRCUMSTANCE FOR THE PURPOSE OF PROBLEMS OF
COSMIC MEDICINE**

Аннотация: для диагностики дисбиотических состояний у человека с сохранением её информативности предлагается использование не только бактериологического метода исследования микрофлоры человека, но и метода компьютерной обработки оцифрованных изображений микробных объектов. Эти данные используются при формировании электронного атласа микрофлоры человека и дифференцирования нормы или дисбиотического состояния микрофлоры исследуемых биотопов добровольцев на примере проведённого исследования в «сухой иммерсии». Создание электронной базы данных микрофлоры человека, лежащей в основе электронного атласа, необходимо для оперативного исследования микробного статуса человека с целью раннего выявления и коррекции дисбиотических сдвигов, предшествующих развитию воспалительных процессов покровных тканей.

Ключевые слова: метод компьютерной обработки оцифрованных изображений микробных объектов, электронная база данных

микробиоты человека, электронный атлас, микробный статус человека.

Abstract: You may wish to consider an application of bacteriological technique of bacterial population of human and technique of computer processing of digitized images of the microbial objects in order to make runtime diagnostics of dysbiotic circumstance without sacrificing accuracy. These results use for making an electronic atlas of bacterial population of human and they also can appreciate a dose and dysbiotic circumstance of microflora of exploring biotope of volunteers of an exploration «dry immersion». A creation of electric databases of microbial population, which underlying that an electric atlas is necessary for definition of microbial status of human in order to detect early dysbiotic circumstances that precedes early in the course of an evolving of inflammatory processes of epidermis. And it can accelerate their correction.

Keywords: Technique of computer processing of digitized images of the microbial objects, electronic databases of bacterial population of human, electronic atlas, microbial status of human.

Создание электронной базы данных микрофлоры человека, лежащей в основе электронного атласа, необходимо для исследования микробного статуса человека с целью раннего выявления дисбиотических сдвигов, предшествующих развитию воспалительных процессов покровных тканей на ранней стадии, для их своевременной коррекции.

Целью наших исследований явилось исследование микрофлоры добровольцев, принимавших участие в условиях (СИ) для формирования базы данных электронного атласа микрофлоры исследуемых биотопов человека.

Материал и методы

Проведены комплексные исследования с участием человека: первые в условиях 5-суточной СИ; вторые – при воздействии перегрузок +Gz до 2 ед. (на «уровне стоп») на центрифуге короткого радиуса (ЦКР) в условиях 21-суточной СИ. Последние позволяют определить эффективность применения «искусственной силы тяжести» (ИСТ) в качестве нового средства профилактики неблагоприятных факторов «моделируемой микрогравитации» на состояние сердечно-сосудистой, костной, иммунной, сенсомоторной и других систем организма человека. Воздействующими факторами в исследованиях являются: перегрузки направления «голова-таз» (+Gz); 21-суточная иммерсионная гипокинезия. Основными направлениями экспериментальных исследований являлись: физиологические,

метаболические, остеологические, иммунологические, биохимические, психофизиологические, микробиологические и санитарно-гигиенические исследования.

В условиях 5-суточной СИ были проведены исследования с участием 6 практически здоровых мужчин в возрасте от 28 до 38 лет, допущенные врачебно-экспертной комиссией к экспериментальным исследованиям и подписавшие информированное согласие на участие в эксперименте в соответствии с Хельсинкской декларацией. Программа эксперимента была одобрена Комиссией по биомедицинской этике при ГНЦ РФ – ИМБП РАН (протокол № 525 от 03.10.09.2019 г.). Циклограмма определяла проведение исследований на 1 сутки (фон) и на 5 сутки иммерсии.

В течение 5-ти суток обследуемый находился в горизонтальном положении без физических упражнений с умеренным ограничением двигательной активности в ванне, наполненной водой, температура которой поддерживалась на постоянном уровне $33\pm 1^{\circ}\text{C}$ (т.е. в условиях «сухой» иммерсии).

Все исследования были выполнены натошак (перед «чисткой зубов»). Исследованию подвергались: назофарингеальная микрофлора (слизистые оболочки носовой и ротовой полости), а также микрофлора кожных покровов (области подмышек и промежность).

Взятие проб проводилось с помощью стандартных стерильных ватных тампонов. Данная процедура безболезненная и не травматичная.

Результаты исследования получены с использованием стандартного бактериологического метода исследования микрофлоры человека и метода компьютерной обработки оцифрованных изображений микробных объектов [4, 6].

Для статистической обработки результатов исследований были использованы научно-статистические пакеты «Statistica v6.0».

Результаты и обсуждение

Для формирования электронного атласа микрофлоры различных биотопов операторов необходимы следующие данные:

- информация о пациентах;
- информация о препаратах;
- информация о кадрах, содержащих изображения микробных объектов по классам;
- изображения полей зрения микроскопа;
- геометрические характеристики микробных объектов;
- цвето-яркостные характеристики микробных объектов;
- экспертные выборки микробных объектов по классам.

Структура базы данных приведена на рисунке 1.

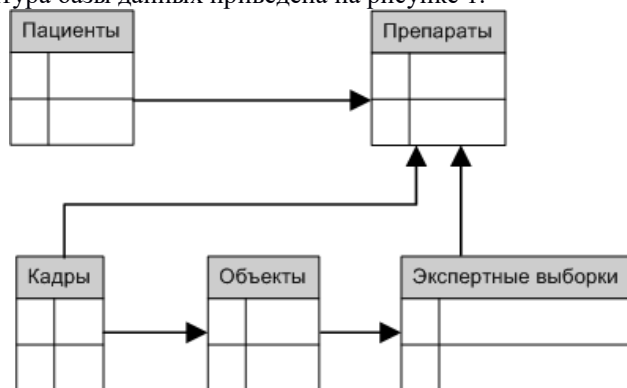


Рис. 1. Структура электронного атласа микрофлоры различных биотопов операторов.

В результате анализа данных, полученных в условиях 5-суточной и 21-суточной СИ можно отметить преобладание грамположительной микрофлоры (*Staphylococcus* spp., *Streptococcus* spp., *Enterococcus* spp.). Уровень микробной обсемененности слизистых оболочек и кожных покровов операторов находился в пределах от 10^4 до 10^7 [КОЕ/тампон]. Грамотрицательная микрофлора была представлена *Klebsiella* spp., *Escherichia coli*, *Neisseria* spp. Уровень микробной обсемененности слизистых оболочек и кожных покровов операторов находился в пределах от 10^1 до 10^4 [КОЕ/тампон]. В 21-суточной СИ на 14 сутки показано появление дрожжеподобных грибов.

Графически результаты анализа для грамположительной микрофлоры представлены на рисунках 2 и 3.

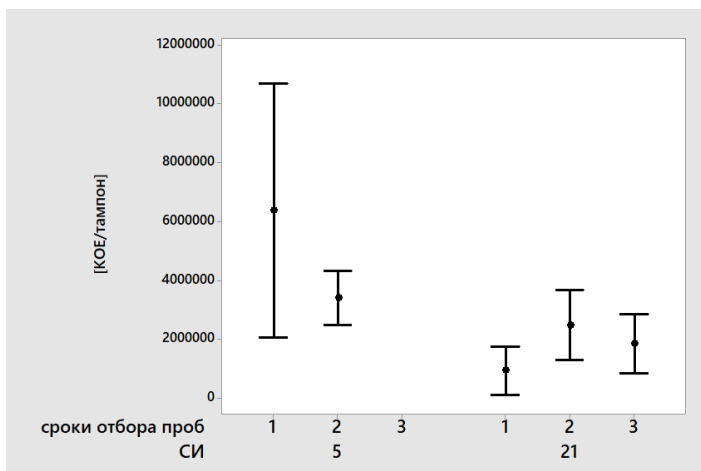


Рис. 2. Уровень микробной обсемененности слизистых оболочек и кожных покровов операторов грамположительной микрофлорой в условиях 5-суточной и 21-суточной «сухой» иммерсии.

По горизонтальной оси – сроки отбора проб:

5-суточная СИ: 1-1 сутки (фон); 2 - 5 сутки (выход).

21-суточная СИ: 1-1 сутки (фон); 2 - 14 сутки эксперимента; 3 - 21 сутки (выход).

По вертикальной оси - уровень микробной обсемененности [КОЕ/тампон].

В 21-суточной СИ наблюдалось характерное увеличение концентрации грамположительной микрофлоры на 14 сутки эксперимента с последующим снижением на 21 сутки.

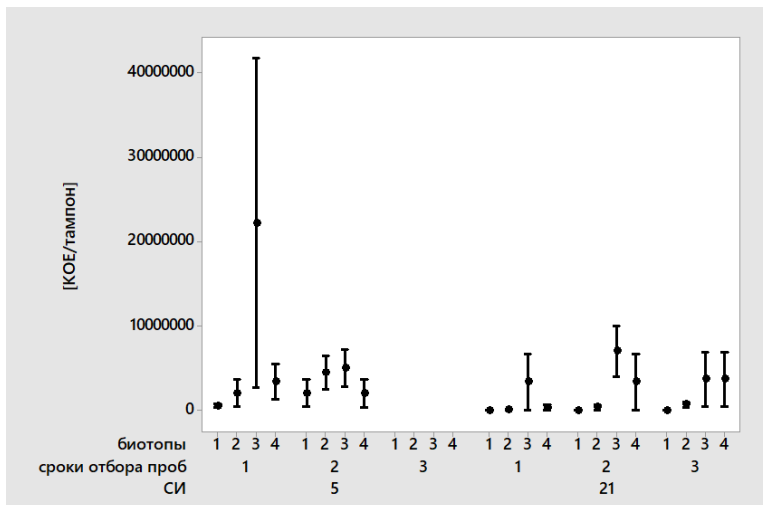


Рис. 3. Уровень микробной обсемененности слизистых оболочек и кожных покровов операторов грамположительной микрофлорой в условиях 5-суточной и 21-суточной «сухой» иммерсии.

По горизонтальной оси:

– исследуемые биотопы: 1- нос; 2- рот; 3 - подмышка; 4 – промежность;

– сроки отбора проб:

5- суточная СИ: 1-1 сутки (фон); 2 - 5 сутки (выход).

21- суточная СИ: 1-1 сутки (фон); 2 - 14 сутки эксперимента; 3 - 21 сутки (выход).

По вертикальной оси – уровень микробной обсемененности [КOE/тампон].

Полученные данные используются при формировании электронного атласа микрофлоры человека. Оценивается норма или дисбиотическое состояние микрофлоры исследуемых биотопов добровольцев.

Характер изменения микрофлоры операторов в условиях СИ свидетельствует о возможности развития воспалительных процессов в изучаемых биотопах.

Работа выполнена по базовой тематике РАН № 64.2.

Литература

1. Верденская Н.В., Иванова И.А., Ильин В.К., Скедина М.А., Соловьева З.О. Цифровой анализатор биологических объектов в космических исследованиях. Интеллект & технологии, 2014, № 3, с. 55-61.
2. Скедина М.А., Соловьева З.О., Иванова И.А., Верденская Н.В. Многофункциональная автоматизированная система анализа изображения биологических объектов. Авиакосмическая и экологическая медицина, 2008, т. 42, № 6/1, с. 81-84.
3. Соловьева З.О., Скедина М.А., Ильин В.К., Верденская Н.В., Иванова И.А. Распознавание образа микробных клеток в системе автоматического анализа. Технология живых систем, 2011, № 4, с. 50-55.
4. Ильин В.К., Соловьева З.О., Скедина М.А. Перспективы применения автоматизированного анализа изображений микробных объектов для диагностики наружных отитов у лиц, находящихся в нормобарическом гермообъекте// Гагаринский сборник: материалы XLV Общественно-научных чтений, посвященных памяти Ю.А. Гагарина. г. Гагарин: БФ Мемориального музея Ю.А. Гагарина. 2018. С. 316-320.
5. Орлов О.И., Колотева М.И. Центрифуга короткого радиуса как новое средство профилактики неблагоприятных эффектов невесомости и перспективные планы по разработке проблемы искусственной силы тяжести применительно к межпланетным полетам.// Авиакосмич. и экологич. медицина. 2017. №7. С. 11.
6. Приказ МЗ № 535 «Об унификации микробиологических (бактериологических) методов исследования, применяемых в клинικο-диагностических лабораториях лечебно-профилактических учреждений «от 22.04.1985г.
7. Шульженко Е.Б., Виль-Вильямс И.Ф. Возможность проведения длительной водной иммерсии методом «сухого» погружения // Косм. биол. и авиакосм. мед. 1976. Т.10. №9. С.82-84.
8. Kozlovskaya, I., et al. Gravitational mechanisms in the motor system. Studies in real and simulated weightlessness. // Stance and Motion. Springer US. 1988. P.37-48.

**ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОЕ ВРАЩЕНИЕ ВОКРУГ
ПРОДОЛЬНОЙ ОСИ ТЕЛА В ГОРИЗОНТАЛЬНОМ
ПОЛОЖЕНИИ — ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МЕТОД
ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ
ДВИЖЕНИЯ В ПОЛЕТАХ НА ЛУНУ
CONTINUOUS ROTATION AROUND THE LONGITUDINAL
AXIS OF THE BODY IN A HORIZONTAL POSITION IS A
PROSPECTIVE METHOD FOR PREDICTING THE SPACE
MOTION SICKNESS IN FLIGHTS TO THE MOON**

Аннотация: Представлен ретроспективный анализ переносимости экспериментальной болезни движения с использованием метода продолжительного вращения человека вокруг продольной оси тела в горизонтальном положении (ось «Z»). В исследованиях участвовали здоровые волонтеры и космонавты, ранее осуществившие пилотируемый космический полет на транспортном корабле «Союз» и орбитальной станции «МИР». Показана перспектива использования данной модели для повышения точности прогноза развития космической болезни движения в будущих пилотируемых полетах на Луну.

Ключевые слова: наземное моделирование космической болезни движения, повышающее точность прогноза ее развития в будущих полетах на Луну.

Abstract: Presents a retrospective analysis of the results of laboratory studies of tolerance to experimental motion sickness by using the method of continuous rotation of the person around the longitudinal axis of the body in a horizontal position (axis Z), with the participation of healthy volunteers and the astronauts, previously carried out manned space flight on the transport ship «Soyuz» and orbital station «MIR», shows the prospect of using this model to improve the accuracy of the forecast for the development of space motion sickness in future manned missions to the Moon.

Keywords: ground-based simulation of space motion sickness, which increases the accuracy of predicting its development in future flights to the Moon.

Известно, что симптомокомплекс космической болезни движения (КБД) развивается в ситуации, провоцирующей у человека развитие «сенсорного конфликта». Его основу составляет «рассогласование» сигналов от различных «соматосенсорных модальностей» (зрительных, вестибулярных, тактильных, проприоцептивных и др.) - (Graybiel, A., Lackner, J.R., 1983).

При вращении человека вокруг вертикально расположенной оси с постоянной скоростью, ориентация головы относительно вектора гравитации непрерывно изменяется, включая гравито-зависимую макулу отолитового рецептора (Lackner J.R., 2014). Наклоны головы в сагиттальной (или фронтальной) плоскости при таком вращении у лиц чувствительных к БД, могут провоцировать развитие симптомов вестибуло-вегетативных нарушений. Классическим примером такой стимуляции являются тесты с воздействием Кориолисовых (прецессионных) ускорений.

Иная нейрофизиологическая картина наблюдается при вращении человека вокруг горизонтально расположенной продольной оси тела (*ось Z*). Функциональное состояние лабиринта в этой позиции изменяет свойства периферической вестибулярной системы, повышая ее чувствительность. Воздействие угловых ускорений, вызывая ток эндолимфы в лабиринте, приводит к изменению позиции волосковых клеток в ампуле полукружных каналов и, соответственно, возбудимость нервных волокон вестибулярного нерва (Eggers, Zee, 2010).

При продолжающейся постоянной скорости вращения сигналы от полукружных каналов «*воспринимаются*» ЦНС только в пределах 30-60 сек., после чего человек перестает ощущать вращение. Между тем, отолитовая макула постоянно стимулируется в связи с ее «*ре-ориентацией*» относительно вектора гравитации и это состояние «*противоречит*» сигналам, поступающим от горизонтальных полукружных каналов. Таким образом, создаются условия для «*отолит-каналового сенсорного конфликта*», более приближенного к механизму развития космической болезни движения (КБД), в реальном космическом полете.

В настоящем сообщении приведены данные ретроспективного анализа переносимости здоровыми волонтерами и космонавтами продолжительных (до нескольких часов) вращений вокруг продольной оси тела в горизонтальном положении («*по оси Z*») со скоростью 24 об/мин (144 град./сек) в российском экспериментальном стенде «ВЕГА» разработанном в Институте медико-биологических проблем РАН. Приоритет стенда защищен Патентами Российской Федерации:

№2072955 «Устройство для моделирования условий невесомости (от 10.02.97г.) и №2114772 «Устройство для исследования вестибулярного анализатора в условиях моделируемой невесомости» (от 10.07.1998г.).

В исследованиях приняли участие 14 здоровых мужчин-волонтеров в возрасте от 31 до 51 лет (средний возраст 41,0 лет), среди которых было 8 космонавтов, ранее совершивших пилотируемые космические полеты (КП) на транспортном корабле «Союз» и ОС «МИР» продолжительностью от 7 до 211 суток. Максимальная продолжительность вращения в стенде «ВЕГА» составляла 4 часа. Досрочное прекращение вращения производилось при развитии крайней степени выраженности БД (16 баллов по диагностической шкале БД) - (Graybiel, A., Lackner, J.R.,1983), либо по просьбе обследуемого.

Во время вращения проводилась динамическая регистрация ряда физиологических параметров: ЭКГ в 16 отведениях по НЭБу, частота дыхания (ЧД), электронистамограмма (ЭНГ) и др.

На основе физиологических показателей и «анкеты-опросника» симптомов БД, производилась оценка степени выраженности вестибуло-вегетативных реакций (ВВР) и вестибуло-сенсорных реакций (ВСР). Космонавты сопоставляли переносимость вращения на стенде «ВЕГА» со своими ощущениями, которые они испытывали в периоде адаптации к невесомости в космическом полете.

По данным переносимости 10-минутного фонового теста с воздействием Кориолисовых ускорений все волонтеры и космонавты были отнесены к категории лиц с исходно высоким (9.71 ± 0.20 мин.), или близким к этому (9.86 ± 0.14 мин.), уровнем вестибуло-вегетативной устойчивости (ВВУ), соответственно. Степень выраженности ВВР у них составляла: (2.5 ± 0.96 и 1.7 ± 0.66 балла), для 1-й и 2-й группы, соответственно.

При оценке переносимости вращения на стенде «ВЕГА» были выделены 2 группы обследуемых. **Первая группа** (8 человек, из них 4 космонавта) - лица подверженные БД (**+БД**), со средним временем переносимости вращения (54.0 ± 16.72 мин) и ВВР (15.25 ± 0.75 балла), соответственно. **Вторая группа** (8 человек, из них 4 космонавта) - лица резистентные к БД (**-БД**), со средним временем переносимости вращения (240.0 ± 0 мин) и ВВР (3.0 ± 1.0 балла). Различия между группами были достоверными ($p < 0,001$).

ВСР у обследуемых характеризовались различным типом иллюзорных ощущений в виде: «вращения по цилиндру», «по конусу», «инверсии», «кувыркания» или «полной дезориентации».

У 4 космонавтов из 1 группы (+БД), отмечено полное совпадение симптомов БД в реальном космическом полете и при вращении в стенде «ВЕГА». Напротив, 4 космонавта из второй группы (-БД), перенесли КП без симптомов БД.

Полученные данные открывают перспективу использования теста с продолжительным вращением в стенде «ВЕГА» в целях эффективного прогнозирования КБД в раннем периоде адаптации космонавтов к невесомости в текущих космических полетах, а также, в измененных гравитоинерциальных условиях при будущих полетах на Луну.

Литература

1. Graybiel A, Lackner, J.R., Motion sickness: acquisition and retention of adaptation effects compared in three motion environments. *Aviat. Space Environ. Med.* 1983; 54;307-311.
2. Lackner J.R. Motion sickness more than nausea and vomiting. *Exp. Brain Res.*, 2014; 232 (8):2493-2510.
3. Bos J. E., Bles, W. Theoretical considerations on canal-otolith interaction and an observer model. *Journal Biological Cybernetic.* 2002, V.86;191-207.
4. Eggers, S.D.Z, Zee, D.S. *Clinical Neurophysiology of the Vestibular system.* Elsevier, Academic Press, 2010, 572 p.

УДК 579.65:533,5

eLIBRARY.RU: 3206-9869

Дешевая Е.А.

кандидат биологических наук,
ведущий научный сотрудник, ГНЦ РФ-ИМБП РАН

Фиалкина С.В.

кандидат биологических наук,
старший научный сотрудник, ГНЦ РФ-ИМБП РАН

Гуридов А.А.

младший научный сотрудник, ГНЦ РФ-ИМБП РАН

ЩербакOVA В.А.

доктор биологических наук, заведующий отделом,
ИБФМ РАН

Шубралова Е.В.

главный специалист, ФГУП ЦНИИмаш

Цыганков О.С.

доктор технических наук, профессор, главный специалист,
ОАО «РКК«Энергия»

Новикова Н.Д.

доктор биологических наук,
зав. лабораторией, ГНЦ РФ-ИМПБ РАН

ВЫЖИВАЕМОСТЬ РАЗНЫХ ВИДОВ МИКРООРГАНИЗМОВ НА ВНЕШНЕЙ СТОРОНЕ МКС SURVIVAL OF DIFFERENT TYPES OF MICROORGANISMS ON THE OUTER SIDE OF THE ISS

Аннотация: На основании космических экспериментов показано, что выживание микроорганизмов при экспонировании на внешней стороне Международной космической станции (МКС) зависит от многослойности экспонируемых образцов, степени защиты биообъектов от УФ-излучения и вакуума, а также от скорости их перехода в состояние покоя.

Ключевые слова: космические эксперименты, микроорганизмы, воздействие ультрафиолета, вакуум, выживаемость биологических объектов.

Abstract: Based on space experiments, it is shown that the survival of a micro-organism when exposed on the outer side of the International space station (ISS) depends on the multilayered nature of the exposed samples, the degree of protection of biological objects from UV radiation and vacuum, as well as on the speed of their transition to a state of rest.

Keywords: space experiments, micro-organisms, UV exposure, vacuum, survival of biological objects.

С целью решения вопроса выживаемости микроорганизмов в открытом околоземном космическом пространстве, подвергающихся пагубному воздействию различных физических факторов, таких как: вакуум, солнечное излучение, ионизирующее галактическое излучение и т.д., ряд стран проводили эксперименты на космических станциях [1-3]. В них, в частности, показано, что бактерии и плесневые грибы способны выживать в течение 31 месяца. Во всех экспериментах между микроорганизмом и действием всех космических факторов был барьер, снижающий воздействие космоса. Экспонирование открытых биообъектов было проведено в эксперименте «Тест».

Материал и методы

В эксперименте «Тест» на поверхности стерильных ватных тампонов наносили культуры бактерий, архей и микромицета. В течение 2 лет на внешней стороне МКС экспонировали данные культуры без защиты от УФ-излучения, вакуума и других факторов космоса.

Результаты и обсуждение

Анализ результатов экспонирования позволил оценить динамику сохранения жизнеспособности микроорганизмов в открытом космическом пространстве (рисунки 1).

Выявлены тенденции снижения численности бактерий и грибов:

– за первый год численность КОЕ (колониеобразующих единиц) снизилась на 3 порядка;

– за второй год численность КОЕ снизилась на 2 порядка по сравнению с первым годом.

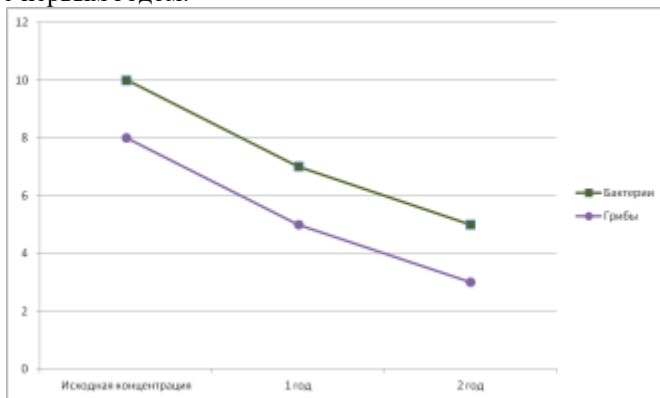


Рисунок 1. Динамика численности жизнеспособных КОЕ при открытом экспонировании на внешней поверхности МКС

Как видно из представленных данных, за 2 года у разных культур отмечалось одинаковое снижение численности у исследованных микроорганизмов.

Таким образом, в условиях действия одних и тех же факторов космического пространства снижение выживших биообъектов может быть одинаковым для разных таксономических групп микроорганизмов.

Литература

1. Horneck G., H. Bucker and G. Reitz Long-term survival of bacterial spores in space // *Adv. Space Res.* 1994.- Vol. 14/- №. 10 – P.. 41-45.
2. Parag A. Vaishampayan, Elke Rabbow, Gerda Horneck, and Kasthuri J. Venkateswaran Survival of *Bacillus pumilus* Spores for a Prolonged Period of Time in Real Space Conditions // *Astrobiology.*- 2012. - V.12. - № 5. - P.487-497.
3. Баранов В.М., Поликарпов Н.А., Новикова Н.Д., Дешева Е.А., Поддубко С.В., Свистунова Ю.В., Цетлин В.В Основные научные

результаты космического эксперимента «Биориск» на Международной космической станции. //Авиакосмическая и экологическая медицина – 2006. - т.40. - №1. С. 3-9.

УДК: 57.017.32
eLIBRARY.RU: 89.00.00

Васильева Г.Ю.
Белаковский М.С.
Афанасьева Д.П.
ГНЦ РФ-ИМПБ РАН

**РОЛЬ НАЗЕМНЫХ МОДЕЛЬНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ
В ИЗУЧЕНИИ ГОМЕОСТАТИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ
ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА ПРИ ДЕЙСТВИИ ФАКТОРОВ
КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЁТА
ROLE OF GROUND-BASED MODEL EXPERIMENTS IN
STUDYING HOMEOSTATIC REACTIONS OF HUMAN BODY
AFFECTED BY SPACE FLIGHT FACTORS**

Аннотация: На примере исследований по изучению гомеостатических реакций, проводимых в Институте медико-биологических проблем, в докладе показано важное значение наземных модельных экспериментов для исследования влияния факторов космического полёта на организм человека. Представлены основные результаты многолетних исследований ренальной и костной систем в различных экспериментальных моделях.

Ключевые слова: наземные эксперименты, факторы космического полёта, водно-электролитный баланс, почки, костная система.

Abstract: The report shows the importance of ground-based model experiments in the investigation of the influence of space flight factors on human body, based on the studies on homeostatic reactions conducted at the Institute of Biomedical Problems. The main results of long-term studies of the renal and bone systems in various experimental models are presented.

Keywords: ground-based experiments, space flight factors, water-electrolyte balance, kidneys, bone system.

Медико-биологические эксперименты по изучению действия факторов космического полёта (КП) на живой организм проводились в условиях земной гравитации ещё до начала регулярных полётов человека в космос. Сейчас существует ряд проверенных временем

целенаправленных экспериментальных моделей, таких как клиностатическая и антиортостатическая гипокинезия (АНОГ), «сухая» и костюмная иммерсия, вращение на центрифуге короткого радиуса и моделирование болезни движения в автономной медленно вращающейся наземной установке, сурдокамерные испытания и изоляция в гермообъекте, позволяющих в достаточной мере воспроизводить характерные эффекты разных этапов космического полёта на физиологические системы человеческого организма.

Сложные мультидисциплинарные комплексные эксперименты, ежегодно проводимые в ГНЦ РФ – ИМБП РАН, среди которых уникальные – 21-суточная «сухая» иммерсия с участием 9 добровольцев-мужчин, 120-суточная АНОГ с участием 8 женщин, 370-суточная АНОГ (10 мужчин), 4-месячная изоляция международного экипажа смешанного гендерного состава (3 мужчин и 3 женщины), сверхдлительная 520-суточная изоляция в гермообъекте международного экипажа (6 мужчин), дают специалистам обширные научные результаты. Значительное место в структуре этих исследований занимает изучение гомеостаза – комплекса физиологических механизмов, направленных на поддержание постоянства внутренней среды.

В нашем докладе основное внимание будет уделено ранее проведённым в ГНЦ РФ – ИМБП РАН исследованиям ренальной и костной систем, в том числе исследованиям закономерностей адаптации гормональных систем и особенностей нейроиммуэндокринного взаимодействия, а также механизмов регуляции минерального обмена и водно-электролитного баланса у испытуемых-добровольцев.

Моделирование факторов КП с помощью длительной АНОГ (120-370 суток) позволило выявить характерную адаптационную реорганизацию водно-электролитного гомеостаза, направленную на снижение уровня гидратации организма человека; определить потери минеральных веществ, развивающиеся на фоне сдвигов ионного состава крови; показать, что изменения параметров циркадианных ритмов регуляторных систем и их базальных уровней не однонаправленны; определить оптимальные схемы сочетания физических тренировок и фармакологических препаратов для предотвращения снижения минеральной плотности и прочностных свойств костной ткани [1-4]. Были разработаны методические рекомендации по использованию нагрузочных проб для диагностики изменений метаболизма кальция и оценки функционального состояния почек человека при длительном постельном режиме [5]. Данные

результаты также легли в основу способа контролируемой фармакологической гипогидратации с целью повышения работоспособности космонавтов в ранний период КП [6].

Результаты исследований водно-электролитного обмена в условиях костюмной и «сухой» иммерсии позволили оценить перераспределение жидких сред организма в острый период адаптации к новым условиям, приводящее к изменениям кальцийуретической функции почек, нейрогуморального статуса и состояния основного обмена, определить взаимодействие иммунной и эндокринной систем [7-9].

Многогранные клинико-лабораторные исследования состояния человека, находящегося в условиях длительной изоляции, выявили основные информативные биохимические маркёры, связанные с основными условиями замкнутой искусственной среды обитания, влияющими на психофизиологическое состояние человека, в том числе работоспособность и стресс-устойчивость [10, 11]. Метод протеомного анализа мочи в эксперименте со 105-суточной изоляцией позволил впервые выявить сети взаимодействий (более 200 белков), связанных с уровнем потребления натрия [12]. Было показано, что в различные периоды эксперимента в условиях сверхдлительной изоляции (эксперимент «Марс-500») с параметрами газового состава, приближенными к параметрам воздуха на МКС, сохраняются нормальные механизмы нейроэндокринной регуляции обмена веществ, с возможным развитием инсулинорезистентности [13]. Были обнаружены изменения минеральной плотности костной ткани, сопоставимые по направлению с послеполётными изменениями у космонавтов [14].

В серии изоляционных экспериментов с участием женщин («Луна-2015», «SIRIUS-17» и «SIRIUS-19») были апробированы новые методики для исследования состава тела и состояния костной системы в период изоляции, дана оценка костного статуса испытательниц и получены данные, свидетельствующие о том, что особое внимание следует уделить контролю за выполнением членами экипажа рекомендаций по питанию и профилактическим физическим тренировкам [15,16].

Таким образом, на примере небольшой части проведённых исследований мы видим, что последовательное изучение влияния факторов КП в экспериментальных наземных моделях позволяет разработать и внедрить новые клинико-диагностические методы, разработать меры профилактики неблагоприятных патофизиологических изменений, получить ценный аналитический

материал и приблизиться к пониманию адаптационных механизмов с целью применения полученных знаний в условиях космических полётов.

Литература

1. Григорьев А.И., Дорохова Б.Р., Козыревская Г.И. и др. Водно-солевой обмен и функциональное состояние почек при постельном режиме различной продолжительности // Физиология человека. –1979. –Т. 5. – № 4. – С. 660-669.
2. Григорьев А.И., Ларина И.М. Водно-солевой обмен и функции почек у человека при длительной гипокинезии // Нефрология. –2001. – Т. 5. –№ 3. –С. 7-18.
3. Григорьев А.И., Моруков Б.В., Дорохова Б.Р., Рустамян Г.А. Регуляция обмена кальция в условиях длительной антиортостатической гипокинезии // Физиология человека. 1981. Т. 4. С. 705.
4. Grigoriev A.I., Morukov B.V., Oganov V.S. et al. Effect of exercise and bisphosphonate on mineral balance and bone density during 360 day antiorthostatic hypokinesia // Journal of Bone and Mineral Research. –1992. –Т. 7. – № 2 S. –С. S449-S455.
5. Григорьев А.И., Арзамасов Г.С., Дорохова Б.Р. и др. Методические рекомендации по использованию водной и водно-солевых нагрузочных проб при оценке функционального состояния почек человека // Москва. – 1979.
6. Носков В.Б. Механизмы волюморегуляции и коррекция гидратационного статуса у человека при действии факторов космического полёта // Автореферат дис. ... доктора медицинских наук. – Москва. – 1999.
7. Григорьев А.И., Вегманн Г.М., Ларина И.М. и др. Водная иммерсия: анализ суточных ритмов экскреции воды и электролитов // Авиакосм. и эколог. мед. – 1995. – Т. 29. – № 6. – С. 21-26.
8. Ларина И.М., Лакота Н.Г. Роль индивидуальных реакций теплового и водно-электролитного обмена в условиях костюмной иммерсии // Авиакосм. и эколог. мед. –2000. –Т. 34. –№ 6. –С. 16-22.
9. Ничипорук И.А., Васильева Г.Ю., Рыкова М.П. и др. Анализ взаимосвязей психофизиологического статуса и системы адаптивного иммунитета человека в условиях 5-суточной иммерсии // Авиакосм. и эколог. мед. – 2011. –Т. 45. –№ 6. – С. 57-63.
10. Воробьев Д.В., Ларина И.М. Рецепция глюкокортикоидных гормонов в физиологических и при экстремальных состояниях // Авиакосм. и эколог. мед. – 1997. – № 6. – С. 4.

11. Ларина И.М., Быстрицкая А.Ф., Смирнова Т.М. Психофизиологический мониторинг в условиях реальной и моделируемой микрогравитации // Физиология человека. –1999. – Т. 25.– С. 86–91.
12. Ларина И.М., Колчанов Н.А., Доброхотов И.В. и др. Реконструкция ассоциативных белковых сетей, связанных с процессами регуляции обмена и депонирования натрия в организме здорового человека, на основе изучения протеома мочи // Физиология человека. – 2012. – Т. 38. –№ 3. –С. 107.
13. Strollo F., Macchi C., Eberini I. et al. Body composition and metabolic changes during a 520-day mission simulation to Mars // Journal of Endocrinological Investigation. – 2018. – Т. 41. – № 11. – С. 1267-1273.
14. Новиков В.Е., Оганов В.С., Кабицкая О.Е. и др. Минеральная плотность кости и состав тела участников эксперимента «Марс-500» // Авиакосм. и эколог. мед. – 2016. –Т. 50. –№ 1. –С. 35-38.
15. Vassilieva G.Y., Novikov V.E., Servuly E.A. et al. Influence of short-term isolation in a hermetically closed facility on the dynamics of metabolic markers and parameters characterizing the state of bone tissue and body composition of volunteers («LUNA-2015» and "SIRIUS-17") // In book: Proceedings of the International Astronautical Congress, IAC 2018.
16. Сервули Е.А., Гордиенко К.А., Новиков В.Е., Васильева Г.Ю. Инструментальные методы обследования костной системы и возможность их применения в космических исследованиях // В книге: Пилотируемые полеты в космос Материалы XII Международной научно-практической конференции. Научно-исследовательский испытательный центр подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина. – 2017. – С. 274-275.

УДК 613.693

eLIBRARY.RU: 89.27.00

Меденков А.А.

доктор медицинских наук, профессор,
член экспертной коллегии Фонда «Сколково»

Дворников М.В.

доктор медицинских наук, профессор,
начальник отдела НИИЦ (авиационно-космической медицины и
военной эргономики) ЦНИИ ВВС (Минобороны России),
профессор Московского авиационного института

У ИСТОКОВ СТАНОВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ АВИАЦИОННО-КОСМИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ AT THE ORIGINS OF THE FORMATION AND DEVELOPMENT OF AVIATION AND SPACE MEDICINE

Аннотация: Показана роль Научно-исследовательского испытательного института авиационной медицины в проведение исследований по обеспечению безопасности авиационных и космических полетов. Описаны основные направления исследований по авиационной медицине и высотной физиологии. Отмечены ученые и специалисты, внесшие основополагающий вклад в становление и развитие отечественной авиакосмической медицины. **Ключевые слова:** авиационная медицина, авиация, вклад ученых, институт, космическая медицина, космонавтика, безопасность полетов.

Abstract: The importance of studying and treatment to the history of the formation and development of national aviation and space medicine is noted. The role of the Scientific-Research Testing Institute of Aviation Medicine in conducting research for the safety of aviation and space flights is shown. The main directions of research in aviation medicine and high-altitude physiology are given. The scientists and technicians who have made a fundamental contribution to the establishment of domestic aerospace medicine are listed. Achievements of these scientists in solving urgent problems of medical and biological support of flight personnel and cosmonauts are noted.

Keywords: aviation medicine, aviation, contribution of scientists, institute, space medicine, space, flight safety.

Организационное становление авиационной медицины во многом связано с созданием в 1935 г. на базе IV сектора Научно-исследовательского испытательного санитарного института (НИИСИ) РККА Авиационного научно-исследовательского санитарного института (АНИСИ) Санитарного управления РККА. Согласно штату был создан ряд функциональных отделений по основным направлениям медицины летного труда и вспомогательных служб. Приказом Наркома обороны Союза ССР К.Е. Ворошилова от 3 февраля 1935 г. № 367 начальником АНИСИ был назначен профессор кафедры общей и военной гигиены Военно-медицинской академии РККА Ф.Г. Кротков. В последующем, приказом Наркома обороны Союза ССР от 11 июня 1936 г. № 086, Авиационный научно-исследовательский санитарный институт РККА переименован в «Институт авиационной медицины ВВС РККА имени академика

И.П. Павлова» с подчинением его начальнику Воздушных сил РККА. В дальнейшем (11 мая 1937 г.) Институт был переподчинен Санитарному управлению Красной Армии с усилением клинической направленности его деятельности.

В дальнейшем, большой вклад в становление и развитие Института внес В.В. Стрельцов, которого по праву считают одним из основоположников отечественной авиационной медицины. Он известен, как блестящий экспериментатор и организатор научных исследований, особенно в области физиологии высотного и скоростного полета, одним из авторов концепции о механизмах физиологических процессов, развивающихся в условиях пониженного атмосферного давления. Он впервые доказал возможность повышения высотной устойчивости летчиков посредством методов барокамерных тренировок. Последний был включен в Наставление по высотной подготовке летчиков, а в стране было начато массовое производство барокамер. Известны его работы по изучению обмена веществ и кислотно-щелочное равновесие при кислородном голодании и влияние фармакологических средств на остроту зрения при слабой освещенности и пониженном барометрическом давлении. Он являлся первым врачом, который выполнил ознакомительный прыжок с парашютом. В целях проверки бортовой кислородной аппаратуры в 1932 году он участвовал в групповом перелете «Москва – Харьков – Москва». Под его руководством в 1934 году была организована специальная физическая подготовка летчиков при Институте физкультуры в Москве. Известны его работы по историографии отечественной авиационной медицины.

Среди других известных специалистов Института следует назвать А.П. Аполлонова, который работал в области обеспечения высотных полетов. Он внес существенный вклад в изучение проблемы влияния гипоксии на центральную нервную систему и дыхательную функцию организма, обоснование норм кислородного дыхания в интересах обеспечения длительных высотных полетов в негерметичных кабинах. Известны его работы по физиологическим аспектам дыхания под избыточным давлением и обоснования режимов давления в герметических кабинах в случае внезапной разгерметизации. Важен его вклад в разработку идеологии конструирования высотного защитного снаряжения, совершенствования отечественных кислородных приборов, способам повышения устойчивости летчика к высотному фактору, психофизиологической подготовки летного состава к длительным полетам, профессиональной деятельности летного состава в противогасах.

К числу других известных специалистов института следует отнести И.Я. Борщевского, внесшего важный вклад в исследование влияния летной работы на состояние органа слуха и переносимость ускорений у летного состава, авиационной ЛОР-физиологии у летчиков в высотных, скоростных и длительных полетах, врачебно-летной экспертизы летчиков, в изучение проблемы вестибулярной и шумовой патологии в авиации, в разработку медицинских требований к кислородно-дыхательной аппаратуре и средствам радиосвязи при сверхзвуковых и стратосферных полетах летчиков, а также в медицинской подготовке экипажей первых пилотируемых космических полетов.

Знаковой личностью отечественной медицины был Г.Г. Куликовский. В 1937-1941 гг. он являлся помощником начальника Института авиационной медицины по клинической работе, профессором кафедры оториноларингологии Военно-медицинской академии. В 1942-1949 гг. он был назначен главным ЛОР-специалистом Советской армии. Под его руководством был разработан ряд новых концепций в области физиологии слуха. Он известен своими основополагающими исследованиями в области физиолого-гигиенической оценки влияния перегрузок на летчика в полете, в разработке методологии тренировок курсантов и летчиков на первой отечественной центрифуге в авиационном училище в Борисоглебске. Известны его оригинальные работы по вестибулярной тренировке летчиков, проблемам профессионального отбора и врачебно-летной экспертизы летчиков, специальной тренировке парашютистов, методам защиты органа слуха летчика от шума и др.

Среди других выдающихся исследователей Института следует выделить Н.А. Вишневого, которого, по праву считают основоположником отечественной авиационной офтальмологии. Он известен своими работами по изучению функции зрения летчика в условиях ночных полетов, влияния пониженного атмосферного давления на функцию органа зрения, особенностям восприятия проблесковых огней в полной темноте и в условиях слабой освещенности. Совместно с С.В. Кравковым, им был разработан прибор для исследования ночного зрения, широко применявшийся в клинической офтальмологии и в авиационной психологии. В соавторстве с Б.А. Цырлиным он изучал изменения цветного зрения у летчиков во время полета, установил зависимость световой чувствительного глаза от предшествующего изменения яркости поля адаптации, проблему защиты органа зрения пилотов в различных условиях полета. Известен его вклад в разработку методов врачебно-

летней экспертизы органа зрения при отборе летного состава и влияния атмосферных условий и физических факторов полета на орган зрения.

Среди других известных специалистов Института авиационной медицины следует отметить И.К. Собенникова, известного своими трудами в области врачебно-летней экспертизы, впервые отметившего важность оценки психологических характеристик при отборе и подготовке летного состава.

Нельзя не отметить и вклад Г.Г. Газенко, известного своими трудами по исследованию влияния гипоксии на эффективную деятельность лиц летного труда, в изучение проблемы санитарно-гигиенических условий труда летчиков и других авиационных специалистов. Он являлся одним из соавторов первого изданного в стране Справочника медицинских работников авиации дальнего действия.

Необходимо упомянуть и В.А. Спасского, внесшего важный вклад в исследования в области обеспечения жизнедеятельности летных экипажей при полетах на больших высотах (включая стратосферные полеты), в изучение этиологии декомпрессионных расстройств, в разработку систем жизнеобеспечения и регенерации воздуха в герметичных кабинах самолетов, в решение проблемы физиолого-гигиенического обоснования нормативов для этих систем. Он активно участвовал в разработке медицинских проблем реализации идеи В.П. Чкалова о «полете вокруг шарика» (беспосадочного группового полета трех самолетов вокруг Земли). Он являлся автором ряда глав фундаментального труда по «авиационной медицине» (1941 и 1953 гг.).

Большой вклад в изучение проблемы обменных процессов у летного состава (особенно в крайних климатических зонах) был внесен Г.А. Тер-Арутюновым. Его труды по изучению влияния длительного воздействия разреженного воздуха на организм летчика, разработке рационов питания для летчиков, выполняющих высотные и сверхзвуковые полеты, позволили оптимизировать деятельность летного состава ВВС. При его непосредственном участии были разработаны основные физиолого-гигиенические принципы питания летного состава, рекомендации по профилактике развития атеросклероза у летчиков. Его исследования по изучению проблемы взаимосвязи питания с работоспособностью летчиков и космонавтов внесли достойный вклад в успешную реализацию кратковременных и длительных пилотируемых космических полетов.

**ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ КОСМИЧЕСКОГО
ПОЛЁТА НА КОСТНУЮ ТКАНЬ (В ИМБП)
STUDY OF THE IMPACT OF SPACE FLIGHT FACTORS ON
BONE TISSUE (AT IBMP)**

Аннотация: В обзоре представлен ряд работ научных сотрудников Института медико-биологических проблем по изучению реакции костной ткани на факторы космического полёта. Проанализированы полученные результаты и выводы.

Ключевые слова: космический полёт, костная ткань, гистоморфометрия, денситометрия.

Abstract: The review presents a number of works by researchers of the Institute of biomedical problems on the study of the reaction of bone tissue to factors of space flight. The results and conclusions are analyzed.

Keywords: spaceflight, bone tissue, histomorphometry, densitometry.

При выявлении отрицательного баланса кальция после космических полётов встал вопрос, как потери минералов костной ткани ограничат время пребывания человека в космосе? Изучением этой проблемы занялись несколько подразделений Института медико-биологических проблем.

В полётных экспериментах на животных закладывались основы космической биологии. Была разработана долгосрочная научная программа «Бион». С 1973 по 1997 г. в космос было запущено 11 биоспутников «Космос». Одной из важнейших задач проекта «БИОН-9» было изучение особенностей заживления повреждённых костей у крыс в условиях невесомости. Был проведён гистоморфометрический анализ. Развитие остеопении в невесомости, выявленное в эксперименте, привело к замедлению образования костной мозоли у крыс после экспериментального перелома малой берцовой кости.

Участвуя в качестве приглашённых специалистов, сотрудники ИМБП в медико-биологических экспериментах НАСА на СЛС-1 и, было установили, что увеличение продолжительности пребывания в невесомости с 9 до 14 суток на СЛС-2 приводит к усилению остеопении и к появлению признаков торможения роста

большеберцовой кости в длину, что не наблюдалось у крыс после 9-суточного полёта на СЛС-1».

В эксперименте «Бион-М1» с помощью лазерно-искрового эмиссионного метода нами было изучено содержание химических элементов в кости свода черепа мышей, находившихся в условиях микрогравитации в течение 30 суток. Второй группе мышей после полёта была дана 7-суточная реадаптация. Общее содержание минеральной фракции в костях черепа мышей после полёта снизилось. Отчётлива тенденция к снижению процентного содержания Са и Р, а количество Mg возрастало в костной ткани.

Помимо космических исследований костную ткань изучали в наземных экспериментах, моделирующих ограничение движения или снятие нагрузки. Ситуацию гипокинезии создавали содержанием животных в тесных клетках-пеналах, размер которых мог изменяться таким образом, что соотношение объёмов тела животного и клетки сохранялось постоянным. Условия гиподинамии для задних конечностей – лишением их опоры в модели «вывешивания».

Для изучения состояния костной ткани у космонавтов использовали неинвазивные методы. Космонавтов после полётов на ОС «Салют» обследовали с помощью компьютерного томографа GECT-7800 («Дженерал электрик», США). Достоверное снижение минеральной плотности (МПК) позвонков было отмечено у 4 из 7 космонавтов после длительных полётов (150-237 суток), у остальных наблюдалась тенденция к снижению.

Потери костной массы в разных сегментах скелета увеличиваются в направлении вектора гравитации в трабекулярных структурах костей нижней половины скелета. В костях верхней половины скелета отмечаются отчётливые тенденции к увеличению СКМ, что является следствием перераспределения жидкостных сред и электролитов в краниальном направлении. В основе теоретически ожидаемой и реально подтверждённой локальной потери костной массы в условиях невесомости лежат: 1) активация резорбции остеоцитарной природы в следствие первичной реакции на исчезновение механического стресса кости; 2) дополнительная активация резорбции, по-видимому, остеобластно-остеокластной природы, которая провоцируется перестройками в иерархии ионо- и волноморегуляции; 3) замедление костеобразования в процессе адаптационного ремоделирования костной ткани.

Ильин В.К.

доктор медицинских наук, профессор,
заведующий отделом

Комиссарова Д.В.

кандидат биологических наук

Усанова Н.А.

Морозова Ю.А.

Старкова Л.В.

Шеф К.А.

ГНЦ РФ ИМБП РАН

ИЗМЕНЕНИЯ МИКРОФЛОРЫ ИСПЫТАТЕЛЕЙ В ПЕРИОД ОСТРОЙ АДАПТАЦИИ В УСЛОВИЯХ ИЗОЛЯЦИИ И МЕТОДЫ КОРРЕКЦИИ ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ДИСБАКТЕРИОЗОВ

Аннотация: сравнительное исследование использования в качестве пробиотического средства, предупреждающего развитие дисбактериоза в длительных полётах, спрея на основе *Lactobacillus plantarum* 8P-A3 в эксперименте SIRIUS-17 и пробиотического напитка, содержащего коммерческие штаммы *Lactobacillus* и *Bifidobacterium*, в эксперименте SIRIUS-19 выявило более выраженное влияние на стабилизацию микробиоценоза верхних дыхательных путей спрея.

Ключевые слова: изоляция, микробиология, пробиотики.

Abstract: A comparative study of the use as a probiotic medicine for preventing the development of dysbacteriosis in long-term flights using as a spray based on *Lactobacillus plantarum* 8P-AZ in the SIRIUS-17 experiment and as a probiotic drink containing commercial strains of *Lactobacillus* and *Bifidobacterium* in the SIRIUS-19 experiment revealed a more pronounced stabilization effect of spray on microocenosis of the upper respiratory tract.

Keywords: isolation, microbiology, probiotics.

Изоляция в замкнутом гермообъекте – один из важнейших стрессорных факторов, с которыми сталкиваются члены экипажей длительных космических полётов. [1]

Известно, что совокупность факторов длительного космического полёта может спровоцировать снижение видового разнообразия, а, следовательно, и устойчивости микробиоценоза человека и появление и

закрепление условно-патогенных микроорганизмов в соответствующем биотопе. Особенно остро этот процесс происходит во время так называемой острой адаптации – в первые 10-14 дней миссии.

Материалы и методы

В данном исследовании проанализированы результаты, полученные в 17-ти суточном изоляционном эксперименте «SIRIUS-17» и в течение первых трёх недель четырёхмесячного эксперимента «SIRIUS-19», соответствующих периоду острой адаптации.

Экипаж 17-ти суточного эксперимента (6 человек), а также 3-е дублёров в качестве мер профилактики использовал назальный спрей, в состав которого входил пробиотический штамм, проявляющий активность к условно-патогенной микрофлоре верхних дыхательных путей (*Lactobacillus plantarum* 8P-A3) в концентрации 10^7 КОЕ/мл, иммобилизованный на гилауроновой кислоте, лизоцим и физиологический раствор.

3 члена экипажа 4-х месячного эксперимента «SIRIUS-19» (опытная группа) принимали напиток брожения (100 мл) на основе сахаромецет с добавлением коммерческих штаммов *Lactobacillus* и *Bifidobacterium* в концентрации 10^7 КОЕ/мл. [2,3] Курс приёма напитка составлял 15 дней. 3 испытателя не принимали никаких пробиотических препаратов.

Результаты

В ходе фоновых исследований микрофлоры у четверых членов экипажа и у троих дублеров были выявлены высокие титры условно-патогенной микрофлоры в полости носа или глотке. На фоне применения эндонозального препарата у 4-х операторов основной группы и у одного дублера была зафиксирована коррекция микрофлоры вплоть до состояния эубиоза, причем данный эффект сохранялся и в отсроченный период.

У двоих операторов-дублеров было выявлено, по всей вероятности, хроническое носительство условно-патогенной микрофлоры в глотке (*Staphylococcus aureus*, *Klebsiella pneumoniae*), поэтому они дополнительно применяли препарат в виде полосканий в течение 5 дней. В результате у них фиксировались нормальные показатели обсемененности как в полости носа и во время эксперимента, в течение 7 дней после.

У большинства испытателей эксперимента «SIRIUS-19» также наблюдалось широкое видовое разнообразие условно-патогенной микрофлоры во всех биотопах как в контрольной, так и в опытной группах на начале эксперимента (*Staphylococcus aureus*, *Bacillus lichi* и

др.). При этом во время приёма опытной группой напитка брожения количество видов и численность микроорганизмов условно-патогенной микрофлоры достоверно снизилось. К сожалению, данный эффект довольно быстро элиминировался, что даёт основания полагать, что напиток брожения, содержащий коммерческие штаммы пробиотических препаратов, принимаемый в качестве пищевой добавки, проигрывает по эффективности назальному спрею, хотя и являются хорошим средством профилактики и поддержания нормофлоры верхних дыхательных путей.

Работа выполнена при частичной поддержке базовой тематики РАН № 64.2 «Исследование функции желудочно-кишечного тракта при адаптации организма человека к искусственной среде обитания и способы коррекции дисбактериозов с помощью аутопробиотиков».

Литература

1. Ильин В.К., Кирюхина Н.В., Усанова Н.А., Соловьева З.О., Морозова Ю.А., Гегенава А.В., Поддубко С.В. Факторы микробиологического риска и обеспечение подходов к обеспечению противoinфекционной безопасности экипажей межпланетных космических полетов и лунных баз. // Авиакосм. и экол. мед. 2018г. т. 52, № 6.
2. Boirivant M, Strober W. The mechanism of action of probiotics.// *Curr Opin Gastroenterol*. 2007. 23(6). P. 679–92.
3. Hao Q, Dong BR, Wu T. Probiotics for preventing acute upper respiratory tract infections. *Cochrane Database Syst Rev*. 2015;(2):CD006895. Published 2015 Feb 3. doi:10.1002/14651858.CD006895.pub3.

Пасекова О.Б.
Сигалева Е.Э.
Марченко Л.Ю.
Мацнев Э.И.
ГНЦ РФ ИМБП РАН

**ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА
РЕГИСТРАЦИИ РАЗЛИЧНЫХ КЛАССОВ
ОТОАКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ ДЛЯ ДИНАМИЧЕСКОЙ
ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ВНУТРИЧЕРЕПНОГО ДАВЛЕНИЯ В
УСЛОВИЯХ МОДЕЛИРУЕМОЙ МИКРОГРАВИТАЦИИ
И КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЁТА**

Аннотация: Проведено исследование функционального состояния улитки внутреннего уха в условиях наземного моделирования физиологических эффектов микрогравитации с использованием различных классов отоакустической эмиссии. Анализ полученных данных показал статистически значимое ($p \leq 0,05$) снижение показателя отношения сигнал/шум на частоте стимуляции ниже 1 кГц. Регистрация отоакустической эмиссии предлагается в качестве перспективного неинвазивного метода для изучения механизмов микрогравитационного повышения внутричерепного давления.

Ключевые слова: задержанная вызванная отоакустическая эмиссия, отоакустическая эмиссия на частоте продукта искажения, внутричерепное давление, микрогравитация, «сухая» иммерсия.

Abstract: The study of the functional state of the inner ear cochlea under conditions of ground-based modeling of the physiological effects of microgravity using different classes of otoacoustic emission. Analysis of the data obtained showed a statistically significant ($p \leq 0.05$) decrease in the signal-to-noise ratio at a stimulation frequency below 1 kHz. Registration of otoacoustic emission is proposed as a promising non-invasive method for studying the mechanisms of microgravity increase in intracranial pressure.

Keywords: evoked otoacoustic emission, distortion product otoacoustic emission, intracranial pressure, microgravity, «dry» immersion.

Перераспределение жидких сред организма в краниальном направлении, происходящее, как в условиях реального космического полета, так и при моделировании физиологических эффектов микрогравитации, не исключает возможности повышения

внутричерепного давления (ВЧД). Мониторинг изменений ВЧД необходим для динамической оценки функционального состояния космонавтов, что является важным компонентом медицинского обеспечения безопасности пилотируемых космических полетов. В этой связи представляется перспективным использование регистрации различных классов отоакустической эмиссии (ОАЭ) для осуществления неинвазивного мониторинга ЧД.

Материалы и методы

Целью данной работы явилось изучение влияния условий моделирования физиологических эффектов микрогравитации (21-суточная «сухая» иммерсия) на параметры задержанной вызванной отоакустической эмиссии (ЗВОАЭ) и отоакустической эмиссии на частоте продукта искажения (ПИОАЭ). В обследовании приняли участие 10 здоровых мужчин-добровольцев, в возрасте от 23 до 34 лет, медиана возраста – 30,5 лет, допущенных врачебно-экспертной комиссией к экспериментальным исследованиям с участием человека. Регистрацию и анализ параметров проводили с помощью прибора «Нейро-Аудио» («Нейрософт», РФ). Для регистрации различных классов ОАЭ (ЗВОАЭ и ПИОАЭ) использовался внутриушной датчик со сменной индивидуальной насадкой, помещаемый в наружный слуховой проход. Последовательно проводилась моноауральная стимуляция левого и правого уха, соответственно. Для методики ЗВОАЭ использовалась стимуляция звуковыми нелинейными щелчками в диапазоне от 1 до 5 кГц. Интенсивность стимула не превышала 70 дБ уровня звукового давления (УЗД). Оценивались показатели отношения сигнал/шум (дБ), в частотной полосе стимуляции 1 кГц - 4 кГц. Для исследования ПИОАЭ использовали стимуляцию парой чистых тонов с частотами f_1 — f_2 . Регистрировали интермодуляционные искажения третьего порядка подаваемых тонов («продукт искажения») на частоте $2f_1 - f_2$ [1;3;4;8]. Использовали интенсивности f_1 - 65 дБ УЗД, f_2 - 55 дБ УЗД. Оценивались показатели отношения сигнал/шум (дБ), в диапазоне от 556 Гц до 4444 Гц (частоты 556 Гц; 684 Гц; 988 Гц; 1481 Гц; 2222 Гц; 2963 Гц и 4444 Гц)- [2;5]. Все исследования проводили в фоне, последовательно на 3, 7, 14, 21 сутки воздействия и в периоде последствия. Статистическая обработка полученных результатов проводилась методом описательной статистики с использованием пакета STATISTICA (версия 10.0) для Windows (StatSoft, Inc.). Для сравнения значимости различий между средними значениями выборок использовали непараметрический критерий Вилкоксона. На всех этапах

эксперимента различия оценивались по сравнению с фоновыми значениями. Статистически значимыми считали различия при $p < 0,05$.

Результаты и обсуждение

Проведена оценка динамики параметров ОАЭ для каждой частотной полосы стимуляции отдельно для правого и левого уха. При оценке средних по группе показателей ЗВОАЭ выявлено достоверное ($p < 0,05$) снижение показателей ЗВОАЭ (до отрицательных значений) для частоты стимуляции 1 кГц во время пребывания в иммерсионной ванне при измерениях на 3-е, 7-е, 14-е и 21-е сутки. В последствии у всех обследуемых показатели ЗВОАЭ для частоты 1 кГц вернулись к положительным величинам, даже несколько превышая фоновые значения. Показатели отношения «сигнал/шум» ЗВОАЭ для частот стимуляции 2-4 Гц при измерениях на протяжении эксперимента и последствии отмечали разнонаправленные незначимые изменения параметров и находились в границах положительных величин. Показатели ПИОАЭ достоверно значимых изменений не показали. При анализе динамики изменения параметров ПИОАЭ ($n=6$) обращает на себя внимание выраженное снижение, до отрицательных значений, величин для частот стимуляции 556 Гц; 684 Гц; 988 Гц. На частоте стимуляции 1481 Гц отмечена тенденция к снижению параметров ПИОАЭ по сравнению с фоновыми значениями (в границах положительных величин) и сохранение относительно стабильных значений на протяжении всего периода воздействия. Для частот стимуляции 2222 Гц; 2963 Гц; 4444 Гц отмечены незначительные изменения параметров ПИОАЭ.

Таким образом, зарегистрированное в эксперименте с 21-суточной «сухой» иммерсией достоверное снижение параметров ЗВОАЭ и ПИОАЭ в диапазоне низких частот (до 1 кГц) можно отнести к физиологическими эффектами моделируемой микрогравитации, связанными с перераспределением жидких сред организма в краниальном направлении [6;9;10]. Полученные результаты подтверждают перспективу использования регистрации различных классов ОАЭ для изучения возможного феномена микрогравитационного повышения ВЧД у космонавтов в космическом полете.

Литература

1. Bűki B., Avan P., Lemaire J.J., Dordain M., Chazal J., Ribári O. Otoacoustic emissions: a new tool for monitoring intracranial pressure changes through stapes displacements // *Hear Res.* 1996. V.94. №2. P. 125-139.

2. Thalen E.O., Wit H.P., Segenhout J.M., Albers F.W. Dynamics of Inner Ear Pressure Change Caused by Intracranial Pressure Manipulation in the Guinea Pig // *Acta Otolaryngol.* 2001. V. 121. P. 470-476.
3. Avan P., Normand H., Giraudet F., Gerenton G., Denise P. Noninvasive in-ear monitoring of intracranial pressure during microgravity in parabolic flights // *J. Appl. Physiol.* 2018. V.125. №2. P. 353-361.
4. Büki B., Giraudet F., Avan P. Non-invasive measurements of intralabyrinthine pressure changes by electrocochleography and otoacoustic emissions // *Hear Res.* 2009. V. 251. №2. P. 51-59.
5. Beattie R.C., Kenworthy O.T., Luna C.A. Immediate and short-term reliability of distortion-product otoacoustic emissions // *Int. J. Audiol.* 2003. V.42. №6. P. 348-354.
6. Voss S.E., Horton N.J., Tabucchi T.H., Folowosele F.O., Shera C.A. Posture-induced changes in distortion-product otoacoustic emissions and the potential for noninvasive monitoring of changes in intracranial pressure // *Neurocrit. Care.* 2006. V.4. №3. P. 251-157.
7. Frank A.M., Alexiou C., Hulin P., Janssen T., Arnold W., Trappe A.E. Non-invasive measurement of intracranial pressure changes by otoacoustic emissions (OAEs) - a report of preliminary data // *Zentralbl Neurochir.* 2000. V.61. №4. P. 177-180.
8. Kemp D. T. Stimulated acoustic emissions from within the human auditory system // *The Journal of the Acoustical Society of America.* 1978. V. 64, №5. P.1386-1391; Wilson J. P. Evidence for a Cochlear Origin for Acoustic Re-Emissions, Threshold Fine-Structure and Tonal Tinnitus // *Hear Res.* 1980. V.2. №3. P:233-252.
9. Büki B., Chomicki A., Dordain M., Lemaire J.J., Wit H.P., Chazal J., Avan P. Middle-ear influence on otoacoustic emissions. II: contributions of posture and intracranial pressure // *Hear Res.* 2000. V.140. P. 202-211;
10. Lawley J.S., Petersen L.G., Howden E.J., Sarma S., Cornwell W.K., Zhang R., Whitworth L.A., Williams M.A., Levine B.D. Effect of Gravity and Microgravity on Intracranial Pressure // *J. Physiol.* 2017. V. 595. №6. P. 2115-2127.

Осипова П.Д.

младший научный сотрудник,
ГНЦ РФ-ИМБП РАН

Домашин А.И.

старший научный сотрудник,
ГНЦ РФ-ИМБП РАН

Карпов Д.С.

кандидат биологических наук,
старший научный сотрудник,
Институт молекулярной биологии
им. В.А. Энгельгардта РАН

Котлов М.И.

Институт молекулярной биологии
им. В.А. Энгельгардта РАН

Поддубко С.В.

кандидат биологических наук, ведущий научный сотрудник,
ГНЦ РФ-ИМБП РАН

Новикова Н.Д.

доктор биологических наук, зав. лабораторией,
ГНЦ РФ-ИМПБ РАН

**УСТОЙЧИВОСТЬ ШТАММОВ ВИДА BACILLUS SP.,
ВЫДЕЛЕННЫХ ИЗ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ МЕЖДУНАРОДНОЙ
КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ, К ДЕЙСТВИЮ ДНК-
ПОВРЕЖДАЮЩИХ ФАКТОРОВ
RESISTANCE OF BACILLUS SP. STRAINS ISOLATED FROM
HABITAT OF THE ISS TO EFFECTS OF DNA DAMAGING
FACTORS IN OUTER SPACE**

Аннотация: Работа направлена на выявление и анализ молекулярных механизмов, используемых клетками бактерий для преодоления и адаптации к воздействию факторов космоса. Впервые был проведен комплексный анализ состояния модели «микроорганизм – ДНК-повреждающий фактор», чтобы определить границы адаптации и внутрипопуляционной изменчивости микроорганизмов в условиях искусственной среды обитания и при экстремальных воздействиях космического пространства. Доказательства вовлеченности выявленных молекулярных механизмов в устойчивость к факторам космоса будут получены с использованием современной технологии

редактирования генома и эпигенома, основанной на системе CRISPR/Cas9. Созданная экспериментальная модель «микроорганизм – ДНК-повреждающий фактор», позволит оценивать воздействие факторов космоса на наследственный материал микроорганизмов. Полученные данные позволят приблизиться к созданию новых биоиндикаторных систем, необходимых для прогностической оценки экологических рисков не только в отношении среды действующих космических объектов, но и применительно к земной биосфере.

Ключевые слова: CRISPR/Cas, *Bacillus subtilis*, *Bacillus licheniformis*, репарация ДНК, космическое пространство, МКС, адаптация.

Abstract: The work is directed aims at identifying and analyzing the molecular mechanisms used by bacterial cells to overcome and adapt effects of space factors. For the first time, a comprehensive analysis of the state of the «microorganism – DNA-damaging factor» model was carried out to determine the boundaries of adaptation and intrapopulation variability of microorganisms in an artificial environment and under extreme effects of outer space. Evidence of the involvement of the identified molecular mechanisms in resistance to cosmic factors was obtained using modern genome and epigenome editing technology based on the CRISPR / Cas9 system. The created experimental model «microorganism is a DNA-damaging factor» will make it possible to evaluate the effect of space factors on the hereditary material of microorganisms. The data obtained will allow us to approach the creation of new bio-indicator systems necessary for the prognostic assessment of environmental risks, not only in relation to the environment of existing space objects, but also in relation to the terrestrial biosphere.

Keywords: Physiological and molecular biological mechanisms adaptation of the microbiological community of the International space station to effects of DNA damaging factors in outer space.

В условиях пилотируемого космического полета постоянным спутником человека являются бактерии и микроскопические грибы. Многие факторы, присущие искусственной среде обитания (параметры температуры и влажности воздуха, уровень ионизирующего и электромагнитного излучений, циклическая активность Солнца и др.), могут оказать существенное влияние на микроорганизмы [1]. В этих условиях, как свидетельствует опыт эксплуатации длительно действующих космических объектов и прежде всего Международной космической станции (МКС), в результате отбора и адаптации (проявлений изменчивости) отдельные виды бактерий и грибов могут

заселять элементы среды, формировать резервуары накопления и репродукции потенциально-патогенных микроорганизмов, вызывать биологические повреждения конструкционных материалов, нарушения в работе различного оборудования. [2,3].

При действии экстремальных факторов космического полета создаются необходимые предпосылки для реализации внутриклеточных механизмов адаптации, сопровождающиеся изменением синтеза некоторых белков и ферментов [4], и отбора наиболее устойчивых и агрессивных штаммов, способных не только выживать на конструкционных материалах, но и использовать их в качестве источников питания [5], а также вызывать заболевания космонавтов, чья иммунная система в условиях космического полета подавляется [6].

С другой стороны, рассматривая перспективу полетов на другие планеты и создания на планетах обитаемых комплексов, необходимо остановиться на вопросах адаптации и изменчивости микроорганизмов при действии на них экстремальных факторов не только пилотируемого космического полета, но и космического пространства. Так согласно результатам экзобиологических экспериментов, проведенных в последние годы на внешней стороне МКС, некоторые представители мира микробов не теряют жизнеспособности и в этих экстремальных условиях [7, 8, 9].

Таким образом, очевидна актуальность исследований физиологических и молекулярно-биологических механизмов адаптации и изменчивости микроорганизмов, наиболее устойчивых к экстремальным воздействиям, выделенных из среды обитания МКС и экспонированных впоследствии в космическом пространстве, к ДНК-повреждающим факторам открытого космоса, таким как, солнечное УФ излучение, температурный фактор, гипوماгнитное поле и т.д.

Однако на сегодняшний день накоплено мало данных о молекулярно-биологических механизмах, участвующих в выживании и адаптации микроорганизмов к действию факторов космического пространства.

Материал и методы

Штамм *Bacillus* В-10956 получен из Всероссийской коллекции промышленных микроорганизмов. Штамм *B. licheniformis* 24 выделен из внутренней среды МКС. Использовали метод Масс-спектрометрии с матричноактивированной лазерной десорбцией и ионизацией (масс-спектрометрия MALDI-TOF («Bruker Daltonics» Германия)). Экстракцию белков и пептидов проводили, как описано Sauer, с незначительными модификациями. Выделение геномной ДНК.

Секвенирование рибосомной ДНК (рДНК). ДНК выделяли из клеток, выращенных до стационарной фазы, и использовали в качестве матрицы для амплификации внутреннего транскрибируемого спейсера 16S–23S рибосомных генов. Проводили определение кинетики роста бактерий в среде LB, продукции сероводорода, выделение суммарной РНК, определение уровня экспрессии генов.

Результаты и обсуждение

Результатом работ является получение исходных данных о молекулярно-биологических механизмах адаптации и некоторой изменчивости штаммов микроорганизмов, наиболее устойчивых к экстремальным воздействиям, выделенных из среды обитания МКС и экспонированных впоследствии в космическом пространстве, к ДНК-повреждающим факторам открытого космоса. В процессе работы была сформирована коллекция штаммов микроорганизмов для изучения физиологических и молекулярно-биологических механизмов адаптации и изменчивости до и после воздействия ДНК повреждающих факторов космического пространства, создана экспериментальная модель «микроорганизм -ДНК- повреждающий фактор» определен уровень экспрессии генов изучаемых штаммов микроорганизмов, вовлеченных в различные пути репарации ДНК, для подтверждения вклада идентифицированных генов в гиперустойчивость штаммов спорообразующих бактерий к стрессовым условиям создана и применена система CRISPR/dCas9.

Литература

1. Novikova N., Patrick de Boever, Poddubko S., Deshevaya E., Polikarpov N., Rakova N., Ilse Coninx, Max Mergeay, Survey of environmental biocontamination on board the International Space Station//Research in microbiology. 2006. № 1. pp. 5-12.
2. Новикова Н.Д., Пирсон Д.Л., Поддубко С.В., Дешева Е.А., Отт С.М., Кастро В.А., Брюс Р.Дж. Микробиологическая характеристика среды обитания. Космическая биология и медицина // М. Наука. 2009. Т. 5. С. 400-425.
3. Поддубко С.В., Дешева Е.А., Зарубина К.В., Полянская А.В., Новикова Н.Д., Результаты микробиологических исследований среды обитания в Международной космической станции//Пилотируемые полеты в космосе. 2015. С. 169-171.
4. Gerda Hornek, David M. Klaus, Rocco L. Mancinelli, Space microbiology// Microbiology and molecular biology reviews. 2010. V. 74(1). С. 121-156/

5. Кураков А.В., Новикова Н.Д., Озерская С.М., Дешевая Е.А., Геворкян С.А., Гогинян В.Б., Условно-патогенные и токсигенные микроскопические грибы среди деструкторов синтетических полимерных материалов// *Авиакосмическая и экологическая медицина*. 2007. Т. 41. № 5. С. 49-56.
6. Рыбакова М.П., Иммунная система у Российских космонавтов после орбитальных полетов// *Физиология человека*. 2013. Т. 39. № 5. С. 126.
7. Novikova N., Gusev O., Polikarpov N., Deshevaya E., Levinskikh M., Alekseev V., Okuda T., Sugimoto M., Sychev V., Grigoriev A., Survival of dormant organisms after long-term exposure to the space environment. // *Acta Astronautica*. 2011. № 68. pp. 1574-1580.
8. Novikova N., Deshevaya E., Levinskikh M., Polikarpov N., Poddubko S., Gusev O., Sychev V., Study of effects of the outer space environment on dormant forms of microorganisms, fungi and plants in the «Expose-R» experiment// *International Journal of Astrobiology*. 2015. № 14(1). pp. 137-142.
9. Novikova N., Poddubko S., Deshevaya E., Sychev V., Survival of bacterial and fungalin the expose-r2 experiment. *Environment science// International Journal of Bioassays*. 2018. № 4. pp. 5616-5622.

Секция 5. «АВИАЦИЯ И ВОЗДУХОПЛАВАНИЕ»

УДК 629.7
eLIBRARY.RU:

Каркашадзе В.Г.
директор филиала
ГМИК им. К.Э. Циолковского в г. Москве –
«Научно-мемориальный
музей профессора Н.Е. Жуковского»

СОКРОВИЩНИЦА ИСТОРИИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ АВИАЦИИ THE TREASURE TROVE OF THE HISTORY OF RUSSIAN AVIATION

Аннотация: Посвящена Научно-мемориальному музею профессора Н.Е. Жуковского, вошедшего в этом году в качестве филиала в состав ФГБУК «ГМИК имени К.Э. Циолковского» и отмечающего в следующем году 65-летие со дня открытия.

Ключевые слова: научно-мемориальный музей Н.Е. Жуковского; история авиации.

Abstract: Dedicated to the Scientific Memorial Museum of Professor N. E. Zhukovsky, which this year became a branch of the State Museum of Fine Arts named after K. E. Tsiolkovsky and next year celebrating the 65th anniversary of the opening.

Keywords: scientific-memorial Museum of N.E. Zhukovsky, the history of aviation.

С именем Н.Е. Жуковского, выдающегося ученого и инженера, создателя основ теоретической и экспериментальной аэродинамики, связаны крупнейшие достижения русской науки.

Более 65 лет в структуре ЦАГИ функционировал научно-мемориальный музей «отца русской авиации». В целях реализации комплекса мероприятий по его сохранению и развитию, в 2020 г. музей стал филиалом ГМИК имени К.Э. Циолковского.

Музей расположен в Москве на ул. Радио в двухэтажном каменном особняке конца 18 века, имеющем интересную историю. С 1915 года в нем находились общежитие для летчиков и учебные помещения теоретических курсов авиации при Московском императорском техническом училище, которыми руководил Н.Е. Жуковский.

Знаменитая Военно-инженерная академия имени Жуковского – преемница этих курсов.

Интересно отметить тот факт, что здание, в котором сейчас расположен музей, являлось первым, которое по просьбе Жуковского было в 1918 году передано правительством только что образованному ЦАГИ.

В этом здании Н.Е. Жуковский подарил своим ученикам знания и силу, а России – десятки выдающихся умов и возможность парить над облаками. Известные ныне всему миру ученые и конструкторы академики Чаплыгин, Туполев, Стечкин, Юрьев и многие другие деятели отечественной науки, создатели передовой авиационной техники работали здесь, в московском особняке на улице Радио.

Поэтому неудивительно, что позднее, в 1947 году к 100-летию со дня рождения Жуковского Постановлением Совета Министров СССР именно в этом здании был создан музей.

Создание музея в сложное послевоенное время требовало от организаторов не только огромного труда, но и большого энтузиазма, преданности начатому делу, любви к Н.Е. Жуковскому и авиации.

В первый Совет музея входили ученики Жуковского: Туполев, Архангельский, Ветчинкин, Мусинянц, Ушаков, Сабинин, главные конструкторы Ильюшин, Микоян, Сухой, Яковлев, Климов, крупнейшие учёные Христианович и Келдыш.

В настоящее время это единственный в стране музей, сохраняющий научное наследие великого ученого и, по сути, настоящий центр истории отечественной авиационной науки.

В экспозиции музея, размещенной в шести залах, отражена научная биография Жуковского, создание им научно-экспериментальной базы аэродинамики в России, создание ЦАГИ, рекордные перелеты 30-х годов, Отечественная авиация в довоенное и военное время, авиационная наука и техника в эпоху создания реактивной авиации и ракетно-космической техники.

В музейное собрание входят коллекции моделей самолетов, автожиров, вертолетов, планеров, первых советских ракет, макеты первого искусственного спутника Земли, спускаемого аппарата космического корабля «Восток», модели авиационных и ракетных двигателей, аэродинамических труб ЦАГИ. Значительную часть музейного собрания составляют подлинные рукописи, биографические материалы Жуковского, его личная библиотека, мемориальные предметы и мебель.

Настоящие «жемчужины» экспозиции экспонаты, признанные памятниками истории техники и которые можно увидеть только здесь:

подлинный планер О. Лилиенталя, приобретенный Жуковским в 1895г. во время поездки в Германию; модель самолета «Илья Муромец» конструктора И.И. Сикорского, изготовленная в 1915 г. на Русско-Балтийском заводе; плоская аэродинамическая труба, построенная еще в 1909 г. в Императорском техническом училище под руководством А.Н. Туполева; солнечный указатель курса с самолета АНТ-25 экипажа М.М. Громова.

Кроме того, в музее можно познакомиться с предметами из фондов ученых и авиаконструкторов, увидеть художественные произведения, выполненные известными скульпторами и живописцами, а также руками авиаторов.

В докладе кратко отражена научная деятельность Н.Е. Жуковского, текущее состояние музея и его вклад в дело популяризации достижений отечественной авиации и сохранения ее истории.

Литература

1. М. Арлазоров. Улица Радио, 17. – М., 1963.
2. Архив научно-мемориального музея профессора Н.Е.Жуковского, инв.148, 1999.

УДК 551.:629.130
eLIBRARY.RU: 73.37.41

Болелов Э.А.

кандидат технических наук, доцент,
заведующий кафедрой ТЭРЭО ВТ
МГТУ ГА,
г. Москва

**ПРОБЛЕМЫ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ПОЛЕТОВ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ НА АЭРОДРОМАХ
МЕСТНЫХ ВОЗДУШНЫХ ЛИНИЙ, ВРЕМЕННЫХ
АЭРОДРОМАХ И АЭРОДРОМНЫХ ПЛОЩАДКАХ
PROBLEMS OF METEOROLOGICAL SUPPORT OF CIVIL
AVIATION FLIGHTS AT LOCAL AIR LINES AIRFIELDS,
TEMPORARY AIRFIELDS AND AIRFIELD SITES**

Аннотация: Качество метеообеспечения полетов во многом определяет безопасность и регулярность полетов гражданской авиации. Анализ существующей системы метеорологического обеспечения полетов позволил выявить ряд проблем, лежащих в

нормативно-правовой, организационной и технической сфере. Данная работа посвящена анализу этих проблем и разработке путей их решения.

Ключевые слова: метеообеспечение полетов, оправдываемость метеопрогнозов, безопасность полетов, регулярность полетов, метеосводка, аэродромная площадка, местные воздушные линии.

Abstract: The quality of meteorological support for flights largely determines the safety and regularity of civil aviation flights. An analysis of the existing meteorological flight support system has revealed a number of problems in the regulatory, organizational and technical sphere. This work is devoted to the analysis of these problems and the development of ways to solve them.

Keywords: the meteorological support of flights, the predictability of weather forecasts, flight safety, regularity of flights, weather reports, aerodrome area, local air lines.

Воздушный транспорт является одной из приоритетных отраслей экономики в России. Для ряда районов России, в первую очередь Крайний Север, Арктика, отдаленные районы Сибири и Дальнего Востока, воздушный транспорт является практически единственным средством доставки грузов и пассажиров, обеспечивает их внешнеэкономические связи. Так на территории арктической зоны России в настоящее время имеются 73 аэродрома и 226 посадочных площадок для самолетов и вертолетов, при этом 80% пассажиров перевозится авиацией местных воздушных линий и 20 % региональной авиацией [1,2]. Эти перевозки являются социально значимыми. Полеты воздушных судов малой и региональной авиации связаны с повышенным риском, причиной которых в первую очередь являются сложные метеоусловия этих регионов, частные и внезапно возникающие опасные для полетов метеоявления [3].

Сложные метеоусловия являются основными или сопутствующими причинами авиационных происшествий. Кроме этого, недостатки в метеообеспечении полетов (некачественные метеопрогнозы) являются причинами авиационных происшествий (до 10%) и нарушений регулярности полетов (до 9%) [1]. На рис. 1 приведены данные о количестве посадок воздушных судов на запасных аэродромах по причине не оправдавшихся прогнозов для аэродромов назначения.

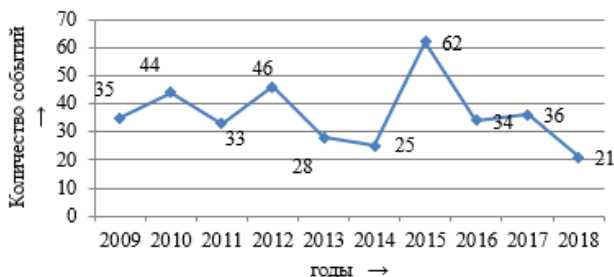


Рис.1. Сведения о количестве посадок воздушных судов не на аэродромах назначения и причине неоправдавшихся метеопрогнозов

Всесторонний анализ системы метеообеспечения полетов позволил выявить ряд серьезных проблем в нормативно-правой, организационной и технической сферах метеообеспечения полетов [1].

В нормативно-правовой сфере основной проблемой является возможность командира воздушного судна (в соответствии с ФАП-128) по своему усмотрению определять источники получения метеорологической информации, которые он посчитает достоверными, при этом в руководящих документах не указываются критериев этой «достоверности».

Основной проблемой организации системы метеообеспечения является то, что синоптик аэродромной метеослужбы зачастую дает худший прогноз (перестраховочный), чем ожидается на самом деле, т.е. перекладывает ответственность на командира воздушного судна. Причина этого кроется в том, что синоптик несет персональную уголовную ответственность за разрабатываемый метеопрогноз. Проблема перестраховочных прогнозов является типичной для отечественной системы метеообеспечения полетов и существенно снижает показатели регулярности полетов.

В технической сфере проблемы метеообеспечения полетов обусловлены:

- недостаточной технической оснащённостью аэродромных метеослужб современными средствами метеонаблюдений. Это особенно характерно для аэродромов местных воздушных линий и временных аэродромов;

- использованием устаревших технологий предоставления метеоинформации потребителям, что позволяет получать ее своевременно;

- сокращением количества аэродромных метеослужб или упразднением их синоптической части;

– сокращением и моральным старением оборудования наблюдательной сети Росгидромета;

– практическим отсутствием разветвленной сети современных метеорологических радиолокационных станций.

– устареванием и сокращением сети наземных метеорологических

По официальным данным Росгидромета количество аэродромных метеослужб с 2010 по 2018 год сократилось на двадцать семь, при этом ежегодно в аэродромных метеослужбах упраздняются синоптические части.

Все это не может не вызывать тревоги, так как количество обслуживаемых самолетовылетов растет из года в год, и сложившаяся ситуация не может не оказывать влияние на качество метеообеспечения полетов и, в частности, на оправдываемость метеопрогнозов.

Литература

1. Болелов Э.А. Метеорологическое обеспечение полетов гражданской авиации: проблемы и пути их решения. // Научный вестник МГТУ ГА, том 21, №5, 2018. С.117-129.
2. Кораблев Ю.Н. Оперативное информирование экипажей воздушных судов об опасных метеоявлениях в районах арктических посадочных площадок. // Научный вестник МГТУ ГА, том 21, №5, 2018. С.137-149.
3. Богаткин О.Г. Основы авиационной метеорологии. Учебник.-СПб.: Изд. РГГМУ, 2009. – 339 с.

УДК 629.7.05

eLIBRARY.RU: 73.37.41

Болелов Э.А.

кандидат технических наук, доцент,
заведующий кафедрой ТЭРЭО ВТ
МГТУ ГА, г. Москва

Воскресенский Н.Ю.

аспирант кафедры ТЭРЭО ВТ
МГТУ ГА,
г. Москва

**МОДЕЛЬ БОРТОВОГО НАВИГАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА
ВОЗДУШНОГО СУДНА, КАК ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ
ЕГО ТЕХНИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ
MODEL OF AN AIRCRAFT'S ONBOARD NAVIGATION
SYSTEM AS AN OBJECT FOR MANAGING
ITS TECHNICAL CONDITION**

Аннотация: Сформулирована актуальность задачи управления техническим состоянием бортового навигационного комплекса современного воздушного судна в воздухе. Приведена общая структура модели бортового навигационного комплекса, как объекта управления техническим состоянием и показана возможность решения задачи управления техническим состоянием на различных уровнях.

Ключевые слова: техническое состояние, бортовой навигационный комплекс, функциональная избыточность, структурная избыточность, информационная избыточность.

Abstract: The relevance of the problem of managing the technical condition of the onboard navigation system of a modern aircraft in the air is formulated. The General structure of the model of the onboard navigation system as an object of technical condition management is given and the possibility of solving the problem of technical condition management at various levels is shown.

Keywords: technical condition, onboard navigation system, functional redundancy, structural redundancy, information redundancy.

Совершенствование и развитие радиоэлектронных систем привело к коренным изменениям в облике бортовых навигационных комплексов воздушных судов гражданской авиации. Новые технические принципы построения бортовых систем, их интеграция и многофункциональность, появление новых важных взаимосвязей между системами бортового оборудования современного воздушного судна характеризуют значительные качественные и количественные изменения, которые привели к появлению единого бортового навигационного комплекса (БНК) [1]. У современных воздушных судов БНК представляет собой сложную техническую систему и обладает сложной многоуровневой структурой, централизацией обработки информации, структурной, функциональной и информационной избыточностью. Кроме того, для БНК характерно использование информационных систем, в основу функционирования которых положены различные физические принципы [1,2].

Вместе с тем, БНК по-прежнему остается наименее надежной частью бортового оборудования воздушного судна. Число отказов БНК от общего числа отказов бортового оборудования воздушного судна достигает 85%.

Возможность успешного решения навигационных задач объясняется многорежимностью БНК, возможностью его использования при различных структурных построениях (конфигурациях). Фактически это означает, что бортовая вычислительная система (или экипаж), в зависимости от технического состояния комплекса выбирает режим функционирования, метод решения навигационной задачи и состав элементов комплекса (бортовые комплексные системы (БКС), бортовые системы (БС), бортовые устройства (БУ) и т.д.), обеспечивающих данный режим таким образом, чтобы вероятность выполнения конкретной навигационной задачи была наибольшей.

Анализ принципов построения современных БНК позволяет характеризовать последние как отдельный класс сложных технических систем [2,3]. Основное свойство сложной системы состоит в том, что ее техническое состояние (ТС) определяется не только состоянием составных частей системы, но и техническим состоянием взаимных связей между ними. Отдельные взаимосвязи между элементами БНК возникают только в воздухе, причем параметры этих связей могут быть случайными как по значимости, так и по времени, т.е. при подготовке воздушного судна к вылету в принципе нельзя проверить все многообразие связей между составными частями БНК, возникающих в полете. Наличие таких взаимосвязей приводит к тому, что работоспособный на земле БНК не функционирует в воздухе (явный отказ), либо БНК в воздухе работоспособен, а на земле фиксируется отказ.

Задача управления ТС БНК в воздухе требует разработки модели БНК, как объекта управления ТС. Разработка модели БНК как объекта управления ТС должна осуществляться на основе анализа решаемых БНК навигационных задач, режимов функционирования комплекса и методов решения задачи в рамках каждого из режимов. Анализ модели БНК позволит определить множество возможных управлений ТС БНК в воздухе.

На рис.1 приведена общая структура модели БНК, как объекта управления ТС в воздухе.

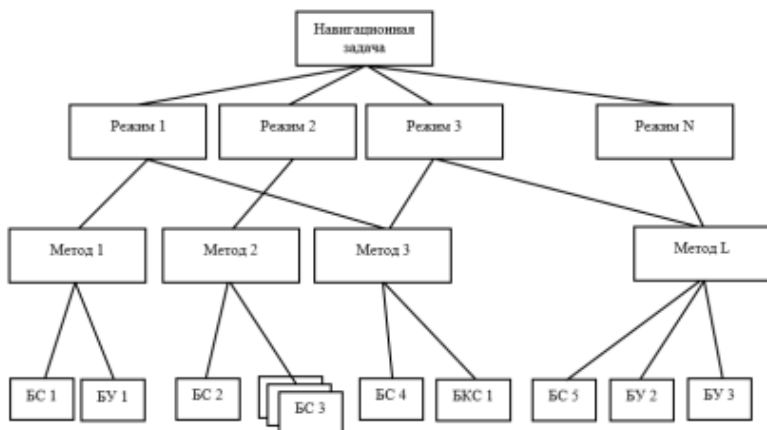


Рис.1. Модель БНК, как объекта управления техническим состоянием

Управление ТС БНК может осуществляться как на уровне режимов функционирования БНК, так и на более низком уровне - на уровне методов решения задачи без изменения выбранного режима. Однако управление ТС путем изменения режима функционирования БНК или способа решения задачи, как правило, приводит к ухудшению качества решения задачи. Поэтому необходимо обеспечить работоспособность выбранного режима функционирования комплекса и способа решения задачи. Такая возможность существует и связана, во-первых, с тем, что элемент БНК может быть резервирован или иметь сложную структуру (т.е. обладать всеми видами избыточности), во-вторых с возможностью управления техническими параметрами элемента (БУ, БК, БКС), которые характеризуют его работоспособность.

Следовательно, управление ТС БНК в воздухе в рамках решения конкретной навигационной задачи может быть условно разбита на три подзадачи в зависимости от уровней управления:

- 1) управление ТС БНК путем управления техническими параметрами элемента комплекса, которые характеризуют его работоспособность или путем замены отказавшего элемента на работоспособный (при наличии структурной избыточности);
- 2) управление методами решения задачи в рамках выбранного режима функционирования;
- 3) управление режимами функционирования БНК.

Таким образом, модель БНК применительно к конкретному типу воздушного судна позволит определить множество управлений ТС и

уровни управления, а решение задачи синтеза алгоритмов управления ТС БНК в воздухе может быть сведено к синтезу алгоритмов управления для каждого из рассматриваемых уровней управления.

Литература

1. Болелов Э.А., Сбитнев А.В., Шалупин С.В., Ципилев А.С., Цыкарев А.В. Управление техническим состоянием бортового пилотажно-навигационного комплекса в полете в условиях роста интенсивности воздушного движения. // Проблемы безопасности российского общества, №3, 2015. С.44-51.
2. Болелов Э.А. Радионавигационные системы воздушного транспорта. Учебник. / Э.А. Болелов, О.И. Завалишин, А.И. Козлов, А.Т. Кудинов, В.П. Логачев, С.Б. Стукалов. – М.: ИД Академии Жуковского, 2018. - 260 с.
3. Воробьев Л.М. Воздушная навигация. – М.: Машиностроение, 1984. – 256 с.

УДК 629.7.025

eLIBRARY.RU: 89.27.21

Дементьев Ю.И.

заведующий кафедрой высшей математики,
кандидат физико-математических наук,
МГТУ ГА, г. Москва

Богданова С.Б.

доцент, кандидат физико-математических наук,
МАИ, г. Москва

ПРИМЕНЕНИЕ ФУНКЦИИ ЖУКОВСКОГО В ТЕОРИИ ПОЛЁТОВ APPLICATION OF THE ZHUKOVSKY FUNCTION IN THE THEORY OF FLIGHT

Функция Жуковского названа в честь Николая Егоровича Жуковского (1847–1921), создателя аэродинамики. Функция Жуковского определяется как преобразование комплексной плоскости

$$f : C \setminus \{0\} \rightarrow C, f(z) = \frac{1}{2} \left(\zeta + \frac{1}{\zeta} \right) \quad (1)$$

и применяется в аэродинамике как для анализа профиля крыла, так и для вычисления его подъёмной силы. Функция Жуковского (1)

отображает внешность окружности с центром $(x_0; y_0) = \alpha$ и радиусом r на внешность кривой, называемой профилем Жуковского-Чаплыгина, подобную профилю крыла самолёта в разрезе. Построения, проведённые с помощью математического пакета Maple, позволяют моделировать профиль крыла: изменением радиуса и положением окружности относительно начала координат меняются толщина крыла, положение и величина изгиба профиля (рис. 1 – 2):

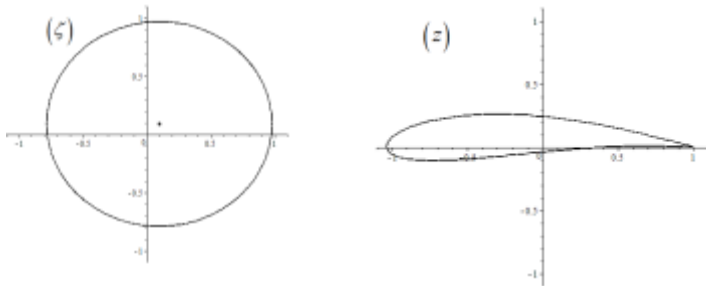


Рис.1. Построение вогнуто-выпуклого профиля. Радиус окружности $r = 0,88$, центр окружности $(x_0; y_0) = (0,1; 0,09)$.

С помощью функции Жуковского может быть получено выражение для комплексного потенциала потока, обтекающего тело произвольной формы и имеющего скорость $U + iV$ и циркуляцию Γ на бесконечности [1 – 2]:

$$f(z) = \frac{\Gamma}{2\pi i} \operatorname{Ln} F(z) + \frac{U - iV}{F'(\infty)} F(z) + \frac{U + iV}{F'(\infty) F(z)} + c, \quad (2)$$

где c – несущественная константа, а $F(z)$ – функция, конформно отображающая внешность замкнутой кривой L на внешность единичного круга. В случае, когда L представляет собой профиль Жуковского, эта функция задаётся выражением:

$$F(z) = \frac{1}{\rho} \left(-\alpha + z + \sqrt{z^2 - 1} \right), \quad (3)$$

где r и α – радиус и центр окружности, которую функция Жуковского отображает на профиль крыла. Подстановка функции (3) в формулу (2) решает задачу о комплексном потенциале обтекания крыла самолета.

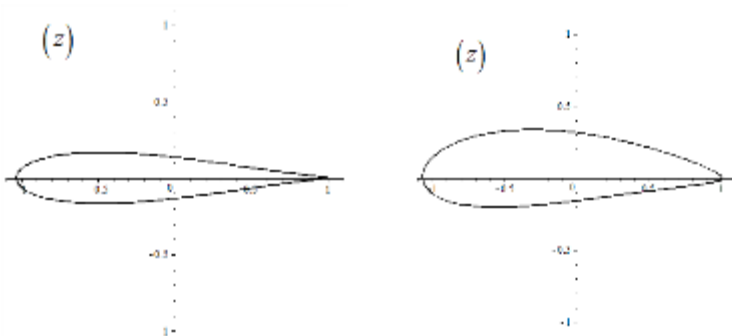


Рис.2. Построение симметричного профиля при $r = 0,88$,
 $(x_0; y_0) = (0,1;0)$ (слева) и двояковыпуклого профиля при $r = 0,8$,
 $(x_0; y_0) = (0,1;0,06)$ (справа).

Комплексный потенциал потока полностью определяет подъёмную силу $\mathbf{F}(X, Y)$ крыла самолета. В проекциях на оси x и y она выражается формулой Чаплыгина [1 – 2]

$$X - iY = \frac{id}{2} \oint_C [f'(z)]^2 dz, \quad (4)$$

где d – плотность газа. Отсюда следует знаменитая теорема Жуковского о подъёмной силе крыла самолета: подъёмная сила крыла ортогональна к скорости потока в бесконечно удалённой точке и её величина равна произведению этой скорости на циркуляцию скорости и на плотность газа:

$$X + iY = -i(U + iV)\Gamma d, \quad (5)$$

где Γ – циркуляция вектора скорости на бесконечности.

Аналитические функции, в частности, функция Жуковского, позволяют решать важные задачи аэродинамики, лежащие в основе авиастроения.

Литература

1. Свешников А.Г., Тихонов А.Н. Теория функций комплексной переменной. М.: Наука. 1970. 304 с.
2. Маркушевич А.И. Краткий курс теории аналитических функций. М.: Наука. 1966. 388с.

Косушкин К.Г.

начальник сектора

ФГУП «ЦАГИ»,

г. Жуковский, Моск. обл.

Маврицкий В.И.

кандидат технических наук

главный научный сотрудник

ФГУП «ЦАГИ»,

г. Жуковский, Московской обл.

**ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ФОРМИРОВАНИЮ ОБЛИКА
МНОГОВИНТОВОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА
ДЛЯ КРАНОВО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ
RESEARCH ON THE FORMATION OF THE LOOK
MULTI-SCREW AIRCRAFT
FOR CRANE INSTALLATION WORKS**

Аннотация: В работе рассматривается формирование облика многовинтового летательного аппарата вертолетного типа с распределенной гибридной силовой установкой. Рассмотрены варианты летательного аппарата плоской и куполообразной схемы. Исследована возможность управления многовинтовым летательным аппаратом с помощью изменения оборотов электродвигателей. Определены величины поднимаемых грузов при различных режимах работы двигателей.

Ключевые слова: мультикоптер, гибридная силовая установка.

Abstract: The conceptual design of a multi-rotor helicopter-type aircraft with a distributed hybrid power plant was considered in this paper. The options of an aircraft of a flat and domed design were considered. The possibility of control of a multi-rotor aircraft by changing the speed of electric motors was investigated. The values of the lifted loads were determined for various modes of engine operation.

Keywords: multicopter, lift system, distributed power plant, electrical engine.

В последние годы, прежде всего за рубежом, активно разрабатываются проекты летательных аппаратов (ЛА) с электрическими и гибридными силовыми установками. Использование

такого типа силовых установок, помимо снижения экологического воздействия, позволяет надеяться на достижение качественно новых свойств и характеристик ЛА за счёт рациональной интеграции планера и силовой установки. Гибридная силовая установка позволяет реализовать концепцию многовинтового вертолета, или мультикоптера. Увеличение количества несущих винтов обеспечит высокую надежность несущей системы, позволяя продолжить полет в случае отказа или повреждения одного или более электродвигателей. Исследование возможностей многовинтовой платформы вертолетного типа [1] показало, что одной из наиболее рациональных областей применения данной схемы являются вертолеты для краново-монтажных работ.

В работе рассматривается формирование облика многовинтового летательного аппарата (МВЛА) вертолетного типа грузоподъемностью 2,5 т с распределенной гибридной силовой установкой на основе двух ГТД ВК-2500, передающих через электрогенераторы мощность на 14 электродвигателей (ЭД), и резервной аккумуляторной батареей (АКБ), обеспечивающей взлетную мощность в течение 5 мин [2].

Рассмотрены варианты МВЛА плоской и куполообразной схем [3]. Оценка летно-технических характеристик показала, что благодаря несколько меньшей взлетной массе и массе пустого ЛА ($G_{взл}=11716$ кг, $G_{пуст}=6861$ кг у куполообразной схемы; $G_{взл}=12336$ кг, $G_{пуст}=7481$ кг у плоской), куполообразная схема имеет небольшое преимущество по дальности полета (790 км против 740 км при $G_{гр}=2,5$ т).

Исследована возможность управления многовинтовым ЛА с помощью изменения оборотов ЭД. Получено, что на передних винтах требуется уменьшить общий шаг, чтобы увеличить скорость полета и не превышать допустимый коэффициент тяги. В тоже время на задних винтах требуется увеличить общий шаг, чтобы устранить провал по тяге на малых скоростях 50–100 км/ч, возникающий из-за ограничения по окружной скорости $\omega R=240$ м/с, вызванного необходимостью избежать эффектов сжимаемости на конце лопасти, а также значительного роста шума вертолета. В результате, учитывая потребность в разном общем шаге для передних и задних винтов, значительный рост нагрузок на втулку и лопасти винтов с жестким креплением при увеличении скорости свыше 130–150 км/ч, а также существенный вес и инерционность винтов было предложено использовать для управления ЛА изменение общего шага несущих винтов.

С целью оценки эффективности применения МВЛА для краново-монтажных работ были определены величины поднимаемого груза для плоской и куполообразной схем, а также для одновинтового вертолета с рулевым винтом, имеющего те же значения нагрузки на ометаемую винтом площадь, заполнение винта, а также оснащенного силовой установкой из двух ГТД ВК-2500. При одинаковых силовых установках, нагрузках на ометаемую площадь винта или винтов величина поднимаемого груза определяет приведенную производительность вертолета-крана, являющуюся критерием для оценки эффективности его работы [4].

Расчет был выполнен для следующих условий: висение с грузом на $H=2$ км, продолжительность висения с грузом 10 мин, продолжительность полета без груза 10 мин, дополнительный запас топлива на 20 мин висения и АНЗ на 30 мин полета. На режимах взлетной мощности и максимальной продолжительности вертолет-кран одновинтовой схемы в величине полезного груза выигрывает у МВЛА 1,5–2 т, однако на режиме с одним отказавшим двигателем МВЛА выигрывает у вертолета одновинтовой схемы 0,8–1,4 т. Это обусловлено тем, что МВЛА имеет возможность использовать резервную АКБ в течение 5 мин, компенсируя отказ одного ГТД, поэтому из условий безопасности для МВЛА определяющим будет режим отказа одного ЭД и отключения противоположного для компенсации возникающего момента. Куполообразная схема выигрывает у плоской ~600 кг в массе груза на режимах висения за счет меньшего веса пустого ЛА.

Таким образом, МВЛА может быть эффективен при краново-монтажных работах, когда по условиям обеспечения безопасности невозможно произвести аварийный сброс груза в случае отказа одного из двигателей.

Литература

1. Buzuluk V.I., Kosushkin K.G., Mavritsky V.I. Multi-rotor helicopter type platform capacities research // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. 2019. Т. 22. № 6. С. 66–74.
2. Косушкин К.Г., Маврицкий В.И. Исследование концепции многовинтовой платформы с распределенной силовой установкой // В кн. Идеи К.Э. Циолковского в контексте современного развития науки и техники. Материалы 53-х Научных чтений памяти К.Э. Циолковского. 2018. С. 221–222.

3. Анимица М.В., Гвоздев Н.Д., Косушкин К.Г., Маврицкий В.И. Исследование распределенной силовой установки вертолетного типа // В кн. Модели и методы аэродинамики. Материалы Девятнадцатой международной школы-семинара. 2019. С. 14–15.
4. Тищенко М.Н., Некрасов А.В., Радин А.С. Вертолеты. Выбор параметров при проектировании. М., Машиностроение 1976. 368 с.

УДК 621.37
eLIBRARY.RU: 73.37.41

Кудинов А.Т.

кандидат технических наук, доцент,
профессор кафедры ТЭРЭО ВТ
МГТУ ГА, г. Москва

Шикалов В.Н.

аспирант кафедры ТЭРЭО ВТ
МГТУ ГА, г. Москва

**ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ
БОРТОВОГО НАВИГАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ВС
FUNCTIONAL DIAGNOSTICS
ON-BOARD NAVIGATION EQUIPMENT OF THE AIRCRAFT**

Аннотация: Дана классификация методов функционального диагностирования объектов бортового навигационного оборудования. Рассмотрена группа методов, основанная на использовании алгебраических инвариантов. Приведен пример алгоритмов функционального диагностирования.

Ключевые слова: функциональное диагностирование, бортовое навигационное оборудование воздушных судов, методы функционального диагностирования, алгоритмы идентификации и адаптивного оценивания, критерии оптимальности.

Abstract: Classification of methods of functional diagnostics is given objects of onboard navigation equipment. A group of methods based on the use of algebraic invariants is considered. An example of functional diagnostics algorithms is given.

Keywords: functional diagnostics, onboard navigation equipment of aircraft, methods of functional diagnostics, identification and adaptive evaluation algorithms, optimality criteria.

Классификацию методов функционального диагностирования можно представить в виде, представленном на рис. 1 [1].

При функциональном диагностировании (ФД) все или часть входных сигналов (воздействий) $\mathbf{X} = (x_1, x_2, \dots, x_m)$ обладают свойствами неопределённости.

Математическая задача ФД возникает в случае, если $x_i, i = \overline{1, m}$ являются случайными величинами или процессами с неизвестными статистическими характеристиками.

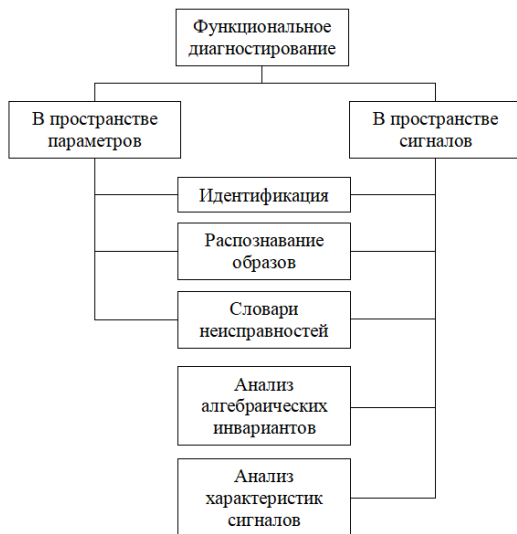


Рис.1. Классификация методов функционального диагностирования

В качестве примера можно рассмотреть алгоритмы ФД применительно к совместной обработке информации от радиотехнического (РТИ) и нерадиотехнического (НРТИ) измерителей в составе пилотажно-навигационного комплекса по схеме компенсации, инвариантной к модели измеряемого процесса (рис. 2) [2].

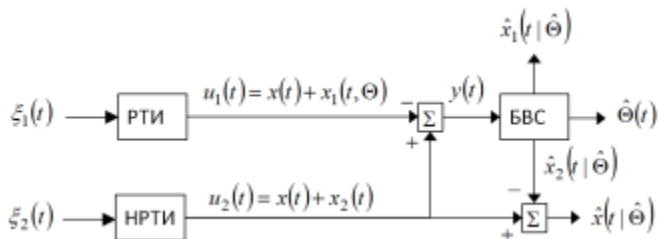


Рис.2. Блок-схема измерителя по схеме компенсации

В разностной форме модель погрешностей измерений имеет вид

$$x_1(k+1) = a_1 x_1(k) + b_1(\Theta) N_1(k),$$

$$x_2(k+1) = a_2 x_2(k) + b_2 N_2(k),$$

где

$$a_1 = \exp(-\alpha_1 T); \tag{1}$$

$$b_1 = [\Theta(1 - \exp(-2\alpha_1 T))]^{\frac{1}{2}};$$

$$a_2 = \exp(-\alpha_2 T);$$

$$b_2 = [D_2(1 - \exp(-2\alpha_2 T))]^{\frac{1}{2}};$$

T - интервал дискретизации;

$N_1(t)$, $N_2(t)$ - стандартные дискретные белые гауссовские шумы;

α_1 и α_2 - известная ширина спектра погрешностей измерителей;

D_2 - известная стационарная дисперсия погрешности НРТИ;

Θ - неизвестная стационарная дисперсия погрешности РТИ, подлежащая идентификации.

Уравнение наблюдения записывается как

$$y(k+1) = -a_1 x_1(k) + a_2 x_2(k) + b_2 N_2(k) - b_1(\Theta) N_1(k).$$

(2)

Оптимальные алгоритмы адаптивного оценивания в данном случае имеют вид:

$$\begin{bmatrix} \hat{x}_1(k+1 | \Theta_i) \\ \hat{x}_2(k+1 | \Theta_i) \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} a_1 \hat{x}_1(k | \Theta_i) \\ a_2 \hat{x}_2(k | \Theta_i) \end{bmatrix} + \frac{1}{G_2 - G_1} \begin{bmatrix} G_1 \\ G_2 \end{bmatrix} \times \\ \times [y(k+1) + a_1 \hat{x}_1(k | \Theta_i) - a_2 \hat{x}_2(k | \Theta_i)].$$

(3)

Литература

1. ИАО боевой подготовки и боевых действий авиации вооружённых сил и эксплуатация авиационных РЭК. Часть 1 /Виноградов В.А., Воскобоев В.Ф. и др. Под ред. Ярлыкова М.С. – М.: ВВИА им. проф. Н.Е.Жуковского, 1996. – 472 с.
2. Ярлыков М.С., Миронов М.А. Марковская теория оценивания случайных процессов. – М.: Радио и связь, 1993. – 464 с.

УДК 629.735.33
eLIBRARY.RU:

Меликова М.Б.

Летно-исследовательский институт
имени М.М. Громова,
г. Жуковский, Московской обл.

ПОНЯТИЕ ОБ «ОШИБКЕ ПИЛОТА» В КАБИНЕ ВЫСОКОАВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЛА THE CONCEPT OF PILOT'S ERROR IN THE HIGHLY- AUTOMATED COCKPIT

Аннотация: Проведено разграничение между ошибочными и неадаптированными действиями летчика. В эргономических факторах безопасности полетов выделена область ошибок, обусловленных автоматизацией. Предложен принцип оценки ответственности летчика за функционирование автоматике.

Ключевые слова: положительный, отрицательный и скрытый человеческий фактор, эргономический фактор ошибок, уровень автоматизации летного труда.

Abstract: There was given a distinction between errors and unadapted actions under unusual conditions. Automation-induced errors as part of DIE problem was stressed. The extent to which the pilot is resaposible for the automation is shown.

Keywords: positive, negative and latent human factors, design-induced error, automation level of flight activity.

В докладе изложен подход к ошибке пилота, основанный на выделении отрицательного, положительного и скрытого аспектов влияния «человеческого фактора» (ЧФ) на безопасность полетов, а также понятия предметной обусловленности действий летчика.

Предметная обусловленность действий раскрывается 1) на уровне системных характеристик объекта управления (функциональных

детерминант летной деятельности), усваиваемых летчиком в виде навыков и умений, при соблюдении которых действие достигает цели; 2) как технические предпосылки неправильных действий (эргономические факторы безопасности полета [1]). Действия летчика, не достигающие цели, могут быть **неправильными** по форме, локализации, несвоевременными и некоординированными с другими действиями. В стандартных условиях оператор совершает **ошибочные действия**, нарушающие известные инструкции, методики и т.д. В нестандартных ситуациях следует говорить не об ошибках как нарушениях, а о **неадаптированных действиях** – отсутствии адаптации деятельности по управлению ЛА к изменившимся условиям (необнаружение нестандартной ситуации, непонимание происходящего, неумение найти новый принцип действий, неумение реализовать найденный принцип, отсутствие средств воздействия на объект).

Технические предпосылки ошибок обнаруживаются на уровне элементов кабины, а также могут быть заложены в автоматизации (automation-induced error) [2].

Выделяются несколько уровней вмешательства автоматики в летный труд: 1) распределение задач управления, 2) директорное управление, 3) системы улучшения устойчивости, 4) моделирование «идеального объекта» с несуществующими в природе свойствами.

Мера ответственности летчика за конечный результат снижается по мере автоматизации управления. Ошибка пилотирования определяется в случае, **если структура ответной реакции ЛА соответствует структуре управляющего воздействия летчика**. Существуют варианты взаимодействия «летчик-автоматика», не отличающиеся таким соответствием: 1. Реакция ЛА, не вызванная действиями летчика, 2. Отсутствие реакции ЛА на действия летчика, 3. Модификация управляющего воздействия летчика автоматикой.

Особая проблема оценки летной деятельности – качество навыков ручного пилотирования. Режим прямого управления (Direct Mode) современных ЛА не эквивалентен пилотированию классического ЛА, в том числе вследствие 1) отсутствия механизмов соблюдения ограничений в стереотипах действий, 2) «мерцания» ограничителя полетных режимов (ОПР), 3) отсутствия координации управляющих действий, 4) снижения эффективности оставшегося ресурса управления при отключении интеграции ресурсов, 5) ухудшения характеристик переходных процессов.

Литература

1. Меликова М.Б. Эргономические факторы безопасности полетов высокоавтоматизированных ЛА /Материалы 53 Научных Чтений памяти К.Э.Циолковского. – Калуга:Эйдос, 2018. – С.231-232.
2. Harris D. Human Performance on the Flight Deck. – CRS Press, 2016. - 384 p.

УДК 519

eLIBRARY.RU: 28.29.01

Сливицкий А.Б.
ФГУП «ГосНИИАС»

К ВОПРОСУ ОБ ИДЕНТИФИКАЦИИ ТРАНСДИСЦИПЛИНАРНОГО ПОДХОДА В СИСТЕМНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ АВИАЦИИ И АВИАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ TO THE QUESTION OF IDENTIFICATION OF TRANSDISCIPLINARY APPROACH IN SYSTEM RESEARCHES OF AIRCRAFT AND AVIATION ACTIVITY

Аннотация: В интересах совершенствования механизмов развития научных знаний по проблематике управления и повышения эффективности решений о развитии авиации и авиационной деятельности проведена идентификация трансдисциплинарного подхода в системных исследованиях авиации и авиационной деятельности.

Ключевые слова: авиация, авиационная деятельность, внешнее проектирование, системные исследования, трансдисциплинарный подход.

Abstract: For the benefit of improvement of mechanisms of development of scientific knowledge of a perspective of management and increase in efficiency of decisions on development of aircraft and aviation activity identification of transdisciplinary approach in system researches of aircraft and aviation activity is carried out.

Keywords: aircraft, aviation activity, external design, system researches, transdisciplinary approach.

В последнее десятилетие активно развиваются представления о новом трансдисциплинарном подходе в развитии научного знания на

этапе постнеклассической научной рациональности [1]. Целью настоящего исследования является идентификация трансдисциплинарного подхода в системных исследованиях авиации и авиационной деятельности (СИ АиАД) [2].

По профессору В.Е. Лепскому [1], «актуальными становятся проблемы, решение которых предполагает выход за пределы отдельных дисциплин и привлечение внешних специалистов, вооруженных принципиально другими типами знаний и специальными социогуманитарными технологиями...». Применительно к СИ АиАД такими исследователями являются системные аналитики, системные интеграторы, проводящие системные исследования и системную интеграцию технологий при формировании функционально-технического облика АТ и проектирования новых образцов АТ.

Трансдисциплинарные СИ АиАД или внешнее проектирование АТ [3] (ТСИ АиАД (ВП АТ)) – являются важнейшим этапом её жизненного цикла. Эти исследования стратифицированы. Они проводятся на нескольких иерархических уровнях: образца АТ, авиационной системы, авиационной промышленности и АД в целом с учётом их взаимозависимости и поликритериальности при широком использовании модельно-методического аппарата операционного математического моделирования ТСИ АиАД (ВП АТ).

Подытоживая можно с определённостью утверждать о соответствии системных исследований авиации и АД пониманию трансдисциплинарного подхода по проф. В.Е. Лепскому.

Литература

1. Лепский В.Е. От монодисциплинарного к трансдисциплинарному подходу в развитии научного знания (проблематика управления). // Рефлексивные процессы и управление. Сборник материалов X Международного симпозиума 15-16 октября 2015 г., Москва / Отв. ред. В.Е. Лепский. – М.: «Когито-Центр», 2015.
2. Сливцкий А.Б. Концептуальные основы стратегического планирования и управления авиационной деятельностью. // Россия: тенденции и перспективы развития. Ежегодник. Вып. 13 / РАН. ИНИОН. Отд. науч. сотрудничества; Отв. ред. В.И. Герасимов. – М., 2017. Ч.1. С.583-591.
3. Желтов С.Ю., Жеребин А.М., Попов В.А. Системный анализ и внешнее проектирование авиационных комплексов – основной исследовательский этап создания авиационной техники. // Полет, №8, 2013. С.65-71.

**СТРУКТУРА МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ
ТРЕНАЖЕРНЫХ СИСТЕМ ОБУЧЕНИЯ АВИАЦИОННОГО
ПЕРСОНАЛА ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ
STRUCTURE OF MATHEMATICAL SUPPORT FOR
TRAINING SIMULATORS FOR CIVIL AVIATION PERSONNEL**

Аннотация: Качество эксплуатации авиационной техники зависит от уровня профессиональной подготовки авиационного персонала. Система подготовки авиационного персонала совершенствуется достаточно медленно и основывается по-прежнему в основном на традиционных методах и средствах обучения. Актуальным является использование специализированных тренажеров в системе подготовки авиационных специалистов. Работа посвящена вопросу структуры математического обеспечения специализированных тренажеров по подготовке авиационного персонала гражданской авиации.

Ключевые слова: компьютерный тренажер, авиационный персонал, качество эксплуатации, оборудование воздушного судна, авиационная техника.

Abstract: The quality of aviation equipment operation depends on the level of professional training of aviation personnel. The system of training aviation personnel is improving rather slowly and is still based mainly on traditional methods and means of training. The use of specialized simulators in the system of training aviation specialists is relevant. The paper is devoted to the structure of mathematical support for specialized simulators for training civil aviation personnel.

Keywords: computer simulator, aviation personnel, quality of operation, aircraft equipment, aviation equipment.

Качество эксплуатации авиационной техники во многом определяет возможности гражданской авиации по перевозке пассажиров и грузов. При этом, качество системы эксплуатации авиационной техники зависит от уровня профессиональной подготовки авиационного персонала, обслуживающего авиационную технику [1]. По причине недостаточной профессиональной подготовки

авиационного персонала происходят до 10% авиационных происшествий. Как показывает практика, причинами этого являются нарушения технологической дисциплины и правил эксплуатации авиационной техники, недостаточные теоретические знания бортовых систем воздушного судна, неграмотные действия (или бездействие) авиационного персонала.

Анализ состояния системы подготовки авиационного персонала показал, что применяемые в ней средства и методы совершенствуются достаточно медленно и мало эффективно. В частности, учебно-материальная база подготовки авиационного персонала нуждается в существенном обновлении, а ее основным элементом, кроме уже существующих плакатов, стендов, макетов различных изделий и компьютерных программ, должен стать авиационный тренажер, адаптированный для подготовки авиационного персонала. Перспективный тренажер для авиационного персонала требует для внедрения перспективных методов и форм обучения, направленных на развитие продуктивного мышления, индивидуализацию процесса обучения и его интенсификацию.

На основании накопленного опыта по применению компьютерных систем обучения в учебных заведениях гражданской авиации, авиационных учебных центрах сегодня сформулирована технология разработки компьютерных тренажеров [2,3]. Из рис. 1 видно, что при его создании учитываются следующие виды обеспечения: методическое, математическое, информационное, программное и техническое.

Особенно важную роль играет математическое обеспечение. Структуру математического обеспечения перспективного тренажера для авиационного персонала целесообразно представить в виде трех взаимосвязанных частей (рис.2).

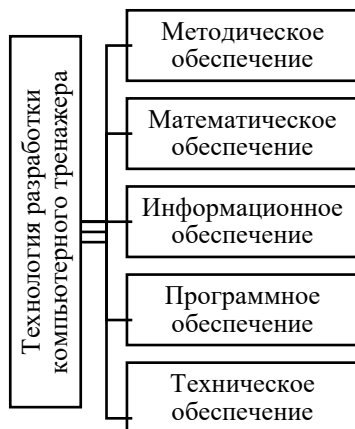


Рис.1. Структура технологии разработки компьютерного тренажера

Первая часть обеспечивает обучение личного состава при работе с исправным оборудованием воздушного судна. Элементами этой части являются вид работ на авиационной технике, набор и последовательность выполняемых операций, набор контролируемых параметров, вид технического состояния бортового оборудования.

Во вторую часть, при работе с неисправным оборудованием, помимо элементов первой части, дополнительно включаются такие элементы, как алфавит отказов бортового оборудования, диагностическая модель, набор диагностических параметров.

Третья часть предполагает принятие решений по управлению техническим состоянием бортового воздушного судна.

При этом необходимо отметить, что при разработке указанных элементов МО, требования, предъявляемые к ним, будут определяться в зависимости от того, какие работы и на каком уровне, а, соответственно, и кем они будут проводиться.

Также в структуру МО должен входить элемент оценки уровня подготовленности авиационного специалиста. Этот элемент в зависимости от этапа будет иметь свои особенности, в частности по характеру вопросов, по характеру запоминаемой информации, но принципы подхода к оценке уровня подготовленности будут одинаковыми.



Рис. 2. Структура математического обеспечения тренажерных систем обучения авиационного персонала гражданской авиации

Литература

1. Щёголев В.Н., Гевак Н.В. К оценке влияния уровня профессиональной подготовленности инженерно-технического состава на показатели эффективности системы технической эксплуатации и ремонта // Научный вестник МГТУ ГА, 2006, № 93.
 2. Вопросы разработки автоматизированных систем обучения. Под ред. профессора В.М. Ветошкина. М.: ВАТУ, 1999.
- Красовский А.А. Основы теории авиационных тренажёров. – М.: Машиностроение, 1995.

УДК 621.396.946:621.396.7
eLIBRARY.RU: 89.15.00

Алешин К.Г.

студент

Колледжа космического машиностроения
и технологий ГБОУ ВО МО
«Технологический университет»

Дубинин В.С.

кандидат технических наук,
старший научный сотрудник, педагог
Колледжа космического машиностроения

**МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ЭНЕРГОУЗЕЛ ДЛЯ
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТАХ
РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ
MULTIFUNCTIONAL POWER UNIT FOR USE ON VARIOUS
TYPES OF AIRCRAFT**

Аннотация: В статье предложен многофункциональный источник питания, вырабатывающий электрическую энергию, газ для питания рулевых машинок и обеспечивающий охлаждение бортовой аппаратуры. Создание такого бортового источника питания исключит применение аккумуляторных батарей и специальных рабочих тел для системы охлаждения. Масса данного энергоузла будет в разы меньше заменяемых им бортовых систем.

Ключевые слова: многофункциональный энергоузел, бортовой источник питания, рулевые машинки, бортовые системы.

Abstract: The article offers a multi-functional power source that generates electrical energy, gas to power steering machines and provides cooling of onboard equipment. Creating such an on-Board power source will eliminate the use of batteries and special working bodies for the cooling system. The mass of this power unit will be several times less than the on-Board systems it replaces.

Keywords: multifunctional power unit, on-Board power source, servos, steering machines, on-Board systems.

В современных ракетах в качестве источника электроэнергии применяются аккумуляторы, при этом для наддува баков применяется отдельная система, также отдельная система применяется для охлаждения радиоэлектронной аппаратуры. Гидравлический привод рулевых машин осуществляется с помощью гидронасоса, приводимого в движение электродвигателем, который потребляет электроэнергию от тех же аккумуляторов, либо применяются пневматические рулевые машинки, которые запитываются от баллона высокого давления с азотом через пневматический редуктор.

В данной работе предлагается заменить все эти системы многофункциональным энергоузлом, в состав которого входит двигатель внутреннего сгорания, приводящий электрогенератор и гидронасос (компрессор при пневматических рулевых машинках). Горючим для этого двигателя является сжиженный газ пропан,

который, перед тем как сгореть, используется для охлаждения радиоэлектронной аппаратуры, электрогенератора и самого двигателя внутреннего сгорания. Такой энергоузел имеет в разы меньшую массу, чем суммарная масса перечисленных выше систем при малом времени работы (десять минут).

Литература

1. Википедия: «Серебряно-цинковый аккумулятор»
<https://ru.wikipedia.org/wiki/> дата обращения: 11.02.2020
2. Сайт предприятия АО «Электроисточник»
<http://elrsar.ru/production/silver/> дата обращения: 15.02.2020
3. Akbinfo/ Информационный сайт об аккумуляторах/
<http://akbinfo.ru/shhelochnye/serebrjano-cinkovye-akkumuljatory.html/>
дата обращения 20.02.2020.

УДК 629.7.036.034
eLIBRARY.RU: 89.25.21

Лебедев С.Ю.
студент МГТУ ГА,
г. Москва

ПРИМЕНЕНИЕ ЭФФЕКТА РАНКА В КОНСТРУКЦИИ КАМЕРЫ СГОРАНИЯ APPLICATION OF RANQUE EFFECT IN CONSTRUCTION OF COMBUSTION CHAMBER

Аннотация: На сегодняшний день, одним из существенных факторов, влияющих на срок эксплуатации авиадвигателей до капитального ремонта, является прочность жаровых труб камер сгорания ТРД. В данном исследовании рассмотрена возможность замены классической жаровой трубы на вихрь холодного воздуха, закрученный под определенным углом.

Ключевые слова: камера сгорания, разрушение камеры сгорания, эффект Ранка.

Abstract: One of the significant factors influencing the life of aircraft engines prior to major repairs is the strength of the heat pipes of the combustion chambers. This study considers the possibility of replacing the classical heat pipe with a vortex of cold air swirling at a certain angle.

Keywords: combustion chamber, destruction of the combustion chamber, Ranke effect.

В современных турбореактивных двигателях (ТРД) зачастую применяют кольцевые или трубчато-кольцевые камеры сгорания, зона горения в которых происходит в жаровых трубах, в стенках которых сделаны отверстия для подмешивания вторичного воздуха в зону горения. В тяжелых условиях эксплуатации, например, в жарком климате, или при взлете с максимальной загрузкой, на внутренние стенки жаровой трубы оказываются достаточно высокие тепловые нагрузки, что приводит к их растрескиванию, а, в последствии, к разрушению. Особенно остро стоит эта проблема в современных ТРД, где существенно увеличена температура горения в камере сгорания, и, как следствие, температура выхлопных газов. Поэтому, к состоянию камеры сгорания, соплового аппарата и рабочих лопаток первой ступени турбины требуется постоянное повышенное внимание.

Одним из очевидных решений является повышение жаропрочности сплавов, из которых изготавливают корпус и жаровые трубы камер сгорания. Этот способ имеет существенный минус – увеличение стоимости сплава, а, следовательно, и самого двигателя. Так же разработка новых сплавов занимает много времени и требует довольно обширных и дорогих научно-исследовательских работ.

В данном исследовании рассматривается возможность замены жесткой конструкции жаровой трубы на аэродинамический аналог - закрученный определенным образом воздушный вихрь, внутри которого, согласно эффекту Ранка, образуется зона пониженного давления, которая и будет удерживать внутри себя горение топливовоздушной смеси.

Для этого на входе в камеру сгорания предлагается разделить воздух на два потока – первая часть (первичный поток) пойдет через завихритель непосредственно на форсунке, который создаст равномерное распыление топлива в зоне горения, а также будет поддерживать устойчивое горение. Вторая часть потока воздуха (вторичный поток), проходя через направляющий аппарат, расположенный вокруг зоны горения, закручивается в противоположном направлении относительно первичного потока. Согласно эффекту Ранка, закрученный вторичный воздух образует вихрь, с зоной разрежения внутри, в котором и будет находиться первичный поток воздуха и зона горения топлива. Толщина слоя вторичного воздуха должна обеспечить охлаждение и защиту внешнего кожуха камеры сгорания от перегрева.

Замена жесткой конструкции жаровой трубы на аэродинамическую конструкцию даст возможность уменьшить гидравлические потери за

счет исключения отверстий в корпусе жаровой трубы и уменьшение веса камеры сгорания за счет исключения самой жаровой трубы. По мере прохождения потоков воздуха по длине камеры сгорания происходит их смешивание, и, при достижении требуемой температуры, поток воздуха будет поступать на лопатки соплового аппарата и рабочие лопатки первой ступени турбины.

Таким образом, данная конструкция камеры сгорания не имеет в себе достаточно уязвимой части камеры сгорания – жаровой трубы, что упрощает ее конструкцию и может повысить эффективность работы камеры сгорания и двигателя в целом. Данная конструкция камеры сгорания требует тщательных расчетных и экспериментальных исследований.

УДК 629.7.036.034
eLIBRARY.RU: 89.25.21

Сухорученко В.В.
студентка МГТУ ГА,
г. Москва

ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ ТЯГИ ДВИГАТЕЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭФФЕКТА ШАУБЕРГЕРА PROSPECTS FOR INCREASING ENGINE THRUST USING THE SCHAUBERGER EFFECT

Аннотация: В данной работе рассматривается возможность применения вихревого эффекта Шаубергера в совокупности с эффектом Ранке.

Ключевые слова: Вихревой эффект, тяга двигателя, скорость потока.

Abstract: This paper considers the possibility of using the vortex effect of Shauberger in conjunction with the Ranke effect.

Keywords: Vortex effect, engine thrust, flow speed.

Под тягой двигателя P принимают тягу без учета внешних сопротивлений входных и выходных устройств и других элементов силовой установки. Тяга реактивного двигателя определяется по формуле Стечкина:

$$P = G_{Tc} - G_{V} + (P_c - P_n)F_c$$

Исходя из этой формулы, при прочих равных условиях, для увеличения тяги двигателя следует увеличивать скорость истечения

газовой струи на срезе сопла. Для этого предлагается осуществить закрутку потоков внутреннего и внешнего контура на определенный угол, до момента входа в камеру смешения. Расчетные исследования показывают, что, применяя закрутку для смешения потоков в двухконтурном турбореактивном двигателе ПС-90А, можно добиться уменьшения выходящей из сопла струи газов. При этом, увеличивается скорость струи в три раза на расстоянии от среза сопла в 6 калибров диаметра двигателя – с 300 м/с до 900 м/с. Угол закрутки потока при этом составляет 30 градусов. Так же были проведены расчетные исследования, где угол закрутки был выбран в 60 градусов. В этом случае происходит значительное уменьшение линейной скорости струи газа внешнего контура, что приводит к преждевременному распаду сформированной струи и, как следствие, к уменьшению тяги. Для достижения необходимого эффекта, требуется, чтобы увеличение скорости потока происходило внутри камеры смешения, а не за срезом сопла, на расстоянии в 6 калибров диаметра сопла. Согласно проведенным расчетным исследованиям, увеличение сечения внешнего контура на 7 процентов, приводит к уменьшению указанного расстояния на 0.5 калибров диаметра сопла двигателя.

Таким образом, можно сделать следующие выводы – Вихревое движение значительно влияет на структуру и скорость вытекающей из сопла струи, что может приводить к изменению тяги двигателя, в том числе, и к увеличению тяги, Тем не менее, данная проблема требует проведения более обширных и глубоких исследований.

УДК 629.7.036.034
eLIBRARY.RU: 89.25.21

Комов А.А.

доктор технических наук, доцент,
профессор кафедры ДЛА МГТУ ГА,
г. Москва

**ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ
ФАКТОРОВ НА ВИХРЕОБРАЗОВАНИЕ ГТД
EFFECT OF CONSTRUCTIVE AND OPERATIONAL FACTORS
ON VORTEX FORMATION**

Аннотация: На сегодняшний день вихреобразование на входном устройстве двухконтурных газотурбинных двигателей является серьезной проблемой, так как вихрь может забросить на вход в

двигатель с поверхности аэродрома твердые посторонние предметы. Заброс в двигатель посторонних предметов вызывает повреждение рабочих лопаток компрессора, что влияет на ресурс отдельных частей и агрегатов силовой установки. Рассмотрено влияние различных факторов на вихреобразование.

Ключевые слова: защищённость двигателя, посторонние предметы, вихрь, высота расположения двигателя.

Abstract: Vortex is a serious problem, as the vortex can throw hard foreign objects to the engine from the surface of the airfield. Foreign objects causes damage to the compressor's work blades. The effect of various factors on vortex formation is considered.

Keywords: engine protection, foreign objects, vortex, engine height.

Вихревое течение, возникающее между воздухозаборником и поверхностью аэродрома, является одной из причин, приводящих к забросу посторонних предметов (ПП) с поверхности аэродрома на вход в двигатель. Посторонние предметы, попадая в газотурбинные двигатели (ГТД), вызывают повреждения рабочих лопаток компрессора в виде забоин, царапин, вмятин, деформаций, абразивного износа (мельчайшие частицы), а в некоторых случаях - даже разрушение лопаток. В 2018 году в РФ зафиксировано 259 подобных случаев [1].

Исследования показали, что даже после подготовки аэродромов к полетам с помощью средств наземного обслуживания на ВПП остаются посторонние предметы. Концентрация «опасных» для газотурбинных двигателей ПП составляет в среднем $2 \cdot 10^3$ частицы на один квадратный метр или около 80 «опасных» посторонних предметов на взлетном участке ВПП длиной порядка 500 метров. [2, 3].

Первые работы по борьбе с вихревым течением вблизи входа в воздухозаборник газотурбинного двигателя были начаты еще в 1955 году [4].

Попадание вихря во внутренний контур двухконтурного турбореактивного двигателя вызывает сильные искажения полей скоростей, температуры и давления воздушного потока, что может привести к неустойчивой работе двигателя и к помпажу [5].

Многолетние исследования, по обеспечению безвихревой работы двигателей, заканчивались неудачами. Были исследованы различные методы защиты двигателей, как механические, так и струйные системы защиты [6]. И лишь в восьмидесятых годах было найдено конструктивное решение, обеспечивающее безвихревую работу

газотурбинному двигателю. Это достаточно наглядно видно на таких модификациях самолета, как Боинг 737-200 и Боинг 737-500. На определенном расстоянии двигателя от поверхности аэродрома существует зона безвихревой работы двигателя, при этом относительная высота расположения двигателя относительно диаметра воздухозаборника двигателя ($H_{отн} = H/D_{вз}$) равна значению меньше единицы (рис. 1).

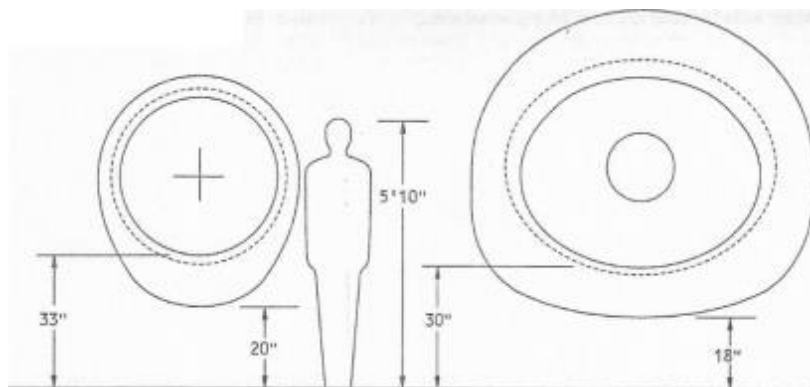


Рис. 1. Размещение двигателей на самолете Боинг-737 (737-200 и 737-500)

На этом же рисунке обозначено расположение двигателей самолетов отечественного производства, которые находятся в вихревой зоне [7].

Если рассматривать компоновки самолетов отечественного производства, такие как SSJ-100 и MC-21, по отношению к безвихревой зоне работы двигателей, то компоновка самолета SSJ-100 значительно отличается от компоновки самолета MC-21 [7]. Особенность компоновки двигателей SAM-146 на самолете SSJ-100 заключается в том, что при максимальном взлетном весе двигатели находятся в безопасной безвихревой зоне, в отличие от двигателей ПД-14 в компоновке самолета MC-21, которые, как при максимальном взлетном весе, так и при минимальном посадочном весе, находятся в вихревой зоне.

Предварительная оценка уровня защищенности двигателей SAM-146 и двигателей ПД-14, проведенная при помощи программы расчета, предназначенной для проведения параметрических исследований течения воздушного потока вблизи воздухозаборника и основанной на методе дискретных вихрей, показала, что защищенность двигателей

ПД-14 от повреждений посторонними предметами в компоновке самолета МС-21, примерно, в 5 раз хуже, чем защищенность двигателей SAM-146 в компоновке самолета SSJ-100 [8].

Анализ статистических данных показывает, что защищенность двигателей ПД-14 от повреждений посторонними предметами в компоновке самолета МС-21, примерно, в три раза хуже, чем защищенность двигателей SAM-146 в компоновке самолета SSJ-100.

Отсюда видно достаточно сильное влияние конструктивного фактора (относительной высоты расположения двигателей) на защищенность двигателей от повреждений посторонними предметами. К эксплуатационным факторам можно отнести изменение относительной высоты расположения воздухозаборников двигателей SAM-146 в зависимости от загрузки самолета SSJ-100.

Известные размеры материальных затрат по восстановлению рабочих лопаток компрессора позволяют сделать предварительный прогноз уровня этих затрат для авиакомпаний по содержанию самолета МС-21, который еще находится на стадии государственных испытаний и не поступил в эксплуатацию.

Ежегодные затраты для восстановления рабочих лопаток от повреждений ПП, забрасываемых вихревым течением, для одного самолета МС-21 могут составить от 3 млн. рублей и выше.

Литература

1. «Анализ состояния безопасности полетов в гражданской авиации Российской Федерации в 2018г». Федеральное Агентство Воздушного Транспорта 2019 год.
2. «Анализ засоренности аэродромов базирования авиации ВВС посторонними предметами. Проблема защиты ГТД от повреждений посторонними предметами» Сб. докладов всесоюзной научно-технической конференции. – ЛИИ, Жуковский, 1992. Евдокимов А. И., Кретов В. В., Новицкий С. М.
3. «Характеристики посторонних предметов, появляющихся на аэродромных покрытиях в процессе эксплуатации: Конструкция и системы управления ГТД» Сб. научно-методических материалов ВВИА. – М., 1995. Евдокимов А.И., Новицкий С.М., Попов В.А.
4. Rodert, L.I. Ingestion of Foreign Objects into Turbine Engines by Vortices// TN 3330. – NACA, 1955.
5. Motycka D.L. Ground Vortex-Limit to Engine// Reverser Operation. – 1975
6. Colehour J.L., Farquhar B.W. The Inlet Vortex// Journal of Aircraft. - 1971. – №1.

7. Комов А.А «Оценка защищенности двигателей ПД-14 от повреждений посторонними предметами в компоновке воздушного судна МС-21». Известия Самарского научного центра РАН, № 4(3), 2016, С. 586-591.
8. Белоцерковский С.М. Математическое моделирование плоскопараллельного отрывного обтекания тел. – М.: Наука, 1988)

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

Guo P.	48, 256
Lang A.	48, 256
Абдуллин М.Р.	217
Александров С.В.	140
Алешин К.Г.	348
Алтунин В.А.	215, 217, 219
Алтунин К.В.	213, 217
Андреева Е.С.	64
Арсланов Р.А.	98
Арувелли С.В.	268
Асташкин А.А.	55
Афанасьева Д.П.	300
Аюкаева Д.М.	188
Багров А.В.	240
Баринова Е.В.	36
Бахтигараев Н.С.	240
Белаковский М.С.	300
Белов А.А.	22, 28
Белоконов И.В.	31, 35, 210
Беляев М.Ю.	188, 190
Блохин В.В.	104
Богачёв С.А.	42
Богданова С.Б.	332
Богомолов В.В.	22, 28
Болелов Э.А.	325, 328
Боровенко В.Н.	261
Боровихин П.А.	190
Бронников С.В.	196
Вагин Ю.П.	44
Васильев М.М.	201, 204
Васильев Ф.А.	52
Васильева Г.Ю.	300
Вешплер Й.	188
Верещагина Т.Г.	25
Викельски М.	188
Власов П.Н.	15
Волков О.Н.	188
Волков С.А.	61
Воронин Ф.А.	188

Воскресенский Н.Ю.	328
Гинятуллин И.А.	215
Голубек А.В.	251
Гордиенко Е.С.	206, 245, 248
Григорьев И.С.	253
Грушевицкая Т.Г.	125
Гуридов А.А.	297
Гусев А.В.	226
Дворников М.В.	304
Дементьев Ю.И.	332
Дементьев Ю.Н.	22, 25, 28
Денисов М.А.	52
Дешева Е.А.	297
Диттмар С.	188
Дмитриев А.О.	208
Докучаев Л.В.	236
Домашин А.И.	318
Дроздов Н.А.	232
Дружинин Ю.О.	142
Дубинин В.С.	348
Дьячков Л.Г.	201, 204
Егоров В.Е.	234
Емелин А.Ю.	142
Ерхова Н.Ф.	42
Есаков А.М.	193, 263
Ефанов В.В.	5
Ефимов Г.Б.	271, 276
Ефимов Д.Е.	219
Ефимова М.В.	271, 276
Желнина Т.Н.	78, 145
Зайко Ю.К.	22, 25, 28
Заплетин М.П.	253
Ивашкин В.В.	48, 243, 256
Ивлиев А.В.	35
Ильин В.К.	10, 287, 311
Кабицкая О.Е.	309
Казачинский А.Е.	133
Калегаев В.В.	22, 28
Калимуллин Р.Р.	219
Караваев Д.Ю.	190
Карелин А.В.	55

Каркашадзе В.Г.	323
Карпов Д.С.	318
Карчаев Х.Ж.	5
Каськов А.С.	215
Киличенков А.А.	160
Кислицкий М.И.	223
Климов П.А.	22, 28
Ключник В.Н.	36
Колинова С.А.	171
Комиссарова Д.В.	311
Комов А.А.	353
Корнеев А.П.	188
Косенкова А.В.	206, 248
Косушкин К.Г.	335
Котлов М.И.	318
Котловских П.П.	52
Крайнов С.В.	230
Краснопеев С.В.	25
Кривоногов И.А.	287
Кудинов А.Т.	338
Кузин С.В.	42
Кузьмин Ю.А.	55
Курицын А.А.	15
Лебедев С.Ю.	350
Линькова Е.В.	94
Лобанов И.Е.	221
Логоватовская Е.С.	184
Лосицкий В.П.	17
Лукичёва Н.А.	309
Лыткин В.В.	87
Львов М.В.	215
М.Я. Маров.	4
Маврицкий В.И.	335
Майорова В.И.	52
Максимов М.А.	107
Максимовская Н.А.	173
Марченко Л.Ю.	314
Матвеев Ю.А.	10
Мацнев Э.И.	294, 314
Меденков А.А.	304
Меликова М.Б.	341

Менг Ж.	226
Миненко В.Е.	52
Могилевский М.М.	64
Мозгов К.С.	44
Молчанов Г.А.	232
Морозова Л.Н.	181
Морозова Ю.А.	311
Мурашев А.С.	28
Мурашев А.С.	22
Нечаева И.В.	234
Никишкина О.В.	234
Новикова Н.Д.	297, 318
Новикова С.Ю.	199
Осипова П.Д.	318
Павлушенко М.И.	142
Павлюченко В.А.	52
Пальченкова К.И.	128
Панасюк М.И.	22, 25, 28
Пантелеймонов И.Н.	74
Папков А.П.	25
Папченко Б.П.	66
Пасекова О.Б.	314
Перетяцько О.Ю.	22, 25, 28
Петров О.Ф.	201, 204
Петров Р.А.	213, 217
Петрукович А.А.	64
Петушков А.М.	44
Пинг З.	226
Питц В.	188
Пичугин С.Б.	199
Пичхадзе К.М.	54
Платонов Е.Н.	215
Поддубко С.В.	318
Позин А.А.	10, 58
Поль В.Г.	248
Потюпкин А.Ю.	61, 74
Рассказов И.В.	190
Ренский С.И.	44
Савин С.Ф.	201, 204
Самбуров С.Н.	68
Самохин А.С.	253, 259

Самохина М.А.	253, 259
Сармин Э.Э.	190
Свертилов С.И.	22, 25, 28
Селимова Р.Л.	228
Сигалева Е.Э.	294, 314
Симонов А.В.	206, 245, 248
Синицын Л.И.	210
Ситдинов А.М.	163
Скедина М.А.	287
Сливицкий А.Б.	343
Соловьёва З.О.	287
Станюковская В.И.	199
Старкова Л.В.	311
Степанов Д.В.	39
Стихно К.А.	243
Судаков В.С.	171
Сурков В.В.	44
Сухорученко В.В.	352
Сысоев В.К.	54, 66
Тимофеев Ю.А.	61
Титенко Е.А.	68
Трегуб Е.А.	228, 230, 232
Тремасова Л.С.	232
Ульянов А.С.	42
Усанова Н.А.	311
Усовик И.В.	39
Фиалкина С.В.	297
Фирсюк С.О.	54
Фролов С.Н.	68
Ханада Х.	226
Харламов М.М.	15
Харлов Б.Н.	261
Харчиков М.А.	188
Хорунжий А.В.	110
Худорожков П.А.	245
Царев С.С.	119
Цыганков О.С.	297
Чернышов А.А.	64
Чеснов В.М.	169
Чугунин Д.В.	64
Чурило И.В.	201, 204

Шалупин С.В.....	345
Шарова М.А.	122
Шершаков В.М.....	10
Шеф К.А.	311
Шикалов В.Н.	338
Шиленков Е.А.	68
Шубралова Е.В.....	297
Шувалов В.А.	55, 58
Щербакова В.А.	297
Щиголев А.А.	215
Щитов А.Н.....	68
Щукин Ю.А.	58
Энгельгардт Л.Т.	178
Эшанов А.А.	232
Юдин А.Д.	54, 66
Яблоновский П.А.	266
Яковлев А.А.	55, 58
Ямалеев Л.Р.....	217, 219
Яновская М.Л.	215, 217, 219

ОГЛАВЛЕНИЕ

ПЛЕНАРНОЕ ЗАСЕДАНИЕ	5
АВИАКОНСТРУКТОР И РАКЕТОСТРОИТЕЛЬ С.А. ЛАВОЧКИН. 120 ЛЕТ ВЫДАЮЩЕМУСЯ ГЕНЕРАЛЬНОМУ КОНСТРУКТОРУ АВИАЦИОННОЙ И РАКЕТНОЙ ТЕХНИКИ СЕМЁНУ АЛЕКСЕЕВИЧУ ЛАВОЧКИНУ. 120 YEARS SINCE THE BIRTH OF DISTINGUISHED FIGURE IN AIRCRAFT AND ROCKET DESIGN SEMION ALEXEEVICH LAVOCHKIN.	
Карчаев Х.Ж., Ефанов В.В.	5
К. Э. ЦИОЛКОВСКИЙ — ЕГО ПРОГНОЗЫ И МИРОВАЯ ЦИВИЛИЗАЦИЯ. УСТОЙЧИВОЕ РАЗВИТИЕ ОБЩЕСТВА. К.Е. TSIOLKOVSKY — HIS FORECASTS AND WORLD CIVILIZATION. SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF SOCIETY.	
Матвеев Ю.А., Позин А.А., Ильин В.К., Шершаков В.М.	10
60 ЛЕТ ЦЕНТРУ ПОДГОТОВКИ КОСМОНАВТОВ ИМЕНИ Ю.А. ГАГАРИНА. THE 60TH ANNIVERSARY OF YU.A.GAGARIN COSMONAUT TRAINING CENTER.	
Власов П.Н., Харламов М.М., Курицын А.А.	15
ПРОЕКТ-ИССЛЕДОВАНИЕ «НОРДХАУЗЕН-ГОРОД РАКЕТ И СМЕРТИ». RESEARCH PROJECT «NORDHAUSEN-CITY ROCKETS AND DEATH».	
Лосицкий В.П.	18
IV Симпозиум «СОВРЕМЕННЫЕ ПРОБЛЕМЫ СОЗДАНИЯ РОССИЙСКИХ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ И ИХ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДЛЯ РЕШЕНИЯ СОЦИАЛЬНО- ЭКОНОМИЧЕСКИХ ЗАДАЧ»	22
ПЕРВЫЙ ОПЫТ ЛЕТНОЙ ЭКСПЛУАТАЦИИ АППАРАТУРЫ ДЛЯ МОНИТОРИНГА КОСМИЧЕСКОЙ РАДИАЦИИ И УФ-ИЗЛУЧЕНИЯ АТМОСФЕРЫ В СОСТАВЕ НАНО-СПУТНИКОВ КЛАССА КУБСАТ, ЗАПУЩЕННЫХ В РАМКАХ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ МОСКОВСОГО УНИВЕРСИТЕТА «УНИВЕРСАТ-СОКРАТ». FIRST EXPERIENCE OF FLIGHT OPERATION OF INSTRUMENTS FOR SPACE RADIATION AND ATMOSPHERE UV EMISSION MONITORING ON NANO-SATELLITES OF CUBESAT TYPE LAUNCHED IN THE FRAME OF MOSCOW UNIVERSITY PROGRAMM UNIVERSAT-SOCRAT.	
Свертилов С.И., Белов А.А., Богомолов В.В., Дементьев Ю.Н., Зайко Ю.К., Калегаев В.В., Климов П.А., Мурашев А.С., Панасюк М.И., Перетяцько О.Ю.	22
РЕЗУЛЬТАТЫ ЛЕТНЫХ ИСПЫТАНИЙ НАНО-СПУТНИКОВ КЛАССА КУБСАТ, ЗАПУЩЕННЫХ В РАМКАХ РЕАЛИЗАЦИИ ПРОГРАММЫ МОСКОВСОГО УНИВЕРСИТЕТА «УНИВЕРСАТ-СОКРАТ». RESULTS OF FLIGHT TESTS OF NANO-SATELLITES OF CUBESAT TYPE LAUNCHED IN	

THE FRAME OF MOSCOW UNIVERSITY PROGRAMM UNIVERSAT-SOCRAT.

Зайко Ю.К., Верещагина Т.Г., Дементьев Ю.Н., Краснопеев С.В., Панасюк М.И., Папков А.П., Перетяцько О.Ю., Свертилов С.И..... 25

ПРОГРАММА ЗАПУСКА УНИВЕРСИТЕТСКИХ СПУТНИКОВ КЛАССА КУБСАТ ДЛЯ МОНИТОРИНГА КОСМИЧЕСКОЙ РАДИАЦИИ И ЭЛЕКТРОМАГНИТНЫХ ТРАНЗИЕНТОВ В РАМКАХ ПРОЕКТА «УНИВЕРСАТ-СОКРАТ». PROGRAM OF LAUNCHING OF UNIVERSITY SATELLITES OF CUBSAT TYPE FOR FOR SPACE RADIATION AND ELECTROMAGNETIC TRANSIENTS MONITORING IN THE FRAME OF UNIVERSAT-SOCRAT PROJECT.

Свертилов С.И., Белов А.А., Богомолов В.В., Дементьев Ю.Н., Зайко Ю.К., Калегаев В.В., Климов П.А., Мурашев А.С., Панасюк М.И., Перетяцько О.Ю. 29

ТЕКУЩЕЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ НАУЧНО-ОБРАЗОВАТЕЛЬНЫХ НАНОСПУТНИКОВ САМАРСКОГО УНИВЕРСИТЕТА. PRESENT AND FUTURE OF SAMARA UNIVERSITY SCIENTIFIC-EDUCATIONAL NANOSATELLITES.

Белоконов И.В. 31

МЕТОДИКА ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ ОЦЕНКИ ПРОЕКТНЫХ ПАРАМЕТРОВ КА НАНОКЛАССА ПЕРЕМЕННОЙ МАССЫ И ТРАНСФОРМИРУЕМОЙ КОНСТРУКЦИИ НА НАЗЕМНОМ ИСПЫТАТЕЛЬНОМ ОБОРУДОВАНИИ И МАССО-ГАБАРИТНЫХ АНАЛОГАХ. EXPERIMENTAL METHOD OF THE DESIGN PARAMETERS ESTIMATION FOR NANOSATELLITES WITH VARIABLE MASS AND TRANSFORMABLE CONSTRUCTION USING GROUND TEST EQUIPMENT AND MASS-DIMENSIONAL ANALOGUES.

Белоконов И.В., Ивлиев А.В., Ключник В.Н., Баринаева Е.В..... 36

ВЛИЯНИЕ ЗАПУСКА БОЛЬШОГО КОЛИЧЕСТВА МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ И БОЛЬШИХ ОРБИТАЛЬНЫХ ГРУППИРОВОК НА ТЕХНОГЕННОЕ ЗАСОРЕНИЕ НИЗКИХ ОКОЛОЗЕМНЫХ ОРБИТ. INFLUENTS OF LARGE NUMBER LAUNCHES SMALLSATS AND LARGE CONSTELLATIONS ON SPACE DEBRIS POPULATION IN LOW EARTH ORBITS.

Усовик И.В., Степанов Д.В..... 39

ВОЗМОЖНОСТИ РЕГИСТРАЦИИ КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ АППАРАТОВ ТИПА КУБСАТ.

Богачёв С.А., Ерхова Н.Ф., Ульянов А.С., Кузин С.В..... 42

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ИМПУЛЬСОВ ЭЛЕКТРОМАГНИТНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ. CONSTRUCTION PRINCIPLES OF THE SMALL SATELLITE SYSTEM FOR MONITORING OF THE TRANSIENT ELECTROMAGNETIC RADIATION.

Вагин Ю.П., Петушков А.М., Мозгов К.С., Ренский С.И., Сурков В.В.....	44
АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЗМОЖНОЙ ЭКСПЕДИЦИИ К АПОФИСУ С СОЗДАНИЕМ СПУТНИКОВ АСТЕРОИДА И С ВОЗВРАТОМ К ЗЕМЛЕ. CHARACTERISTICS ANALYSIS FOR THE EARTH-APOPHIS-EARTH POSSIBLE MISSION WITH CREATION OF THE ASTEROID ARTIFFITIAL SATELLITES.	
Ивашкин В.В., Lang A., Guo P.....	49
РАЗРАБОТКА АВТОРОТИРУЮЩЕГО СПУСКАЕМОГО АППАРАТА ДЛЯ ДОСТАВКИ МАЛЫХ НАУЧНЫХ ГРУЗОВ С МКС. DEVELOPMENT OF SMALL-SCALE AUTOROTATIVE LANDER FOR ISS PAYLOAD.	
Миненко В.Е., Майорова В.И., Павлюченко В.А., Котловских П.П., Денисов М.А., Васильев Ф.А.....	52
СПОСОБ УВОДА НАНОСПУТНИКОВ CUBESAT С НИЗКИХ ОКОЛОЗЕМНЫХ ОРБИТ ЗА СЧЕТ СИЛ АЭРОДИНАМИЧЕСКОГО ТОРМОЖЕНИЯ. METHOD TO DEORBIT NANO-SATELLITES CUBESAT FROM LOW NEAR EARTH ORBITS AT THE BASIS OF AERODYNAMIC BRAKE FORCES.	
Пичхадзе К.М., Сысоев В.К., Фирсюк С.О., Юдин А.Д.....	54
НИЗКООРБИТАЛЬНАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ПОЖАРООПАСНОЙ ОБСТАНОВКИ НА БАЗЕ ТЕХНОЛОГИЙ МАЛЫХ КА. LOW-ORBITAL SYSTEM OF MONITORING OF THE FIRE-DANGEROUS SITUATION ON THE BASIS OF TECHNOLOGIES OF SMALL SPACECRAFTS.	
Асташкин А.А., Карелин А.В., Кузьмин Ю.А., Шувалов В.А., Яковлев А.А. .	56
СРЕДСТВА ВЫВЕДЕНИЯ «СВЕРХЛЁГКОГО» КЛАССА НА БАЗЕ ГЕОФИЗИЧЕСКИХ РАКЕТ И ФОРМИРОВАНИЕ ГРУППИРОВОК МАЛЫХ КА НА НИЗКИХ ОРБИТАХ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ. MEANS OF LAUNCHING AN «ULTRALIGHT» CLASS BASED ON GEOPHYSICAL MISSILES AND FORMING GROUPS OF SMALL SPACECRAFT AT LOW ALTITUDES FOR ENVIRONMENTAL MONITORING.	
Позин А.А., Шувалов В.А., Щукин Ю.А., Яковлев А.А.	58
К ПОСТАНОВКЕ ЗАДАЧИ УПРАВЛЕНИЯ МНОГОСПУТНИКОВЫМИ ОРБИТАЛЬНЫМИ ГРУППИРОВКАМИ. TO THE TASK STATEMENT OF MULTI-SATELLITE ORBITAL GROUPS MANAGEMENT.	
Волков С.А., Потюпкин А.Ю., Тимофеев Ю.А.....	61
КОСМИЧЕСКИЕ АППАРАТЫ МАЛОЙ РАЗМЕРНОСТИ И НИЗКООРБИТАЛЬНАЯ РАДИОТОМОГРАФИЯ. SMALL SPACE VEHICLES AND LOW ORBITAL RADIODOMOGRAPHY.	
Чернышов А.А., Чугунин Д.В., Могилевский М.М., Андреева Е.С., Петрукович А.А.	64

ПЕРСПЕКТИВЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИВОДОВ НА МЕТАЛЛАХ С ЭФФЕКТОМ ПАМЯТИ ФОРМЫ В ПРОЕКТАХ НА ОСНОВЕ НАНОСПУТНИКОВ CUBESAT. PROSPECTS FOR APPLICATION OF DRIVES ON METALS WITH EFFECT OF MEMORY OF FORM IN PROJECTS BASED ON CUBESAT NANO-SATELLITES.	
Папченко Б.П., Сысоев В.К., Юдин А.Д.....	67
АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ АВТОНОМНОГО КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЕТА ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ ГРУППИРОВКИ МКА В РАМКАХ КОСМИЧЕСКОГО ЭКСПЕРИМЕНТА «РАДИОСКАФ». THE ANALYSIS OF RESULTS OF AUTONOMOUS SPACE FLIGHT OF INTELLECTUAL GROUP OF SMALL SPACECRAFTS WITHIN THE SPACE EXPERIMENT OF «RADIOSKAF».	
Самбуров С.Н., Шиленков Е.А., Фролов С.Н., Титенко Е.А., Щитов А.Н.	69
ОСНОВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ КОНЦЕПЦИИ СОЗДАНИЯ СПУТНИКОВОЙ ГЛОБАЛЬНОЙ СЕТИ ПЕРЕДАЧИ ДАННЫХ ДЛЯ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ НА НИЗКИХ ОРБИТАХ. THE MAIN DIRECTIONS OF THE CONCEPT OF CREATING A SATELLITE GLOBAL DATA TRANSMISSION NETWORK FOR LOW-ORBIT SPACECRAFT.	
Пантелеймонов И.Н., Потюпкин А.Ю.	74
Секция 1. «ИССЛЕДОВАНИЕ НАУЧНОГО ТВОРЧЕСТВА К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО И ИСТОРИЯ РАКЕТНО-КОСМИЧЕСКОЙ НАУКИ И ТЕХНИКИ».....	78
ПОДДЕЛЬНЫЕ И ПОДЛИННЫЕ АВТОГРАФЫ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО НА РЫНКЕ ИСТОРИЧЕСКИХ ЦЕННОСТЕЙ. FALSE AND AUTHENTIC AUTOGRAPHS OF K.E. TSIOLKOVSKY ON THE MARKET OF HISTORICAL VALUES.	
Желнина Т.Н.	78
ЭВОЛЮЦИЯ ОБРАЗА К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО В НАУЧНОЙ ПАРАДИГМЕ (ЧЕЛОВЕК – МИФ – ЛОГОС). EVOLUTION OF THE IMAGE OF K.E. TSIOLKOVSKY IN THE SCIENTIFIC PARADIGM (MAN – MYTH - LOGOS).	
Лыткин В.В.	87
МИРОВОЗЗРЕНИЕ И ДЕЯТЕЛЬНОСТЬ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО В СОВРЕМЕННОМ ОБЩЕСТВЕННОМ МНЕНИИ ФРАНЦИИ. WORLDVIEW AND ACTIVITY OF K.E. TSIOLKOVSKY IN MODERN PUBLIC OPINION IN FRANCE.	
Линькова Е.В.	94
ВЛИЯНИЕ УЧЕНИЯ П.Л. ЛАВРОВА НА ФОРМИРОВАНИЕ ВЗГЛЯДОВ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО. THE INFLUENCE OF THE IDEAS OF POPULISM.. 98 ON THE FORMATION OF VIEWS OF K.E. TSIOLKOVSKY: THE DOCTRINE OF P.L. LAVROV.	
Арсланов Р.А.	98

ОБРАЗ НАРОДА В СОЦИАЛЬНОМ ПРОЕКТЕ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО. IMAGE OF THE PEOPLE IN THE SOCIAL PROJECT OF K.E. TSIOLKOVSKY. Блохин В.В.	104
ПРОБЛЕМАТИКА БУДУЩЕГО СОЦИАЛЬНОГО ПОРЯДКА В КОСМИЧЕСКОЙ ФИЛОСОФИИ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО. PROBLEMS OF THE FUTURE SOCIAL ORDER IN THE COSMIC PHILOSOPHY OF K.E. TSIOLKOVSKY. Максимов М.А.	107
АНТИУТОПИЯ В ТВОРЧЕСТВЕ СОВРЕМЕННИКОВ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО: К 100-ЛЕТИЮ РОМАНА Е.И.ЗАМЯТИНА «МЫ». ANTI-UTOPIA IN THE WORKS OF K.E. TSIOLKOVSKY'S CONTEMPORARIES: TO THE 100TH ANNIVERSARY OF EVGENY ZAMYATIN'S NOVEL «WE». Хорунжий А.В.	110
ЦИКЛИЧНОСТЬ УТОПИЧЕСКИХ И АНИТИУТОПИЧЕСКИХ ПРЕДПОЧТЕНИЙ В ОБЩЕСТВЕННОЙ МЫСЛИ И СОЗНАНИИ РОССИИ: ИДЕОЛОГИЧЕСКИЙ КОНТЕКСТ ТВОРЧЕСТВА К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО И ЕГО НАСЛЕДИЯ. CYCLE OF UTOPIC AND ANITIUTOPIC PREFERENCES IN PUBLIC THOUGHT AND CONSCIOUSNESS OF RUSSIA: IDEOLOGICAL CONTEXT OF K.E. TSIOLKOVSKY'S WORKS AND HIS HERITAGE. Царев С.С.	119
ФИЛОСОФСКО-АНТРОПОЛОГИЧЕСКИЕ ВЗГЛЯДЫ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО (ЧЕЛОВЕК ЗЕМНОЙ И КОСМИЧЕСКИЙ). PHILOSOPHICAL AND ANTHROPOLOGICAL VIEWS OF K.E. TSIOLKOVSKY (EARTH AND SPACE MAN). Шарова М.А.	122
АНТРОПОКОСМИЗМ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО И ПОСТМОДЕРНИСТСКАЯ ПАРАДИГМА. COSMISM AND THE POSTMODERN PARADIGM. Грушевицкая Т.Г.	125
ЖЕНЩИНЫ В РЕВОЛЮЦИОННОМ ДВИЖЕНИИ РОССИИ: ВЛИЯНИЕ Л.К. ЦИОЛКОВСКОЙ НА ОБЩЕСТВЕННО-ПОЛИТИЧЕСКИЕ ВЗГЛЯДЫ ОТЦА. WOMEN IN THE REVOLUTIONARY MOVEMENT IN RUSSIA: THE INFLUENCE OF L.K. TSIOLKOVSKAYA ON THE SOCIO-POLITICAL VIEWS OF HER FATHER. Пальченкова К.И.	128
ЧЕЛОВЕК КОСМИЧЕСКОГО СОЗНАНИЯ. THE MAN OF THE COSMIC CONSCIOUSNESS. Казачинский А.Е.	133
АППАРАТЫ ДЛЯ ПЕРЕМЕЩЕНИЯ НА ПОВЕРХНОСТИ НЕБЕСНЫХ ТЕЛ В СВЕТЕ ИДЕЙ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО И Г. ОБЕРТА. DEVICES FOR	

MOVING ON THE SURFACE OF CELESTIAL BODIES IN THE IDEAS OF K.E. TSIOLKOVSKY AND H. OBERTH. Александров С.В.....	140
К.Э. ЦИОЛКОВСКИЙ И ЖЮЛЬ ВЕРН ОБ УГРОЗЕ ПРИМЕНЕНИЯ РАКЕТНОГО ОРУЖИЯ. K.E. TSIOLKOVSKY AND JULES VERNE ON THE THREAT OF THE USE OF MISSILE WEAPONS. Дружинин Ю.О., Емелин А.Ю., Павлушенко М.И.....	142
МАКС ВАЛЬЕ: ИСТОРИЧЕСКИЕ ЗАСЛУГИ И ПРИОРИТЕТЫ (К 125- ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ). MAX VALIER: HISTORICAL ACHIEVEMENTS AND PRIORITIES (TO THE 125TH ANNIVERSARY OF HIS BIRTH). Желнина Т.Н.	145
КОНСТРУИРУЯ БУДУЩЕЕ. ПРОЕКТЫ И ПРОЖЕКТЫ ТАНКОВЫХ ВООРУЖЕНИЙ КРАСНОЙ АРМИИ В 1930-Е ГОДЫ. CONSTRUCTING THE FUTURE. PROJECTS AND CHIMERAS OF TANK FORCES OF THE RED ARMY IN THE 1930S. Киличенков А.А.....	160
СОВЕТСКАЯ И НЕМЕЦКАЯ РЕАКТИВНАЯ АРТИЛЛЕРИЯ ВТОРОЙ МИРОВОЙ ВОЙНЫ: СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ. SOVIET AND GERMAN JET ARTILLERY OF THE SECOND WORLD WAR: THE COMPARATIVE ANALYSIS. Ситдииков А.М.	163
ОТЛИЧИТЕЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РАЗВИТИЯ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ПОВЕРХНОСТИ ЗЕМЛИ ИЗ КОСМОСА. DISTINCTIVE FEATURES OF THE DEVELOPMENT OF REMOTE SENSING OF THE EARTH'S SURFACE FROM SPACE. Чеснов В.М.....	169
ИМЕНА НА КАРТЕ ЛУНЫ. NAMES AT MOON' MAP Судаков В.С., Колинова С.А.....	171
СКУЛЬПТОР СВЕТЛАНА ФАРНИЕВА. ИЗ ИСТОРИИ СОЗДАНИЯ ПАМЯТНИКА К.Э. ЦИОЛКОВСКОМУ. SCULPTOR SVETLANA FARNIYEVA. FROM THE HISTORY OF THE CREATION OF THE MONUMENT TO TSIOLKOVSKY IN KALUGA. Максимовская Н.А.	173
О ПРЕДКАХ А.Л. ЧИЖЕВСКОГО: ОБЛАЧИНСКИХ, НЕВИАНДТАХ, ДЕЛЬСАЛЯХ. Энгельгардт Л.Т.....	178
А.Л. ЧИЖЕВСКИЙ И СЕМЬЯ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО. A. L. CHIZHEVSKY AND THE FAMILY OF K.E. TSIOLKOVSKY. Морозова Л.Н.....	181

АРХИТЕКТУРА И КОСМОС. ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОСМИЧЕСКОГО ТУРИЗМА. ARCHITECTURE AND SPACE. PROSPECTS FOR THE DEVELOPMENT OF SPACE TOURISM. Логоватовская Е.С.	184
Секция 2. «ПРОБЛЕМЫ РАКЕТНОЙ И КОСМИЧЕСКОЙ ТЕХНИКИ»	188
ПРОВЕРКА РАБОТОСПОСОБНОСТИ НАУЧНОЙ АППАРАТУРЫ «ИКАРУС» ПОСЛЕ УСТАНОВКИ НА БОРТ СЛУЖЕБНОГО МОДУЛЯ РОССИЙСКОГО СЕГМЕНТА МКС. ICARUS SCIENTIFIC EQUIPMENT COMMISSIONING AFTER INSTALLATION ABOARD SERVICE MODULE OF ISS RUSSIAN SEGMENT. Аюкаева Д.М., Беляев М.Ю., Вепплер Й., Викельски М., Волков О.Н., Воронин Ф.А., Диттмар С., Питц В., Корнеев А.П., Харчиков М.А.	188
ТЕХНОЛОГИЯ НАВЕДЕНИЯ НАУЧНОЙ АППАРАТУРЫ КРУПНОГАБАРИТНОЙ ОРБИТАЛЬНОЙ СТАНЦИИ НА ИССЛЕДУЕМЫЕ ОБЪЕКТЫ. THE TECHNOLOGY OF AIMING THE SCIENTIFIC EQUIPMENT OF A LARGE ORBITAL STATION ON THE OBJECTS IN STUDY. Беляев М.Ю., Боровихин П.А., Караваев Д.Ю., Рассказов И.В., Сармин Э.Э.	190
ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ МОНИТОРИНГА ЗАДАННЫХ ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ НАУЧНОЙ АППАРАТУРЫ РОССИЙСКОГО СЕГМЕНТА МКС. THE ASSESSMENT OF MONITORING CAPABILITIES OF SPECIFIED OBJECTS WITH THE HELP OF SCIENTIFIC EQUIPMENT OF THE ISS RUSSIAN SEGMENT. Есаков А.М.	194
ПРОЕКТИРОВАНИЕ СИСТЕМЫ ПОДГОТОВКИ ПЕРСОНАЛА АСУ КА. SPACE FLIGHT CONTROL SYSTEM PERSONNEL TRAINING SYSTEM DESIGN. Бронников С.В.	196
ТЕХНИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ ПРОЦЕССОВ ГОРЕНИЯ НА БОРТУ МКС В 2019–2020 ГОДАХ. TECHNICAL ASPECTS OF COMBUSTION RESEARCH ON BOARD OF THE ISS IN 2019–2020. Пичугин С.Б., Новикова С.Ю., Станиловская В.И.	199
ИСПОЛЬЗОВАНИЕ АНТИПРОБКОТРОННОЙ МАГНИТНОЙ ЛОВУШКИ ДЛЯ ИЗУЧЕНИЯ АНСАМБЛЕЙ ПЫЛЕВЫХ ЧАСТИЦ В КОСМИЧЕСКИХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ. ANTIPOVSCOTRON MAGNETIC TRAP FOR DUST PARTICLES ANSEMBLES INVESTIGATIONS IN SPACE EXPERIMENTS. Васильев М.М., Дьячков Л.Г., Петров О.Ф., Савин С.Ф., Чурило И.В.	201
КОСМИЧЕСКИЙ ЭКСПЕРИМЕНТ «КУЛОН-ПЛАЗМА» НА МКС. THE COSMIC EXPERIMENT «COULOMB-PLASMA» ONBOARD ISS. Васильев М.М., Дьячков Л.Г., Петров О.Ф., Савин С.Ф., Чурило И.В.	204

ИССЛЕДОВАНИЕ ДОСТИЖИМЫХ РАЙОНОВ ПОСАДКИ НА ПОВЕРХНОСТИ ВЕНЕРЫ ДЛЯ ПОСАДОЧНЫХ АППАРАТОВ РАЗЛИЧНЫХ ТИПОВ. INVESTIGATION OF REACHABLE LANDING AREAS ON THE VENUS SURFACE FOR VARIOUS TYPES OF A LANDER. Косенкова А.В., Симонов А.В., Гордиенко Е.С.	206
ДВУХВОЛНОВАЯ ОПТИЧЕСКАЯ ЛУННАЯ НАВИГАЦИОННАЯ СИСТЕМА. TWO-WAVE OPTICAL LUNAR NAVIGATION SYSTEM. Дмитриев А.О.	208
ИССЛЕДОВАНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ КОРРЕКЦИИ ОРБИТЫ НАНОСПУТНИКА С ЭЛЕКТРОТЕРМИЧЕСКОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКОЙ. RESEARCH OF EFFICIENCY OF ORBIT CORRECTION FOR NANOSATELLITE WITH ELECTROTHERMAL PROPULSION SYSTEM. Синицын Л.И., Белоконов И.В.	210
РАСЧЁТ ТЕМПЕРАТУРЫ СТЕНКИ ТОПЛИВНОГО КАНАЛА ФОРСУНКИ С ЦЕЛЬЮ ЭФФЕКТИВНОГО ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ ОСАДКООБРАЗОВАНИЯ. CALCULATION OF TEMPERATURE OF A FUEL CHANNEL WALL OF A SPRAYER WITH THE PURPOSE OF EFFECTIVE DEPOSIT FORMATION PREVENTION. Алтунин К.В., Петров Р.А.	214
РАЗРАБОТКА ТОПЛИВНО-МАСЛЯНЫХ ТЕПЛООБМЕННЫХ АППАРАТОВ ДЛЯ ДВИГАТЕЛЕЙ ВОЗДУШНЫХ И АЭРОКОСМИЧЕСКИХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ. DEVELOPMENT OF FUEL-OIL HEAT EXCHANGERS FOR AIR AND AEROSPACE AIRCRAFT ENGINES. Алтунин В.А., Львов М.В., Гинятуллин И.А., Каськов А.С., Платонов Е.Н., Щиголев А.А., Яновская М.Л.	216
АНАЛИЗ РЕЗУЛЬТАТОВ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ ГАЗООБРАЗНОГО МЕТАНА В УСЛОВИЯХ ЕГО ВЫНУЖДЕННОЙ КОНВЕКЦИИ. ANALYSIS OF THE RESULTS OF EXPERIMENTAL STUDIES OF GASEOUS METHANE UNDER THE CONDITIONS OF ITS FORCED CONVECTION. Алтунин В.А., Алтунин К.В., Абдуллин М.Р., Петров Р.А., Ямалеев Л.Р., Яновская М.Л.	218
РАЗРАБОТКА НОВЫХ КОНСТРУКТИВНЫХ СХЕМ ВОЗДУХОЗАБОРНИКОВ ДЛЯ ВОЗДУШНЫХ, АЭРОКОСМИЧЕСКИХ И ГИПЕРЗВУКОВЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ. DEVELOPMENT OF NEW DESIGN DIAGRAMS OF AIR INTAKES FOR AIR, AEROSPACE AND HYPERSONIC AIRCRAFTS. Алтунин В.А., Ефимов Д.Е., Калимуллин Р.Р., Ямалеев Л.Р., Яновская М.Л.	220
ТЕОРИЯ ТЕЧЕНИЯ И ТЕПЛООБМЕНА В ТРУБАХ С ПОВЕРХНОСТНЫМИ ТУРБУЛИЗАТОРАМИ ПРИ ПОПЕРЕЧНЫХ СЕЧЕНИЯХ В ВИДЕ КВАДРАТОВ И РЕБЕР НА БАЗЕ НИЗКОРЕЙНОЛЬДСОВОЙ МОДЕЛИ. THEORY OF FLOW AND HEAT EXCHANGE IN PIPES WITH SURFACE	

TURBULATORS WITH CROSS SECTIONS IN THE FORM OF SQUARES AND EDGES BASED ON THE LOW REYNOLDS MODEL. Лобанов И.Е.	222
МАЛЫЙ КОСМИЧЕСКИЙ РАЗГОННЫЙ БЛОК С ЭЛЕКТРОПАКЕТНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ. SMALL SPACE TUG WITH ELECTRIC ROCKET ENGINE. Кислицкий М.И.	223
НАУЧНОЕ, ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ И КОММЕРЧЕСКОЕ ОСВОЕНИЕ ЛУНЫ. SCIENTIFIC, GEOLOGICAL AND COMMERCIAL EXPLORATION OF THE MOON. Гусев А.В., Ханада Х., Менг Ж., Пинг З.	226
МИССИИ СОЛНЕЧНОГО ПАРУСА. MISSIONS OF SUNNY SAIL. Селимова Р.Л., Трегуб Е.А.	228
СОЛНЕЧНЫЙ ПАРУС — ПЕРСПЕКТИВНЫЙ ВАРИАНТ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА В ДЛИТЕЛЬНЫХ ПОЛЁТАХ И ПРОБЛЕМЫ КОСМОПЛАВАНИЯ ПОД НИМ. SUNNY SAIL — A PERSPECTIVE OPTION OF A SPACE VEHICLE IN LONG FLIGHTS AND PROBLEMS OF COSMOPLING UNDER IT. Крайнов С.В., Трегуб Е.А.	230
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ПРОЕКТЫ РАЗВИТИЯ КОСМИЧЕСКИХ КОРАБЛЕЙ МНОГОРАЗОВОГО ИСПОЛЬЗОВАНИЯ. PERSPECTIVE PROJECTS OF DEVELOPMENT OF SPACE SHIPS REUSABLE USE. Молчанов Г.А., Дроздов Н.А., Тремасова Л.С., Эшанов А.А., Трегуб Е.А.	232
КОНЦЕПЦИЯ МОДУЛЬНОГО МЕЖПЛАНЕТНОГО КОСМИЧЕСКОГО КОРАБЛЯ. CONCEPT OF A MODULAR INTERPLANETARY SPACECRAFT. Егоров В.Е., Никишкина О.В., Нечаева И.В.	234
Секция 3. «К.Э. ЦИОЛКОВСКИЙ И МЕХАНИКА КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЁТА».....	236
НАУЧНЫЙ КОНСУЛЬТАНТ В КБ-1. К 100-ЛЕТИЮ СО ДНЯ РОЖДЕНИЯ К.С. КОЛЕСНИКОВА. SCIENTIFIC CONSULTANT AT KB-1. ON THE CENTENARY OF THE BIRTH OF K.S. KOLESNIKOV. Докучаев Л.В.	236
САМООЧИЩЕНИЕ ОКОЛОЗЕМНОГО КОСМИЧЕСКОГО ПРОСТРАНСТВА В РЕЗУЛЬТАТЕ СТОЛКНОВЕНИЙ НАХОДЯЩИХСЯ В НЕМ ТЕЛ. NEAR-EARTH SPACE SELF-CLEANING DUE TO COLLISIONS OF ITS BODIES. Баргов А.В., Бахтигараев Н.С.	240
ЗАДАЧА ПЕРЕВОДА СБЛИЖАЮЩЕГОСЯ С ЗЕМЛЕЙ АСТЕРОИДА АПОФИС НА ОРБИТУ СОУДАРЕНИЯ С ЛУНОЙ. A PROBLEM OF REMOVING DANGEROUS ASTEROID APORHIS FROM EARTH-COLLISION ORBIT TO MOON-COLLISION ONE. Ивашкин В.В., Стихно К.А.	243

ПОСТРОЕНИЕ ТРАЕКТОРИЙ ВОЗВРАЩЕНИЯ КА С ЛУНЫ НА ЗЕМЛЮ. RETURN TRAJECTORIES FLYING FROM THE MOON TO THE EARTH BUILDING.	
Гордиенко Е.С., Худорожков П.А., Симонов А.В.	245
РАЗРАБОТКА СХЕМЫ ПОЛЁТА ПЕРСПЕКТИВНОГО КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЯ ВЕНЕРЫ. DEVELOPMENT OF A FLIGHT SCHEME FOR A PERSPECTIVE SPACECRAFT FOR VENUS EXPLORATION.	
Симонов А.В., Косенкова А.В., Гордиенко Е.С., Поль В.Г.	248
КОМБИНИРОВАННЫЙ МЕТОД УВОДА КРУПНОГАБАРИТНОГО КОСМИЧЕСКОГО МУСОРА С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭЛЕКТРОРЕАКТИВНОЙ ДВИГАТЕЛЬНОЙ УСТАНОВКИ. DEORBITING LARGE-SIZE ORBITAL DEBRIS FROM THE NEAR-EARTH ORBITS BY COMBINED METHOD WITH ELECTRIC PROPULSION SYSTEM.	
Голубек А.В.	251
О ПОСТРОЕНИИ ОПТИМАЛЬНЫХ ТРАЕКТОРИЙ ДЛЯ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА С РЕАКТИВНЫМ ДВИГАТЕЛЕМ БОЛЬШОЙ ОГРАНИЧЕННОЙ ТЯГИ В ЗАДАЧАХ С ФАЗИРОВКОЙ. ABOUT OPTIMAL TRAJECTORIES DESIGN FOR THE SPACECRAFT WITH A JET ENGINE OF A LARGE LIMITED THRUST IN PROBLEMS WITH THE PHASING CONDITION.	
Григорьев И.С., Заплетин М.П., Самохин А.С., Самохина М.А.	253
АНАЛИЗ ХАРАКТЕРИСТИК ВОЗМОЖНОЙ ЭКСПЕДИЦИИ К АПОФИСУ С СОЗДАНИЕМ СПУТНИКОВ АСТЕРОИДА И С ВОЗВРАТОМ К ЗЕМЛЕ. CHARACTERISTICS ANALYSIS FOR THE EARTH-APOPHIS-EARTH POSSIBLE MISSION WITH CREATION OF THE ASTEROID ARTIFITIAL SATELLITES.	
Ивашкин В.В., Lang A., Guo P.	256
О 10-Х СОРЕВНОВАНИЯХ ПО ГЛОБАЛЬНОЙ ОПТИМИЗАЦИИ ТРАЕКТОРИЙ: МОДЕЛЬ ЗАСЕЛЕНИЯ ГАЛАКТИКИ, РЕЗУЛЬТАТЫ. ABOUT THE 10TH EDITION OF THE GLOBAL TRAJECTORY OPTIMIZATION COMPETITION: GALAXY SETTLEMENT MODEL, RESULTS.	
Самохина М.А., Самохин А.С.	259
АНАЛИЗ ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ЗАТРАТ ПРИ ВЫБОРЕ ОРБИТЫ ЛУННОЙ ОРБИТАЛЬНОЙ СТАНЦИИ. ANALYSIS OF ENERGY COSTS WHEN CHOOSING ORBITS OF THE LUNAR SPACE STATION.	
Боровенко В.Н., Харлов Б.Н.	261
ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТЕЙ МОНИТОРИНГА ЗАДАННЫХ ОБЪЕКТОВ С ПОМОЩЬЮ НАУЧНОЙ АППАРАТУРЫ РОССИЙСКОГО СЕГМЕНТА МКС. THE ASSESSMENT OF MONITORING CAPABILITIES OF SPECIFIED	

OBJECTS WITH THE HELP OF SCIENTIFIC EQUIPMENT OF THE ISS RUSSIAN SEGMENT. Есаков А.М.....	264
РАЗРАБОТКА ПРОГРАММНО-БАЛЛИСТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПЕРЕЛЕТА К ЮПИТЕРУ И АНАЛИЗ ТРАЕКТОРИИ КОСМИЧЕСКОГО АППАРАТА В ОКРЕСТНОСТИ ПЛАНЕТЫ. DEVELOPMENT OF BALLISTIC SUPPORT FOR THE FLIGHT TO JUPITER AND ANALYSIS OF THE TRAJECTORY OF THE SPACECRAFT IN THE VICINITY OF THE PLANET. Яблоновский П.А., Бондаренко Ю.А.	266
МЕТОДИКА ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОБЛИКА ПЛАНИРУЮЩЕЙ ПАРАШЮТНОЙ ГРУЗОВОЙ СИСТЕМЫ С УЧЕТОМ ПАРАМЕТРОВ ТРАНСПОРТНОЙ ОПЕРАЦИИ. METHOD OF CARGO RAM-AIR PARACHUTE DESIGN FOR TRANSPORT OPERATIONPARAMETERS. Арувелли С.В.	268
К ИСТОРИИ ОСУЩЕСТВЛЕНИЯ ПЛАНОВ ЭНТУЗИАСТОВ КОСМОНАВТИКИ. TO THE HISTORY OF REALIATION THE PROECTS . OF ENTUZIASTES OF THE COSMONAUTICS. Ефимов Г.Б., Ефимова М.В.....	271
ТИМУР МАГОМЕТОВИЧ ЭНЕЕВ — ЭНТУЗИАСТ КОСМОНАВТИКИ. TIMUR MAGOMETOVICH ENEEV IS ENTHUSIAST OF THE COSMONAUTICS. Ефимов Г.Б., Ефимова М.В.....	276
Секция 4. «К.Э. ЦИОЛКОВСКИЙ И ПРОБЛЕМЫ КОСМИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ И БИОЛОГИИ»	287
К ВОПРОСУ ОБ ОПЕРАТИВНОЙ ДИАГНОСТИКЕ ДИСБИОТИЧЕСКИХ СОСТОЯНИЙ ПРИМЕНИТЕЛЬНО К ЗАДАЧАМ КОСМИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ. PERTAINS TO RUNTIME DIAGNOSTICS OF DYSBiotic CIRCUMSTANCE FOR THE PURPOSE OF PROBLEMS OF COSMIC MEDICINE. Ильин В.К., Соловьёва З.О., Скедина М.А., Кривоногов И.А.	287
ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОЕ ВРАЩЕНИЕ ВОКРУГ ПРОДОЛЬНОЙ ОСИ ТЕЛА В ГОРИЗОНТАЛЬНОМ ПОЛОЖЕНИИ — ПЕРСПЕКТИВНЫЙ МЕТОД ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КОСМИЧЕСКОЙ БОЛЕЗНИ ДВИЖЕНИЯ В ПОЛЕТАХ НА ЛУНУ. CONTINUOUS ROTATION AROUND THE LONGITUDINAL AXIS OF THE BODY IN A HORIZONTAL POSITION IS A PROSPECTIVE METHOD FOR PREDICTING THE SPACE MOTION SICKNESS IN FLIGHTS TO THE MOON. Мацнев Э.И., Сигалева Е.Э.....	294
ВЫЖИВАЕМОСТЬ РАЗНЫХ ВИДОВ МИКРООРГАНИЗМОВ НА ВНЕШНЕЙ СТОРОНЕ МКС. SURVIVAL OF DIFFERENT TYPES OF MICROORGANISMS ON THE OUTER SIDE OF THE ISS.	

Дешева Е.А., Фиалкина С.В., Гуридов А.А., Щербакова В.А.,
Шубралова Е.В., Цыганков О.С., Новикова Н.Д. 298

РОЛЬ НАЗЕМНЫХ МОДЕЛЬНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТОВ В ИЗУЧЕНИИ
ГОМЕОСТАТИЧЕСКИХ РЕАКЦИЙ ОРГАНИЗМА ЧЕЛОВЕКА ПРИ
ДЕЙСТВИИ ФАКТОРОВ КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЁТА. ROLE OF GROUND-
BASED MODEL EXPERIMENTS IN STUDYING HOMEOSTATIC
REACTIONS OF HUMAN BODY AFFECTED BY SPACE FLIGHT FACTORS.
Васильева Г.Ю., Белаковский М.С., Афанасьева Д.П. 300

У ИСТОКОВ СТАНОВЛЕНИЯ И РАЗВИТИЯ АВИАЦИОННО-
КОСМИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ. AT THE ORIGINS OF THE FORMATION
AND DEVELOPMENT OF AVIATION AND SPACE MEDICINE.
Меденков А.А., Дворников М.В. 305

ИЗУЧЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ФАКТОРОВ КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЁТА НА
КОСТНУЮ ТКАНЬ (В ИМБП). STUDY OF THE IMPACT OF SPACE FLIGHT
FACTORS ON BONE TISSUE (AT IBMP).
Кабицкая О.Е., Лукичёва Н.А. 309

ИЗМЕНЕНИЯ МИКРОФЛОРЫ ИСПЫТАТЕЛЕЙ В ПЕРИОД ОСТРОЙ
АДАПТАЦИИ В УСЛОВИЯХ ИЗОЛЯЦИИ И МЕТОДЫ КОРРЕКЦИИ
ПОТЕНЦИАЛЬНЫХ ДИСБАКТЕРИОЗОВ.
Ильин В.К., Комиссарова Д.В., Усанова Н.А., Морозова Ю.А.,
Старкова Л.В., Шеф К.А. 311

ПЕРСПЕКТИВА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ МЕТОДА РЕГИСТРАЦИИ
РАЗЛИЧНЫХ КЛАССОВ ОТОАКУСТИЧЕСКОЙ ЭМИССИИ ДЛЯ
ДИНАМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ СОСТОЯНИЯ ВНУТРИЧЕРЕПНОГО
ДАВЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ МОДЕЛИРУЕМОЙ МИКРОГРАВИТАЦИИ
И КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЁТА.
Пасекова О.Б., Сигалева Е.Э., Марченко Л.Ю., Мацнев Э.И. 314

УСТОЙЧИВОСТЬ ШТАММОВ ВИДА *BACILLUS SP.*, ВЫДЕЛЕННЫХ
ИЗ СРЕДЫ ОБИТАНИЯ МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ,
К ДЕЙСТВИЮ ДНК-ПОВРЕЖДАЮЩИХ ФАКТОРОВ. RESISTANCE OF
BACILLUS SP. STRAINS ISOLATED FROM HABITAT OF THE ISS TO
EFFECTS OF DNA DAMAGING FACTORS IN OUTER SPACE.
Осипова П.Д., Домашин А.И., Карпов Д.С., Котлов М.И., Поддубко С.В.,
Новикова Н.Д. 318

Секция 5. «АВИАЦИЯ И ВОЗДУХОПЛАВАНИЕ» 323

СОКРОВИЩНИЦА ИСТОРИИ ОТЕЧЕСТВЕННОЙ АВИАЦИИ.
THE TREASURE TROVE OF THE HISTORY OF RUSSIAN AVIATION.
Каркашадзе В.Г. 323

ПРОБЛЕМЫ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ПОЛЕТОВ
ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ НА АЭРОДРОМАХ МЕСТНЫХ ВОЗДУШНЫХ
ЛИНИЙ, ВРЕМЕННЫХ АЭРОДРОМАХ И АЭРОДРОМНЫХ ПЛОЩАДКАХ.

PROBLEMS OF METEOROLOGICAL SUPPORT OF CIVIL AVIATION FLIGHTS AT LOCAL AIR LINES AIRFIELDS, TEMPORARY AIRFIELDS AND AIRFIELD SITES.	
Болелов Э.А.	325
МОДЕЛЬ БОРТОВОГО НАВИГАЦИОННОГО КОМПЛЕКСА ВОЗДУШНОГО СУДНА, КАК ОБЪЕКТА УПРАВЛЕНИЯ ЕГО ТЕХНИЧЕСКИМ СОСТОЯНИЕМ. MODEL OF AN AIRCRAFT'S ONBOARD NAVIGATION SYSTEM AS AN OBJECT FOR MANAGING ITS TECHNICAL CONDITION.	
Болелов Э.А., Воскресенский Н.Ю.	329
ПРИМЕНЕНИЕ ФУНКЦИИ ЖУКОВСКОГО В ТЕОРИИ ПОЛЁТОВ. APPLICATION OF THE ZHUKOVSKY FUNCTION IN THE THEORY OF FLIGHT.	
Дементьев Ю.И., Богданова С.Б.	332
ИССЛЕДОВАНИЯ ПО ФОРМИРОВАНИЮ ОБЛИКА МНОГОВИНТОВОГО ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА ДЛЯ КРАНОВО-МОНТАЖНЫХ РАБОТ. RESEARCH ON THE FORMATION OF THE LOOK MULTI-SCREW AIRCRAFT FOR CRANE INSTALLATION WORKS.	
Косушкин К.Г., Маврицкий В.И.	335
ФУНКЦИОНАЛЬНОЕ ДИАГНОСТИРОВАНИЕ БОРТОВОГО НАВИГАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ ВС. FUNCTIONAL DIAGNOSTICS ON-BOARD NAVIGATION EQUIPMENT OF THE AIRCRAFT.	
Кудинов А.Т., Шикалов В.Н.	338
ПОНЯТИЕ ОБ «ОШИБКЕ ПИЛОТА» В КАБИНЕ ВЫСОКОАВТОМАТИЗИРОВАННОГО ЛА. THE CONCEPT OF PILOT'S ERROR IN THE HIGHLY-AUTOMATED COCKPIT.	
Меликова М.Б.	341
К ВОПРОСУ ОБ ИДЕНТИФИКАЦИИ ТРАНСДИСЦИПЛИНАРНОГО ПОДХОДА В СИСТЕМНЫХ ИССЛЕДОВАНИЯХ АВИАЦИИ И АВИАЦИОННОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ. TO THE QUESTION OF IDENTIFICATION OF TRANSDISCIPLINARY APPROACH IN SYSTEM RESEARCHES OF AIRCRAFT AND AVIATION ACTIVITY.	
Сливицкий А.Б.	343
СТРУКТУРА МАТЕМАТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРЕНАЖЕРНЫХ СИСТЕМ ОБУЧЕНИЯ АВИАЦИОННОГО ПЕРСОНАЛА ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИИ. STRUCTURE OF MATHEMATICAL SUPPORT FOR TRAINING SIMULATORS FOR CIVIL AVIATION PERSONNEL.	
Шалупин С.В.	345
МНОГОФУНКЦИОНАЛЬНЫЙ ЭНЕРГОУЗЕЛ ДЛЯ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ НА ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТАХ РАЗЛИЧНОГО НАЗНАЧЕНИЯ.	

MULTIFUNCTIONAL POWER UNIT FOR USE ON VARIOUS TYPES OF AIRCRAFT. Алешин К.Г., Дубинин В.С.	349
ПРИМЕНЕНИЕ ЭФФЕКТА РАНКА В КОНСТРУКЦИИ КАМЕРЫ СГОРАНИЯ. APPLICATION OF RANQUE EFFECT IN CONSTRUCTION OF COMBUSTION CHAMBER. Лебедев С.Ю.	350
ПЕРСПЕКТИВЫ ПОВЫШЕНИЯ ТЯГИ ДВИГАТЕЛЕЙ С ПРИМЕНЕНИЕМ ЭФФЕКТА ШАУБЕРГЕРА. PROSPECTS FOR INCREASING ENGINE THRUST USING THE SCHAUBERGER EFFECT. Сухорученко В.В.	352
ВЛИЯНИЕ КОНСТРУКТИВНЫХ И ЭКСПЛУАТАЦИОННЫХ ФАКТОРОВ НА ВИХРЕОБРАЗОВАНИЕ ГТД. EFFECT OF CONSTRUCTIVE AND OPERATIONAL FACTORS ON VORTEX FORMATION. Комов А.А.	353
АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ.....	358