Министерство культуры Российской Федерации
Министерство науки и высшего образования Российской Федерации
Российская академия наук
Государственный музей истории космонавтики
имени К.Э. Циолковского
Институт истории естествознания и техники имени С.И. Вавилова
Российской академии наук
Российская академия космонавтики им. К.Э. Циолковского

К.Э. ЦИОЛКОВСКИЙ. ИСТОРИЯ, ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОСМОНАВТИКИ

Материалы
LXI Научных чтений, посвященных разработке научного наследия и развитию идей К.Э. Циолковского

Часть 2

Калуга, 2026

The Ministry of Culture of the Russian Federation
The Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation
The Russian Academy of Sciences
The K.E. Tsiolkovsky State Museum of the History of Cosmonautics
The S.I. Vavilov Institute of the History of Natural Sciences and
Technology of the Russian Academy of Sciences
The Russian Academy of Cosmonautics named after K.E. Tsiolkovsky

K.E. TSIOLKOVSKY. HISTORY, ACHIEVEMENTS AND PROSPECTS OF THE DEVELOPMENT OF COSMONAUTICS

Materials of the LXI Scientific Readings
devoted to the development of K.E. Tsiolkovsky's
scientific heritage and ideas

Part 2

Kaluga, 2026

ББК
И

LXI Научные чтения, посвященные разработке научного наследия и развитию идей К.Э. Циолковского 2026 г., проводятся при содействии Правительства Калужской области

***

Ответственные за выпуск:
Н.А. Абакумова, А.А. Мясников, Л.Н. Канунова

РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ:

Академик РАН В.А. Соловьев (председатель), Н.А. Абакумова (сопредседатель), д-р техн. наук, проф. В.А. Алтунин, канд. техн. наук Н.Б. Бодин, д-р техн. наук, проф. В.В. Воробьёв, д-р техн. наук В.А. Воронцов, канд. техн. наук, доц. Н.В. Гевак, д-р техн. наук, проф. Л.В. Докучаев, М.В. Доронина, Т.Н. Желнина, д-р физ.-мат. наук, проф. В.В. Ивашкин, д-р мед. наук, член-корр. РАН В.К. Ильин, Л.Н. Канунова (отв. секретарь), Е.Н. Коробейникова д-р филос. наук, канд. техн. наук, проф. С.В. Кричевский, 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, канд. техн. наук Д.А. Темарцев, д-р техн. наук, проф. А.А. Позин, д-р мед. наук, проф. РАН Е.Э. Сигалева, д-р физ.-мат. наук В.И. Стрелов, Е.А. Тимошенкова, д-р техн. наук, проф. В.В. Хартов, канд. ист. наук А.В. Хорунжий, канд. техн. наук В.А. Шувалов, канд. техн. наук А.А. Яковлев.

К.Э. ЦИОЛКОВСКИЙ. ИСТОРИЯ, ДОСТИЖЕНИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ РАЗВИТИЯ КОСМОНАВТИКИ
И

Материалы LXI Научных чтений, посвященных разработке научного наследия и развитию идей К.Э. Циолковского. Часть 2. Калуга: ИП Стрельцов И.А. (Изд-во «Эйдос»). 2026. – ... с. – 350 экз.

ISBN

ISBN
ISBN

© Авторы докладов, 2026

Секция 3
«К.Э. ЦИОЛКОВСКИЙ И МЕХАНИКА КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЁТА»

УДК 629.785
eLIBRARY.RU: 89.00.00

Докучаев Л.В.
Dokuchaev L.V.
доктор технических наук, профессор
главный научный сотрудник
АО «ЦНИИмаш», г. Королев, Московской обл.
Ивашкин В.В.
Ivashkin V.V.
доктор физико-математических наук, профессор
главный научный сотрудник
ИПМ им. М.В. Келдыша РАН, г. Москва
Петухов В.Г.
Petukhov V.G.
член-корреспондент РАН
доктор технических наук
директор НИИ ПМЭ МАИ
г. Москва

О РОЛИ ОКБ-1 В РАЗВИТИИ КОСМОНАВТИКИ В РОССИИ И В МИРЕ

ON OKB-1 ROLE IN DEVELOPMENT OF COSMONAUTICS IN RUSSIA AND WORLD

Аннотация. В статье кратко описан вклад ОКБ-1 в становление и развитие отечественной и мировой ракетно-космической техники и цивилизации. Отмечены основные шаги истории ОКБ-1: от отдела внутри НИИ-88 до всемирно известной РКК «Энергии». Отмечена связь ОКБ-1 с его Главным Конструктором Королевым С.П. С одной стороны, развитие ОКБ-1 шло неразрывно с развитием самого Королева, как личности, инженера, ученого. С другой стороны, космические достижения ОКБ-1 и всей советской науки и техники, у истоков которых стоял, как Главный Конструктор, Королев С.П., в значительной степени вызывали рост мировой космонавтики. Отмечено развитие, вместе с Королевым С.П. и ОКБ-1, целой

«когорты» выдающихся личностей, как Бармина В.П., Глушко В.П., Келдыша М.В., Мишина В.П., Тихонравова М.К., Кузнецова В.М., Рязанского М.С., Пилюгина Н.А., Раушенбаха Б.В. и др.

Ключевые слова: Чтения памяти К.Э. Циолковского, Механика космического полета, ОКБ-1

Abstract. This article briefly describes OKB-1's contribution to the development of domestic and global rocket and space technology and civilization. It charts the key stages of OKB-1's history: from a department within NII-88 to the world-famous RSC «Energia». OKB-1's connection with its Chief Designer, S.P. Korolev, is highlighted. On the one hand, OKB-1's development was inextricably linked with Korolev's own development as a person, engineer, and scientist. On the other hand, the space achievements of OKB-1 and all of Soviet science and technology, pioneered by S.P. Korolev as Chief Designer, significantly contributed to the growth of global cosmonautics. The development of S.P. Korolev, along with his work, is also highlighted, and OKB-1, a whole “cohort” of outstanding personalities such as V.P. Barmin, V.P. Glushko, M.V. Keldysh, V.P. Mishin, M.K. Tikhonravov, V.M. Kuznetsov, M.S. Ryazansky, N.A. Pilyugin, B.V. Rauschenbach and others.

Keywords: Scientific Readings devoted to the development of K.E. Tsiolkovsky's scientific heritage and ideas, Space Flight Mechanics, OKB-1.

В октябре 1957 года весь мир смотрел вверх, на небо. В небе летал первый искусственный спутник Земли, созданный в советском конструкторском бюро. Он посылал сигнал, изменивший ход цивилизации. Но за этим «бип-бип» стояли не просто чертежи и металл. За ними стояли судьбы людей, прошедших через горнило страданий, войну и гонку за современными технологиями. История ОКБ-1 — это не летопись КБ и завода, это эпос о том, как мечта о звездах победила земное притяжение и земные проблемы. На основе [1-5] кратко опишем основные моменты развития космонавтики, связанные с зарождением и становлением ОКБ-1.

1930-е годы

Все началось не с гигантских цехов, а с энтузиазма. Еще К.Э. Циолковский за счет личных средств добился публикации своих первых теоретических работ по движению ракет, по космонавтике. Он доказал, что, используя ракеты, можно выйти в космос. Некоторые его результаты, например, формулы Циолковского, используются на практике до сих пор. И советская власть не отбросила его творческое наследие, а поддерживало продолжение этой работы. В начале 1930-х

Советский Союз переживал романтический подъем. В Москве группа энтузиастов создала Московский ГИРД (Группа изучения реактивного движения). В их числе были имена, которые вскоре станут легендами: Сергей Королев, Фридрих Цандер, Михаил Тихонравов и др. Параллельно в Ленинграде работала Газодинамическая лаборатория (ГДЛ) под началом Николая Тихомирова и Валентина Глушко. 21 сентября 1933 года по инициативе Михаила Тухачевского, увидевшего в ракетах оружие будущего, ГИРД и ГДЛ были объединены в Реактивный научно-исследовательский институт (РНИИ, размещенный на северной окраине Москвы, у речки Лихоборки. Сейчас здесь Центр Келдыша). Это был первый в мире Государственный Институт по решению проблем ракетной техники и Космонавтики. В РНИИ были заложены основы ряда будущих ракетно-космических организаций, как Центр Келдыша, ЦНИИМаш, ОКБ-1 и др. Королев С.П. работал вначале одним из руководителей РНИИ. Казалось, вот-вот, и наступит новая, сияющая космическая эра. Уже в августе 1933 года взлетела первая жидкостная ракета ГИРД-09. В РНИИ вместе работали и Сергей Королев, и Валентин Глушко, и Фридрих Цандер, и Михаил Тихонравов, и Борис Раушенбах, и другие энтузиасты – пионеры космонавтики. Цандер Ф.А. каждое утро приходил в Институт и шел к своему столу, у которого висел плакат «Вперед, на Марс». А А.Я. Штернфельд, только что прибывший в СССР из Франции (ведь он был пророчески уверен, что именно в Советском Союзе будет впервые запущен Искусственный спутник Земли!), шел к своему столу писать свою знаменитую книгу («initiation ‘a la cosmonautique»-«Введение в Космонавтику», эта книга была опубликована впервые в 1937 г., в СССР).

Но жизнь распорядилась иначе. «Дело военных» 1937 года оборвало жизнь Тухачевского. Директор РНИИ Иван Клейменов и главный инженер Георгий Лангемак были расстреляны в 1938-м. Они будут реабилитированы лишь позже, после войны, а Клейменов посмертно станет Героем Социалистического Труда. Их идеи легли в основу знаменитых «Катюш», но путь к звездам был отложен.

Война

Сергей Королев был арестован 27 июня 1938 года. Колыма, золотой прииск на Магадане, цинга и истощение. Он мог скончаться там, как и многие другие. Чудом, благодаря ходатайству Андрея Туполева, под чьим руководством Королев С.П., будучи студентом, делал дипломный проект в «Бауманском училище», его перевели в московскую «шарашку» (ЦКБ-29 НКВД). Война застала его в Омске, где он, все

еще будучи заключенным, работал над бомбардировщиками Пе-2 и Ту-2. Лишь в 1944 году его досрочно освободили.

Валентин Глушко, будущий создатель лучших в мире ракетных двигателей, разделил ту же участь. Арестованный в марте 1938-го, он прошел через Бутырку и Лубянку, прежде чем попасть в тюремное ОКБ в Казани. Там, в неволе, он создавал жидкостные двигатели для истребителей, которые помогали советским летчикам побеждать в небе войны. Освобождение ему также пришло в 1944-м со снятием судимости — редкий случай для того времени.

Среди молодых талантов был и Василий Мишин, выпускник МАИ 1941 года. Он работал у Болховитинова, участвовал в создании первого ракетного истребителя БИ-1.

Война стала для них всех жестоким, но необходимым университетом. И они никогда не жаловались на выпавшие на их долю страдания.

Победа! 1945 год

К концу войны, к 1944 году, была получена информация, в частности, от У. Черчиля, о разработке и испытаниях немцами нового, ракетного оружия. И. Сталин быстро оценил значение этого оружия. Стало ясно: немцы в ракетной технике ушли далеко вперед. Их реактивные истребители и ракета Фау-2, наводившая ужас на Лондон, требовали изучения. И. Сталин отдал приказ: догнать и перегнать.

После Победы в Германии создается «хозяйство Тюлина». Советские специалисты, включая Королева С.П., Чертока Б.Е., Аппазова Р.Ф., Пилюгина Н.А., Рязанского М.С. и других наших специалистов, направляются сначала в Польшу, затем – в Германию, для изучения немецкой техники. В частности, их цели – Пенемюнде (у острова Узедом) и подземный завод «Миттельверк» в Нордхаузене.

Но многое было ими получено от общения с Германией и в житейском плане. Р.Ф. Аппазов, будущий начальник баллистического отдела ОКБ-1, часто рассказывал, как он был поражен немецкой аккуратностью, их образом жизни, ответственностью. Он в Германии жил «на частном секторе», у хозяйки. Хотя, только что по Германии прошла разрушительная война, в доме было все очень чисто, все было аккуратно убрано. В магазинах все продавалось. Утром хозяйка ходила в магазины, перед этим она писала себе на листочке, что надо купить: того-то столько-то грамм, того-то столько-то грамм и т.д. Регулярно (примерно раз в несколько дней) приходил курьер, привозил пиво: того-то пива столько-то бутылок, того-то пива столько-то бутылок и т.д. Регулярно (примерно раз в неделю) приезжали рабочие на машине с дровами. Спрашивали, надо ли попилить и поколоть дрова по

размеру. Если надо было, то доставали большую подстилку, стелили ее на землю, доставали «козлы» для пилки. Спрашивали, нужны ли хозяйке опилки. Если нужны, то после пилки относили ей эти опилки, брали деньги за опилки и т. д. и т.д.

Но главным, конечно, было – собрать в Германии информацию о немецких ракетах. Это была гонка с американцами. Наши союзники тоже стремились, как и мы, получить данные по ракетам Фау. Союзники вывезли лучшую часть оборудования, но советским инженерам удалось собрать по крупицам чертежи, документацию и остатки 25–30 ракет Фау-2. В мае 1945 года группа Глушко В.П. запустила двигательную установку Фау-2 на немецком полигоне. Это был первый шаг к выполнению нашей ракетной программы.

Постановление СМ СССР – 13 мая 1946 года

Ключевой датой, с которой ведет отсчет отечественное современное ракетостроение, стало 13 мая 1946 года. Тогда Совет Министров (СМ) СССР принимает историческое постановление № 1017-419 сс. Под ним стоит подпись Иосифа В. Сталина, а в числе исполнителей – Дмитрий Устинов, нарком вооружения, человек с железной волей и организаторским гением.

На базе артиллерийского завода № 88 в Подлипках (в подмосковном Калининграде, ныне Королеве) был создан институт НИИ-88, центральный институт по исследованию проблем реактивного движения и вооружения. Он стал «материнской организацией» многих будущих КБ в области реактивной техники и космонавтики. Директором НИИ-88 был назначен Лев Гонор. Это был блестящий выбор Устинова Д. Гонор Л., прошедший путь от мастера до генерал-майора, доказал свои способности еще в Сталинграде, налаживая выпуск орудий. Теперь ему предстояло управлять не одним заводом, а целой отраслью. В рамках НИИ-88 в 1950 г. был основан ОКБ-1. Главным конструктором по ракетам дальнего действия становится С.П. Королев. Сначала он руководил в НИИ-88 отделом №3, позже – ОКБ-1.

Параллельно формируются КБ А.М. Исаева (ЖРД, Зенитные ракеты), Севрука Д.Д., создаются отдел и институт систем управления (Пилюгин Н.А., Черток Б.Е.), гироскопов (Кузнецов В.И.) и двигателей (Глушко В.П. в ОКБ-456). Затем был основан НИИ-885 (НИИ Космического приборостроения, М.С. Рязанский).

В августе 1946 года институт НИИ-88 начал работу. Перед ним стояла задача: не просто скопировать Фау-2, а создать свою, лучшую ракету.

В 1947 году на полигоне Капустин Яр, под руководством генерала Вознюка, начались пуски трофейных Фау-2. А уже в 1948 году взлетела советская ракета Р-1, с дальностью 300 км. Но Королев мечтал о большем.

Вокруг НИИ-88 и Королева С.П. сформировался совет главных конструкторов, вошедший в историю как «Великолепная шестерка»: Королев С.П., Глушко В.П., Пилюгин Н.А., Бармин В.П., Кузнецов В.И., Рязанский М.С. Они были разными, иногда спорили до хрипоты [5]. Неформальная организация этой «шестерки» помогала ускорить решение трудных, сложных комплексных проблем.

Особые отношения сложились у Королева С.П. с Янгелем М.К. В 1952 году директором НИИ-88 был назначен Янгель М.К.. Оба были талантливы, оба упрямы, оба видели решение там, где другие видели тупик. Их конкуренция двигала прогресс, хотя иногда и осложняла работу [5]. При Янгеле М.К. в 1953 году были успешно испытаны ракеты Р-5, способные нести ядерный заряд на 1200 км.

Но настоящий прорыв требовал межконтинентальной дальности. В 1954 году работы по Межконтинентальной Баллистической Ракете (МБР) получили статус задачи особой государственной важности. НИИ-88 освободили от серийного производства, чтобы сосредоточиться на науке и опытных образцах. Успех имел свою цену. НИИ-88 разросся и стал неповоротливым. 14 августа 1956 года Королев С.П. добился выделения ОКБ-1 из НИИ-88 в самостоятельную структуру с опытным заводом (будущая РКК «Энергия») [5]. Отделились и некоторые другие бюро, как, например, ОКБ-2 Исаева (ныне КБ «Химмаш»).

1-ый ИСЗ-1957 год

21 августа 1957 года ракета Р-7 впервые в истории человечества преодолела межконтинентальную дальность. Хрущев получил козырь в Холодной войне: у СССР есть ракета, способная доставить атомный заряд в любую точку планеты.

Но Королев С.П. с ОКБ-1 готовили главный сюрприз. Еще в 1954 г. С.П. Королев получил от Тихонравова М.К. докладную записку с предложением готовить запуск 1-го искусственного спутника Земли [3] на основе ракеты Р-7. Вокруг Тихонравова М.К. сформировалась талантливая инженерная группа (Яцунский И.М., Максимов Г.Ю., Бажинов И.К., Гурко О.В. и др.). Они доказали, что использование т.н. «пакетной» схемы для разработки составной ракеты дает возможность запустить искусственный спутник Земли. Ученые Отделения прикладной математики МИ АН СССР во главе с академиком Келдышем М.В. также поддержали эту идею. И вот 4-го октября 1957

года разработанная в ОКБ-1 ракета 8К71 ПС вывела на орбиту Первый Искусственный Спутник Земли «Простейший спутник». Мир рукоплескал. ОКБ-1, еще недавно бывшее лишь отделом внутри НИИ-88, стало символом советской мощи и научно-технического триумфа.

Началась новая, космическая эра в земной Цивилизации. Впереди – Юрий Гагарин и другие пионерские достижения, но и проблемы, трудности.

История создания ОКБ-1 — это не просто перечень дат и приказов. Это история о том, как вчерашние зэки и фронтовики, работая в бараках, создали технологии, которыми человечество пользуется до сих пор. От Льва Гонора, выстроившего ракетно-космическую систему, до Дмитрия Устинова, пробивавшего ресурсы, и Сергея Королева, видевшего цель за горизонтом. В юбилейную дату организации ОКБ-1 мы вспоминаем не только ракеты и спутники. Мы вспоминаем людей, которые доказали, что даже из пепла войны может восстать крылатая мечта, способная унести человека к звездам. ОКБ-1 заложило код космической эры, и этот код работает до сих пор.

Литература

1. Творческое наследие Сергея Павловича Королева. М.: Наука, 1980.
2. Тихонравов М.К., Яцунский И.М., Максимов Г.Ю., Бажинов И.К. Гурко О.В. Основы теории полета и элементы проектирования искусственных спутников Земли//М.: Машиностроение. 1967. 296 с.
3. Афендикова Н.Г. К истории начала космической эры. Докладная записка Тихонравова // Препринты ИПМ им. М.В. Келдыша. 2015,.№52,22 с. URL: http://library.keldysh.ru/preprint.asp?id=2015-52.
4. Научный центр космонавтики и ракетостроения. ЦНИИМаш // М.: ЗАО «Международная программа образования», 2000, 438 с.

УДК 621.314.5
eLIBRARY.RU: 89.57.35

Бетанов В.В.
Betanov V.V.
доктор технических наук, профессор
академик РАРАН
заслуженный деятель науки РФ
АО «РКС», г. Москва

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НАВИГАЦИОННО-БАЛЛИСТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ КА В УСЛОВИЯХ РЕШЕНИЯ ОБОБЩЕННЫХ НЕКОРРЕКТНЫХ ЗАДАЧ

TECHNOLOGICAL FOUNDATIONS OF NAVIGATION AND BALLISTIC SUPPORT FOR SPACECRAFT CONTROL UNDER CONDITIONS OF SOLVING GENERALIZED ILL-POSED PROBLEMS

Аннотация. На основе системного подхода и теории ультраоператоров введено понятие «обобщенная некорректная задача» навигационно-баллистического обеспечения (НБО) управления космическими аппаратами (КА). Введенное понятие базируется на учете объект-системы «задача-инструмент решения» задачи НБО. Одновременно изучаются технологические основы процесса вычисления в оперативном цикле расчетов. Приводятся примеры практических задач и соответствующие ленточные графики выполняемых работ.

Ключевые слова: космический аппарат, навигационно-баллистическое обеспечение, обобщенная некорректная задача.

Abstract. Based on a systems approach and the theory of ultra-operators, the concept of a “generalized ill-posed problem” of navigation and ballistic support (NBS) for spacecraft control is introduced. The proposed concept is grounded in considering the object-system “problem–solution tool” within NBS tasks. At the same time, the technological foundations of the computational process within the operational calculation cycle are examined. Examples of practical problems and corresponding Gantt charts of the performed work are presented.

Keywords: spacecraft, navigation and ballistic support, generalized ill-posed problem.

Введение. Решение различных задач навигационно-баллистического обеспечения (НБО) управления космическими аппаратами (КА) предполагает учет в полной мере инструментария решения, в качестве которого выступает автоматизированная система НБО с соответствующими подсистемами. Вместе с тем, исследование комплексного рассмотрения влияния максимального числа факторов-видов инструментария на конечный результат расчетов в известной литературе отсутствует. Главная трудность здесь, по-видимому, заключается в том, что «декомпозиционное» рассмотрение влияния

отдельных факторов в условиях больших систем требует специфических математических методов, моделей, алгоритмов, а также в каждом случае особых приемов, подходов, описаний и пр. До последнего времени отсутствовал удовлетворительный математический аппарат, который позволял бы с единых позиций комплексно описать влияние каждого фактора-вида на конечный результат с достаточной мерой глубины. Учет инструмента решения вносит коррективы и в структурные характеристики измерительных задач.

Методы и материалы; результаты. Разработанная профессором А.В. Чечкиным [1] общая теория ультраоператоров в значительной мере удовлетворяет требованиям исследования вышеназванных вопросов, т.к. в ней определяется и изучается новый вид отображений, являющихся обобщением классических понятий. Классические отображения осуществляют соответствия между точками множеств. При этом подразумевается, что точки известны с абсолютной точностью. Новые отображения, названные ультраотображениями, осуществляют соответствия между информациями о точках множеств. Таким образом, достигается общность и возможность комплексного рассмотрения вопроса, при сохранении всех возможностей детализированного описания исследуемого предмета. Основная конструкция теории, названной теорией ультрасистем, позволяет по отдельным сведениям о точке прообраза получать отдельные сведения о точке образа. На множестве ультраоператоров определяются различные операции, и изучается их алгебра.

Применение ультраоператоров и ультрасистем позволяет продуктивно описывать в том числе обобщенные структурные характеристики измерительных задач, а именно: обобщенную наблюдаемость, обобщенную управляемость, обобщенную идентифицируемость и т.д. на образе объект-системы «задача НБО-инструмент решения АС НБО», а не только в ее информационно-математическом проявлении при постановке и решении задачи.

Необходимость решения обобщенных некорректных задач НБО требует корректировки традиционного типового технологического цикла вычислений. Эта корректировка связана с совокупной последовательностью решения отдельных элементов обобщенных некорректных задач, анализ возможности решения которых базируется на исследовании вновь вводимых характеристических свойств измерительных задач. Одним из ключевых характеристических свойств в этом случае является обобщенная наблюдаемость. Под обобщенной наблюдаемостью измерительной задачи в объект-системе

может пониматься наблюдаемость задачи определения параметров движения сложного динамического объекта, например КА, не только за счет «классических» математических ее аспектов (соответствующего ранга матрицы наблюдаемости и вариантов решения в плохообусловленном случае), но также в расширенной математической трактовке и учета влияния других видов обеспечения инструментария.

При новом подходе использование информационной производной в рассматриваемой ультрасистеме позволяет ввести критерий обобщенной наблюдаемости объектов, в т.ч. и самой объект-системы в целом. Последнее особенно важно при выявлении и анализе причин аварийных и нештатных ситуаций при летных испытаниях и эксплуатации исследуемых объектов, а также при уточнении баллистического коэффициента в традиционных и нетрадиционных условиях [2,3].

Заключение. Применение рассмотренного подхода определения движения сложных динамических объектов, включая технологические аспекты НБО с учетом различных вариантов используемого инструментария, позволяет в значительной степени улучшить качество проектирования и применения программно-математических комплексов НБО и создания продуктов с новыми потребительскими свойствами и абсолютным качеством.

Литература

1. Чечкин А.В. Математическая информатика. М.: Наука, 1991, 416с.
2. Тюлин А.Е., Круглов А.В., Бетанов В.В. Уточнение согласующих коэффициентов математической модели движения КА с использованием понятия «обобщенная наблюдаемость». Журнал «Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы», № 4, 2020 г., с. 4-16.
3. Буренок В.М., Тюлин А.Е., Василенко В.В., Бетанов В.В., Свиридов К.Н., Климов С.М. Системное обоснование концептуальных положений применения передовых космических технологий. Монография под ред. В.М. Буренка и А.Е. Тюлина, РАРАН, АО «РКС». М.: Инновационное машиностроение», 2022, 384с.

УДК 629.764.015
eLIBRARY.RU: 55.49.05

Вавилин А.В.
Vavilin A.V.
ведущий инженер-конструктор
проектно-конструкторский отдел
АО «ГРЦ Макеева»
Челябинская обл., г. Миасс

МНОГОРАЗОВАЯ ОДНОСТУПЕНЧАТАЯ РАКЕТА-НОСИТЕЛЬ КОРОНА: ОСОБЕННОСТИ ПОЛЁТА

REUSABLE SINGLE-STAGE LAUNCH VEHICLE CORONA: FEATURES OF FLIGHT

Аннотация. Приведён облик и характеристики разрабатываемой одноступенчатой многоразовой ракеты-носителя КОРОНА. Описываются её отличия от традиционных многоступенчатых ракет-носителей. Приводится информация об особенностях её полета и сравнение с крылатыми многоразовыми системами.

Ключевые слова: одноступенчатая, многоразовая, ракета-носитель КОРОНА, космонавтика.

Abstract. The layout and characteristics of the being developed KORONA single-stage reusable launch vehicle are given. Its differences from traditional multistage launch vehicles are described. Information on features of its flight and comparison with winged reusable systems is provided.

Keywords: single-stage, reusable, launch vehicle, KORONA, astronautics.

Ракета, изначально предложенная К.Э. Циолковским для освоения космического пространства, была одноступенчатой и многоразовой и в качестве топлива должна была использовать кислород и водород. По мере учёта всё большего числа действующих факторов, приобретения опыта и усложнения конструкции учёный пришёл к выводу о невозможности полета в космос на одноступенчатой ракете при текущем уровне науки и технологии и предложил ракетные поезда - многоступенчатые ракеты.

В настоящий момент научные и технологические достижения позволяют вернуться к первоначальной идее и отказаться от сложных

и дорогих многоступенчатых систем и, к тому же, сделать ракету-носитель многоразовой. Таковой является РН КОРОНА.

Для обеспечения высокого конструктивного совершенства и стабильности размеров в условиях большого перепада температур в конструкции РН используется углепластик в качестве основного конструкционного материала.

Форма РН обеспечивает высокую подъемную силу на гиперзвуковом участке полёта, низкие тепловые нагрузки на боковую поверхность.

Выбранный тип маршевого двигателя (МД) - кислородно-водородный модульный двигатель внешнего расширения с усеченным центральным телом и газодинамической компенсацией усечения, обладает высоким интегральным удельным импульсом тяги и имеет автоподстройку под атмосферное давление для всех высот полёта.

Для управления при спуске РН оснащается ракетными двигателями малой тяги (РДМТ) на тех же компонентах, что и МД, только в газифицированном виде.

Сравнение особенностей полёта РН типа КОРОНА с многоступенчатыми РН показывает целый ряд особенностей её полета: более длинный и пологий участок выведения, заканчивающийся в атмосфере, наличие орбитального участка полёта, наличие участков спуска, разворота и приземления. Сравнение РН КОРОНА с крылатыми многоразовыми системами показывает ряд преимуществ: более высокую маневренность, что расширяет возможности обеспечения возвращения, как с большими отклонениями по дальности и боку, так и с большего числа орбит, меньшую теплонапряжённость большей части корпуса, соответственно меньшую массу теплозащиты, отсутствие длинных и дорогих взлётно-посадочных полос для приземления. РН имеет более высокую относительную массу полезного груза по сравнению с крылатыми системами - до 4% против 1-2%.

РН оснащается системами сближения и стыковки с ей подобными, что значительно расширяет ее возможности и позволяет осуществлять многопусковые схемы выведения с дозаправкой РН в космосе с выведением почти в два раза большей массы по сравнению с однопусковой схемой, что значительно увеличивает охват масс полезных грузов при той же размерности РН.

Предусматривается её использование до ста раз, при этом наиболее энергонапряжённые элементы используются от 25 (камеры сгорания МД, газогенераторы) до 50 раз (РДМТ управления, сопловой блок МД).

В комплексе с многоразовыми разгонными блоками РН хорошо подходит для создания космической транспортной системы, обеспечивающей выведение, возвращение полезных грузов, а также массовую орбитальную сборку модульных космических аппаратов.

Создание РН позволит изменить рынок космических услуг и интенсифицирует освоение космоса, создаст базовую систему для последующего совершенствования многоразовых систем и значительно уменьшит стоимость выведения.

УДК 629.785
eLIBRARY.RU: 89.25.15

Корянов В.В.
Koryanov V.V.
кандидат технических наук, доцент
Подчуфаров А.А.
Podchufarov A.A.
кандидат технических наук, доцент
Швецов М.В.
Shvetsov M.V.
инженер
Кутейников А.В.
Kuteinikov A.V.
инженер
МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва

БАЛЛИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СЦЕНАРИЕВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РОССИЙСКОЙ ОРБИТАЛЬНОЙ СТАНЦИИ СО СПУТНИКОВЫМИ ГРУППИРОВКАМИ

BALLISTIC ANALYSIS OF INTERACTION SCENARIOS BETWEEN THE RUSSIAN ORBITAL STATION AND SATELLITE CONSTELLATIONS

Аннотация. В работе проанализированы сценарии взаимодействия Российской орбитальной станции (РОС) со спутниковыми группировками, возможности информационного обмена и навигационного обеспечения. Исследованы баллистические аспекты использования межорбитальных буксиров и космических аппаратов-инспекторов, разработан прототип системы бортового стереозрения с применением нейросетевых алгоритмов. Подтверждена эффективность

решений для расширения функциональных возможностей и повышения автономности РОС.

Ключевые слова: Российская орбитальная станция, баллистическое проектирование, космический аппарат - буксир, орбита.

Abstract. The paper analyzes interaction scenarios between the Russian Orbital Station (ROS) and satellite constellations, as well as information exchange capabilities and navigation support. Ballistic aspects of using inter-orbital tugs and inspector spacecraft are investigated, and a prototype of an onboard stereo vision system based on neural network algorithms is developed. The effectiveness of the solutions for expanding the functional capabilities and enhancing the autonomy of the ROS is confirmed.

Keywords: Russian Orbital Station (ROS), Orbital Ballistic Desig, Orbital Tug Vehicle, Orbit.

Создание Российской орбитальной станции (РОС) является одной из ключевых задач отечественной космонавтики в условиях завершения эксплуатации Международной космической станции. Реализация проекта направлена на обеспечение технологической независимости России, сохранение компетенций в области пилотируемых полётов и развитие национальной научно-исследовательской инфраструктуры на орбите. В 2024 году были утверждены эскизный проект станции и генеральный график её создания, предусматривающий начало развёртывания в 2027 году [1].

Несмотря на значительный прогресс в проектировании Российской орбитальной станции (РОС), остаётся актуальной задача проведения комплексных исследований, направленных на системное обоснование её применения в современной космической инфраструктуре. Особую важность приобретает изучение взаимодействия РОС с существующими и перспективными орбитальными группировками. Для всестороннего решения этой проблемы необходим ряд взаимосвязанных исследований.

Проведение аналитического обзора околоземного космического пространства в районах предполагаемого размещения РОС на орбитах с наклонениями 49–54° и 94–105°. Выявлены перспективные направления взаимодействия станции со спутниковыми системами связи, навигации и дистанционного зондирования Земли. Показано, что интеграция РОС в единую информационную среду позволит повысить эффективность выполнения научных и прикладных задач при снижении эксплуатационных затрат [2].

Исследование современных подходов к организации информационного обмена между орбитальными станциями и спутниковыми группировками показало, что для одиночных аппаратов наиболее эффективны централизованные схемы взаимодействия на основе стандартов CCSDS, тогда как для крупных группировок предпочтительны децентрализованные сетевые архитектуры. Показаны преимущества гибридных систем связи, сочетающих радиоканалы и лазерные межспутниковые линии, обеспечивающих высокую пропускную способность при сохранении требуемой надёжности [3]. Исследована концепция кооперирующейся сети оптических средств наблюдения на базе РОС и автоматических космических аппаратов. Использование алгоритмов искусственного интеллекта и распределённой обработки данных позволяет перейти от пассивного мониторинга к активному прогнозированию потенциально опасных событий вблизи станции и повысить безопасность её эксплуатации.

В рамках баллистического анализа исследовано применение межорбитального буксира как средства транспортного обеспечения РОС, а также использование малых космических аппаратов-инспекторов для контроля технического состояния станции [4]. Моделирование относительного движения показало существенное влияние атмосферного торможения, солнечного давления и гравитационных возмущений на точность навигации. Для компенсации отклонений предложены методы коррекции траекторий на основе систем позиционирования и интеллектуальной обработки данных.

Полученные результаты подтверждают техническую реализуемость и перспективность интеграции автоматических космических аппаратов в операционную модель РОС.

Исследование выполнено при поддержке Министерства науки и высшего образования Российской Федерации по государственному заданию (Проект №FSFN-2025-0016).

Литература

1. Соловьёв В.А., Муртазин Р.Ф., Чудинов Н.А. Баллистические аспекты выбора орбиты российской орбитальной станции / В.А. Соловьёв, Р.Ф. Муртазин, Н.А. Чудинов // Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С.П. Королёва (РКК «Энергия»). — 2025. — № 1(48) . — С. 79-91.

2. Мониторинг техногенного засорения околоземного пространства и предупреждение об опасных ситуациях, создаваемых космическим мусором / [Алешин В.И., к.т.н., Астраханцев М.В., Афанасьева Т.И., к.т.н. и др.]; под ред. Ю.Н. Макарова, [ЦНИИмаш]. — Рязань,

[Королев]: Изд-во РИНФО, ЦНИИмаш, сор. 2015. — 243 с. ил., цв. ил.; 25. — ISBN 978-5-89885-165-1.
3. Потюпкин А.Ю., Красков В.В., Яхутин С.А, Авраменко С.В. Анализ возможностей создания системы ретрансляции для управления многоспутниковой орбитальной группировкой // Вестник Самарского университета. Аэрокосмическая техника, технологии и машиностроение. – 2025. – Т. 24. - №1. – С. 45-55. doi:10.18287/2541-7533-2025-24-1-45-55.
4. В.В. Корянов, В.П. Казаковцев. Основы теории космического полета. - Часть 3 изд. - М.: Издательство МГТУ им. Н.Э.Баумана, 2015. - 64 с.

УДК 629.7
eLIBRARY.RU: 89.00.00

Топорков А.Г.
Toporkov A.G.
кандидат технических наук
Беляев А.А.
Belyaev A.A.
кандидат технических наук
Недогарок А.А.
Nedogarok A.A.
Копылова М.А.
Kopylova M.A.
МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ НИЗКООРБИТАЛЬНЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ НА ОСНОВЕ СИГНАЛОВ ГНСС: МЕТОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ

FEATURES OF DETERMINING THE MOTION PARAMETERS OF LOW-EARTH-ORBIT SPACECRAFT BASED ON GNSS SIGNALS: METHODS AND RESULTS

Аннотация. В работе рассматривается методика определения параметров движения низкоорбитальных космических аппаратов (КА) по сигналам глобальных навигационных спутниковых систем (ГНСС). Проведён анализ подходов к обработке ГНСС-измерений, включающих совместное использование кодовых и фазовых наблюдений, а также стандартных моделей коррекции ионосферной задержки. Особое внимание уделено алгоритмам наземной

постобработки общедоступных ГНСС-данных, направленным на повышение точности навигационного решения. Представлены результаты апробации предложенных методов, подтверждающие их эффективность в рамках принятых научных подходов.

Ключевые слова: навигационный аппарат, навигационные измерения, псевдодальность, параметры орбиты, ионосферная задержка.

Abstract. This paper presents a methodology for determining the motion parameters of Low Earth Orbit (LEO) spacecraft using signals from Global Navigation Satellite Systems (GNSS). An analysis of GNSS measurement processing approaches is conducted, encompassing the combined use of code and phase observations, along with standard ionospheric delay correction models. Particular attention is given to ground-based post-processing algorithms for publicly available GNSS data, aimed at enhancing the accuracy of the navigation solution. The results of the proposed methods' validation are presented, demonstrating their effectiveness within established scientific frameworks.

Keywords: navigation receiver, navigation measurements, pseudorange, orbital parameters, ionospheric delay.

Определение орбитальных параметров низкоорбитальных КА по сигналам ГНСС активно развивается с середины 1990-х годов [1]. Этому способствовала реализация ключевых космических миссий по изучению гравитационного поля Земли (CHAMP, GRACE, GOCE), эксплуатации орбитальных комплексов и развитию дистанционного зондирования. В частности, задачи радиозондирования атмосферы требуют точности позиционирования, превышающей возможности стандартных бортовых решений [2]. Таким образом, высокоточное определение параметров движения низкоорбитальных КА средствами ГНСС остаётся актуальной научно-технической задачей для современных гражданских космических систем.

Материалы и методы

Точность и устойчивость навигационного решения определяются как выбранным методом обработки измерений, так и полнотой учёта физических возмущений. Современные подходы к орбитальному определению КА различаются типами используемых наблюдений, алгоритмами фильтрации и достигаемыми показателями точности. Помимо качества исходных данных, существенное влияние на результат оказывает точность математических моделей: погрешности описания гравитационного поля, неопределённости атмосферного сопротивления, коэффициентов давления солнечного излучения и

иные модельные ограничения вносят дополнительные систематические ошибки в оценку параметров движения.

В работе анализируются методы наземной постобработки открытых ГНСС-данных (формат RINEX), направленные на повышение точности орбитального определения. Задача решается кинематическим и динамическим методами [3]. Кинематический подход не требует математической модели движения КА, что упрощает алгоритмы, однако его точность критически зависит от качества и непрерывности измерений. Динамический метод, основанный на численном интегрировании уравнений возмущённого движения, эффективно фильтрует шумы и обеспечивает физически согласованную оценку траектории на всём интервале наблюдений за счёт корректного учёта возмущающих факторов.

В работе рассматривается задача определения орбиты низкоорбитального КА по сигналам ГНСС. Проведён анализ основных режимов позиционирования (SPP, PPP, RTK) и выполнен обзор современных программных комплексов, обеспечивающих высокоточное орбитальное определение. Отдельно исследованы алгоритмические подходы: методы первичного определения орбиты, технологии постобработки для уточнения параметров движения, а также последовательные алгоритмы оценки состояния на основе стандартного и расширенного фильтров Калмана.

Результаты и обсуждение

Рассматриваемый подход апробирован на архивных ГНСС-наблюдениях аппаратов TerraSAR-X, Sentinel, GRACE и CHAMP. Результаты подтверждают, что реализованные алгоритмы наземной постобработки обеспечивают повышение точности навигационного решения. Предложенные методики носят исследовательский характер, базируются на открытых данных и направлены на повышение надёжности навигационного обеспечения гражданских космических миссий, решающих задачи мониторинга Земли, изучения гравитационного поля и атмосферы.

Практическая значимость работы заключается в возможности использования полученных результатов при разработке и настройке алгоритмов высокоточного определения орбиты низкоорбитальных космических аппаратов, а также при выборе состава динамических моделей для обработки навигационных измерений.

Литература

1. W. Bertiger, B. Haines, D. Kuang. Precise Real-Time Low Earth Orbiter Navigation With GPS. Proceedings of the 11th International Technical

Meeting of the Satellite Division of The Institute of Navigation (ION GPS 1998), Nashville, TN, September 1998, pp. 1927-1936.
2. Montenbruck O. Space Applications. Springer Handbook of Global Navigation Satellite System. Ed. by P. Teunissen, O. Montenbruck. Springer International Publishing AG, 2017. P. 933–964.
3. Su, Hang, Wang, Kan, Yang, Xuhai, "Improving LEO Satellite Onboard SPP Orbits with Dynamic Models,"Proceedings of the 36th International Technical Meeting of the Satellite Division of The Institute of Navigation (ION GNSS+ 2023), Denver, Colorado, September 2023, pp. 2310–2318. https://doi.org/10.33012/2023.19461.

УДК 629.78
eLIBRARY.RU: 629.78

Иванюхин А.В.
Ivanyukhin A.V.
кандидат технических наук
научный сотрудник
НИИ ПМЭ МАИ, г. Москва,
РУДН им. Патриса Лумумбы, г. Москва
Зимин И.И.
Zimin I.I.
главный конструктор МКА
начальник отдела
исследований и разработки МКА
АО «ИСС» им. академика М.Ф. Решетнёва»
г. Железногорск

УПРАВЛЕНИЕ МНОГОСПУТНИКОВОЙ ГРУППИРОВКОЙ ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗОН ОБСЛУЖИВАНИЯ

CONTROL OF A MULTI-SATELLITE CONSTELLATION FOR OPTIMAL ALLOCATION OF SERVICE AREAS

Аннотация. Рассмотрена задача управления многоспутниковой группировки для распределения общих зон обслуживания между спутниками с учётом их орбитального движения, светотеневой обстановки и уровня заряда аккумуляторных батарей. Сформулирована соответствующая общая постановка несбалансированной задачи о назначениях. Предложена схема

релаксации к задаче линейного программирования с помощью серии вспомогательных задач. В качестве примера рассмотрена модельная задача управления спутниковой группировкой непрерывного покрытия.

Ключевые слова: многоспутниковые системы, орбитальное движение, зоны обслуживания, задача о назначениях.

Abstract. The problem of multi-satellite constellation control for the allocation of shared service areas among satellites is considered, taking into account their orbital motion, illumination conditions, and battery charge levels. A corresponding general formulation of the unbalanced assignment problem is presented. A relaxation scheme to a linear programming problem through a series of auxiliary problems is proposed. A model problem of continuous-coverage satellite constellation control is examined as an illustrative example.

Keywords: multi-satellite systems, orbital motion, service areas, assignment problem.

Многоспутниковые группировки глобального и регионального покрытия для обеспечения связью (интернетом) наземных потребителей являются одним из основных трендов развития современной космонавтики. Создание таких систем ставит множество новых прикладных задач при их проектировании и эксплуатации [1-4]. В частности, одной из новых задач управления многоспутниковой группировкой непрерывного покрытия является задача распределение зон обслуживания для смежных спутников при пересечении областей работы. Это типичная ситуация всегда возникает в приполярных регионах. Её решение требует учета различных факторов, связанных с орбитальной динамикой и энергетическим состоянием каждого космического аппарата (КА).

В данной работе рассмотрена задача распределения общих зон обслуживания и работы целевого оборудования в приполярных регионах между спутниками группировки с учётом их орбитального движения, светотеневой обстановки и уровня заряда аккумуляторных батарей. На основе прогноза орбитального движения, расположения зон обслуживания и притока энергии от солнечных батарей сформулирована соответствующая «общая задача о назначениях» для получения распределения задач между КА. Рассмотренная постановка включает в себя два дополнительных ограничения: условие заданной кратности областей работы и лимит нагрузки на один КА.

Для решения задачи о назначениях с ограничениями производится переход к задаче квадратичного программирования и перевод

ограничений в форму квадратичного штрафа, после чего происходит релаксация к задаче линейного программирования с помощью метода Франка-Вульфа [5]. Полученную таким образом задачу линейного программирования предлагается решать с помощью симплекс метода.

В качестве примера рассмотрена модельная задача управления глобальной спутниковой группировкой с полным покрытием, аналогичной проектам Starlink, Oneweb и Qianfan.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-79-30009, https://rscf.ru/project/25-79-30009/.

Литература

1. Walker J.G. Circular orbit patterns providing continuous whole earth coverage. 1970. № RAETR70211.
2. Можаев Г.В. Задача о непрерывном обзоре Земли и кинематически правильные спутниковые системы. I. // Космические исследования. 1972. Т. 10. Вып. 6. С. 833-840.
3. Можаев Г.В. Задача о непрерывном обзоре Земли и кинематически правильные спутниковые системы. II. // Космические исследования. 1973. Т. 11. Вып.1. С. 59-69.
4. Rider L. Optimized polar orbit constellations for redundant earth coverage // Journal of the Astronautical Sciences. 1985. Т. 33. С. 147-161.
5. Табак Д., Кур Б. Оптимальное управление и математическое программирование. М.: Наука, 1975 г. 279 с.

УДК 629.78
eLIBRARY.RU: 89.57.25

Асоскова Ю.В.
Asoskova Yu.V.
начальник сектора обработки данных ДЗЗ
АО «ЦНИИмаш», г. Королёв
Жамков А.С.
Zhamkov A.S.
кандидат физико-математических наук
заместитель начальника отделения
начальник отдела АО «ЦНИИмаш», г. Королёв

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ЭКОСИСТЕМЫ ЦЕЛЕВОГО ПРИМЕНЕНИЯ МНОГОСПУТНИКОВОЙ ОРБИТАЛЬНОЙ ГРУППИРОВКИ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

PRINCIPLES FOR ESTABLISHING AN ECOSYSTEM FOR THE MISSION-SPECIFIC APPLICATION OF A MULTI-SATELLITE ORBITAL CONSTELLATION OF SMALL SPACECRAFT

Аннотация. Приводятся основные принципы построения Экосистемы целевого применения многоспутниковой орбитальной группировки (ОГ) малых космических аппаратов (МКА) дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ). Предложена схема функционирования Экосистемы, а также описаны ее основные элементы.

Ключевые слова: Экосистема, целевое применение, многоспутниковая орбитальная группировка, малые космические аппараты, дистанционное зондирование Земли.

Abstract. The paper outlines principles for establishing an Ecosystem for the mission-specific application of a multi-satellite orbital constellation of remote sensing of the Earth. The article also proposes an ecosystem scheme and describes the key elements of the ecosystem.

Keywords: Ecosystem, target application, multi-satellite orbital constellation, small spacecraft, remote sensing of the Earth.

В условиях, когда ценность полученных данных напрямую зависит от оперативности их предоставления, возникает острая необходимость перехода от разрозненных сервисов к единой цифровой Экосистеме целевого применения многоспутниковой ОГ ДЗЗ.

Под Экосистемой понимается комплексная модель, обеспечивающая бесконфликтное задействование средств наземных комплексов управления (НКУ) и наземных комплексов приема, обработки и распространения информации (НКПОР) с целью получения целевой информации (ЦИ) с многоспутниковой ОГ ДЗЗ.

В данной работе предложен схема функционирования Экосистемы и выделены ее основные элементы (рис.1).

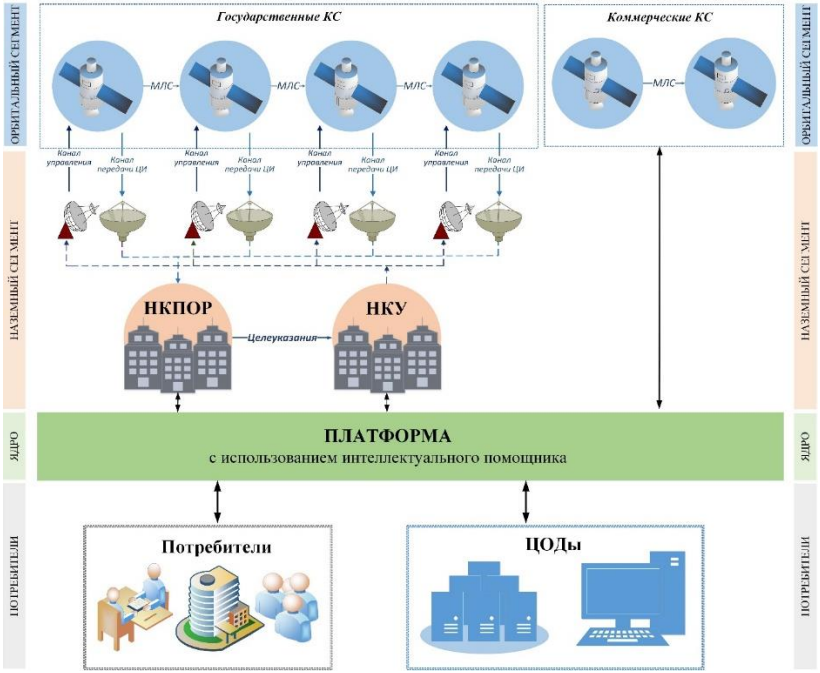


Рис.1. Экосистема целевого применения многоспутниковой ОГ ДЗЗ

Ядром Экосистемы является Платформа, которая является связующим звеном между космическими системами и потребителями.

Основная задача Платформы – оперативно в режиме реального времени собирать, обрабатывать и предоставлять данные различным потребителям.

С целью повышения оперативности и эффективности системы в целом для орбитального сегмента приведены результаты моделирования, показывающие, что использование межспутниковой линии связи (МЛС) позволяет в 17 раз увеличить оперативность передачи данных ДЗЗ в сравнении с традиционным способом, а также уменьшить объем нераспределенной ЦИ, оставшийся на ЗУ КА.

Для наземного сегмента рассмотрены возможные сценарии по составам НКУ и НКПОР. Проведено моделирование, по результатам которого получена зависимость количества требуемых наземных пунктов приема информации (ППИ) от скорости МЛС в условиях решения ОГ ДЗЗ целевой задачи (рис.2).

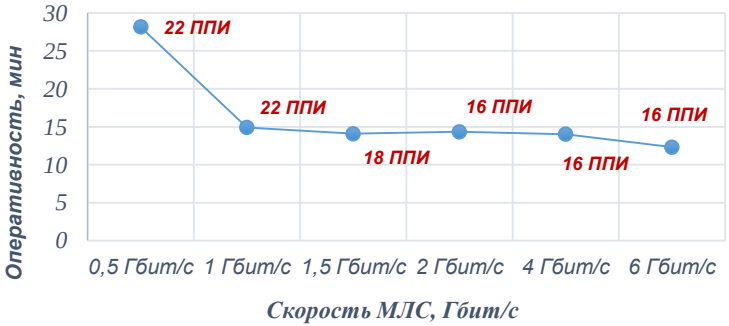


Рис.2. Зависимость оперативности от скорости МЛС и различного состава ППИ

В свою очередь, построение Экосистемы позволит объединить в единую среду отдельно функционирующие разнородные элементы космической системы [2].

Особенность данной системы будет являться то, что она адаптивна, масштабируема, при этом все элементы внутри нее взаимоувязаны и направлены на достижение системного эффекта – качественно и оперативно выполнить целевую задачу.

Литература

1. Ткаченко И.С. Анализ ключевых технологий создания многоспутниковых орбитальных группировок малых космических аппаратов / И.С. Ткаченко// Онтология проектирования. – 2021. – Т.11, № 4(42). - С.478-499.

2. Асоскова Ю.В., Балухто А.Н., Блошенко А.В., Жамков А.С., Карсаев О.В., Кулаков А.Ю., Соколов Б.В. Децентрализованное автономное управление многоспутниковой космической системой дистанционного зондирования Земли. Журнал «Космонавтика и ракетостроение», 2024, выпуск № 3 (136), стр. 126-141.

УДК 528.8.04
eLIBRARY.RU: 36.23.39

Бибичева С.А.
Bibicheva S.A.
инженер 2 категории
АО «ЦНИИмаш», г. Королёв
Жамков А.С.
Zhamkov A.S.

кандидат физико-математических наук
заместитель начальника отделения –
начальник отдела АО «ЦНИИмаш», г. Королёв

ВЛИЯНИЕ УЧЁТА ДИФФУЗНО-ОТРАЖЕННОГО СВЕТА НА РАССЕИВАЮЩИХ ЧАСТИЦАХ АТМОСФЕРЫ ЗЕМЛИ НА АПРИОРНУЮ ОЦЕНКУ ЛИНЕЙНОГО РАЗРЕШЕНИЯ НА МЕСТНОСТИ НА НИЗКИХ УГЛАХ СОЛНЦА НАД ГОРИЗОНТОМ

IMPACT OF ACCOUNTING FOR DIFFUSELY REFLECTED LIGHT FROM EARTH`S ATMOSPHERIC SCATTERING PARTICLES ON THE A PRIORI ESTIMATE OF LINEAR RESOLUTION AT LOW SOLAR ELEVATION ANGLES

Аннотация. Исследовано влияние диффузно-отраженного света на частицах атмосферы на априорную оценку линейного разрешения на местности съемочной аппаратуры космических аппаратов при малых углах высоты Солнца. С использованием разработанного программного обеспечения проведен сравнительный анализ получаемых значений линейного разрешения на местности и количественно оценена погрешность расчетов без учета вторичного рассеянного излучения.

Ключевые слова: космический аппарат, линейное разрешение на местности, малые углы высоты Солнца, диффузно-отраженный свет, программное обеспечение.

Abstract. The influence of light diffusely reflected by atmospheric particles on the a priori estimation of the ground spatial resolution of spacecraft imaging systems at low solar elevation angles was investigated. Using developed software, a comparative analysis of the resulting ground spatial resolution values was performed, and the calculation error incurred when neglecting secondary scattered radiation was quantitatively assessed.

Keywords: spacecraft, ground spatial resolution, low solar elevation angles, diffusely reflected light, software.

Эффективность применения малых космических аппаратов дистанционного зондирования Земли (КА ДЗЗ) во многом определяется качеством получаемой информации. Прогнозирование сквозных характеристик съемочной аппаратуры на этапе проектирования требует точного априорного оценивания линейного разрешения на местности (ЛРМ). Ключевое значение при этом имеет

корректный расчет фотометрических параметров - освещенность, создаваемая в фокальной плоскости ахроматическими объектами и фонами на входе оптико-электронного комплекса.

Традиционные подходы к оценке фотометрических характеристик обладают существенной погрешностью, поскольку некорректно интерпретируют механизм формирования полезного сигнала при различных условиях освещенности. В частности, при расчете в условиях малых углов высоты Солнца (менее 20 градусов) значение количества электронов, генерируемых световым потоком за период строчной развертки в одном чувствительном элементе фотоприемника при заданном уровне освещенности в фокальной плоскости, стремится к нулю из-за сильного поглощения и рассеяния в атмосфере. Это указывает на необходимость учета специфики работы существующей модели в данных условиях.

Для устранения данного недостатка математической модели необходимо в явном виде учитывать вклад диффузно отраженного света на рассеивающих частицах атмосферы, который при низком положении Солнца становится основным источником фонового освещения [1].

Для практической реализации и верификации предложенного математического аппарата было разработано специализированное программное обеспечение. С его помощью проведено сравнительное моделирование априорной оценки линейного разрешения на местности (ЛРМ) по традиционной методике и с интеграцией разработанного алгоритма учета диффузно рассеянного излучения. Результаты численного эксперимента показали, что учет вклада переотражения на частицах атмосферы обеспечивает повышение точности оценки ЛРМ более чем на 10% в условиях малых углов Солнца над горизонтом.

Литература

1. Чандрасекар С. Перенос лучистой энергии / С. Чандрасекар; пер. с англ. под ред. Е.С. Кузнецова. – М.: Издательство иностранной литературы, 1953. – 432 с.

УДК 629.78
eLIBRARY.RU: 89.57.25

Лозов В.В.
Lozov. V.V.
заместитель начальника отдела
АО «ЦНИИмаш», г. Королёв

ОСОБЕННОСТИ АДАПТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ЦЕЛЕВОГО ПРИМЕНЕНИЯ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ

FEATURES OF ADAPTIVE PLANNING OF TARGET USE OF SMALL SPACECRAFT FOR REMOTE SENSING OF THE EARTH

Аннотация. В докладе рассматриваются особенности адаптивного планирования целевого применения многоспутниковых космических систем дистанционного зондирования Земли (КС ДЗЗ) при использовании агентно-ориентированных технологий. В отличие от традиционных наземных систем управления орбитальной группировкой (ОГ) КС ДЗЗ такой подход позволяет динамически корректировать программу работы бортовых систем КА в условиях высокой неопределенности.

Ключевые слова: малые космические аппараты, дистанционное зондирование Земли. целевое применение, многоспутниковая орбитальная группировка, мультиагентные технологии.

Abstract. This report examines the specifics of adaptive mission planning for multi-satellite Earth remote sensing systems using agent-based technologies. Unlike traditional ground-based control systems for orbital constellations, this approach enables the dynamic adjustment of onboard spacecraft system operations under conditions of high uncertainty.

Keywords: small spacecraft, remote sensing of the Earth, targeted applications, multi-satellite orbital constellation, multi-agent technologies.

Неотъемлемой составляющей многоспутниковых систем является информационная сеть (ИС), использующая межспутниковые линии связи (МЛС). Использование ИС обеспечивает принципиально новые возможности для разработки системы управления КС ДЗЗ и планирования целевого применения (выполнения заявок), в том числе адаптивное автономное распределение и перераспределение заявок между КА ОГ в зависимости от интенсивности потока заявок и изменений состояния КА.

Приведено описание подхода к решению задачи управления выполнением заявок на съемку целевых районов наблюдения и задачи маршрутизации передачи данных по ИС на основе принципов самоорганизации и использовании агентно-ориентированных технологий [1]. В основе подхода к управлению выполнением заявок рассматриваются распределение и назначения заявок на выполнение съемок КА ОГ при помощи поиска допустимых планов выполнения заявок на каждом КА.

Для поиска допустимых планов выполнения заявок рассматривается адаптивный подход, который проявляется в следующих двух аспектах. При получении новой заявки оценка возможности ее выполнения сводится к коррекции текущего плана, а не к расчету нового допустимого плана «с нуля». В случаях изменения текущего состояния ресурсов КА всякий раз выполняется проверка допустимости текущего плана, и в зависимости от ее результатов также выполняется необходимая коррекция плана и/или инициируется процесс переназначения целей наблюдения другим КА.

Внедрение интеллектуальных алгоритмов планирования целевого применения многоспутниковых КС ДЗЗ на основе принципов самоорганизации и использовании мультиагентных технологий существенно повышает эффективность целевого использования орбитальной и наземной инфраструктур КС и актуальность предоставляемых данных ДЗЗ [2].

Литература

1. Карсаев О.В. Концептуальная модель маршрутизации данных в многоспутниковой низкоорбитальной системе связи // Известия ВУЗов. Приборостроение. 2021. Т.64. № 10. Стр. 852-858. DOI: 10.17586/0021-3454-2021-64-10-852-858.

2. Балухто А.Н., Матвеев С.А., Матюшин М.М., Твердохлебова Е.М. Технологии искусственного интеллекта в управлении многоспутниковыми группировками / Космонавтика и ракетостроение, 2020, вып. 3, с. 64-73.

УДК 629.78
eLIBRARY.RU 89.57.25

Осипов Е.А.
Osipov E.A.
инженер АО «ЦНИИмаш», г. Королёв
Жамков А.С.
Zhamkov A.S.
кандидат физико-математических наук
заместитель начальника отделения
начальник отдела АО «ЦНИИмаш», г. Королёв

АЛГОРИТМ ОПТИМАЛЬНОГО ПОСТРОЕНИЯ МНОГОСПУТНИКОВОЙ ОРБИТАЛЬНОЙ ГРУППИРОВКИ МКА ДЗЗ НА КРАТНЫХ ОРБИТАХ ДЛЯ ПОЛНОГО И РЕГИОНАЛЬНОГО ПОКРЫТИЯ

AN ALGORITHM FOR OPTIMAL DESIGN OF A MULTI-SATELLITE EARTH REMOTE SENSING CONSTELLATION ON REPEAT GROUND-TRACK ORBITS FOR FULL AND REGIONAL COVERAGE

Аннотация. Разработан алгоритм оптимального построения многоспутниковой орбитальной группировки (ОГ) малых космических аппаратов (КА) дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) на кратных орбитах. Модель обобщает теорию кратных полярных орбит на произвольное наклонение; минимизация времени полного покрытия поставлена как целочисленное программирование и решена в замкнутом виде с доказательством оптимальности. Алгоритм апробирован на двухпарной группировке для исследования гравитационного поля Земли и обобщён на региональное покрытие.

Ключевые слова: дистанционное зондирование Земли, орбитальная группировка, кратные орбиты, полное и региональное покрытие, оптимизация структуры, направленный перебор.

Abstract. An algorithm for optimal design of a multi-satellite Earth remote sensing constellation on repeat ground-track orbits is developed. The model generalizes the theory of repeat polar orbits to arbitrary inclination; full-coverage time minimization is posed as integer programming and solved in closed form with a proof of optimality. It is validated on a two-pair Earth gravity field constellation and generalized to regional coverage.

Keywords: Earth remote sensing, satellite constellation, repeat ground-track orbits, full and regional coverage, structure optimization, directed search.

Задачи ДЗЗ требуют покрытия обширных областей многоспутниковыми ОГ при минимуме КА. Аналитические методы синтеза [1–3] ориентированы на непрерывное покрытие, метаэвристические — затратны и не гарантируют оптимальности.

Разработан алгоритм оптимального построения мультипарной ОГ на кратных (изомаршрутных) орбитах на основе теории кратных орбит [1] и возмущённого движения с гармоникой J_2; он обобщает теорию полярных орбит на произвольное наклонение и учитывает нисходящие дуги витков. Орбита кратности K = [N; m] за N эффективных суток даёт $n = n_{\text{пс}}N + m$ витков; условие полного покрытия экватора группировкой из P плоскостей по s пар:

$$nPs \geq \frac{2\pi R_e}{b_э} \tag{1}$$

Задача поставлена как целочисленное программирование — минимизация времени полного покрытия

$$T_{\text{полн}} = N\frac{T_{\text{эфф}}}{\chi} \rightarrow min \tag{2}$$

при ограничениях по покрытию, высотам и числу КА (χ = 2 при попадании нисходящих узлов между восходящими). Доказаны лемма о монотонности межвиткового расстояния $c(n) = 2\pi R_e/n$ и теорема об оптимальной кратности в замкнутом виде:

$$N^* = \left[\frac{n_{min}+1}{n_{\text{пс}}+1}\right], \quad n_{min} = \left[\frac{2\,\pi R_e}{b_э Ps}\right] \tag{3}$$

Направленный перебор даёт точное решение, в отличие от приближённого у генетических алгоритмов [4].

Апробация на исследовании гравитационного поля Земли двухпарной группировкой с полярной ($i_1 \approx 90°$) и наклонной ($i_2 \approx 70°$) парами: получена кратность K = [13; 7] (n = 202), проверка подтвердила 100 % покрытия при разрешении 1,8° × 1,8°. Модель обобщается на покрытие заданных областей интереса: для пояса широт $\varphi \leq \varphi_{max}$ достаточно наклонения $i \geq \varphi_{max}$, для одиночных оптических КА $N_{\text{КА}} = Ps$, наклонение может отвечать условию солнечной синхронности $i = i(H)$; процент покрытия области, заданной многоугольником, рассчитывается на сетке.

Литература

1. Чернов А.А., Чернявский Г.М. Орбиты спутников дистанционного зондирования Земли. М.: Радио и связь, 2004. 200 с.

2. Можаев Г.В. Синтез орбитальных структур спутниковых систем. М.: Машиностроение, 1989. 304 с.
3. Walker J. G. Satellite constellations // J. Brit. Interplanet. Soc. 1984. Vol. 37. P. 559–572.
4. Ferringer M.P., Spencer D.B. Satellite constellation design tradeoffs using multiple-objective evolutionary computation // J. Spacecraft Rockets. 2006. Vol. 43, № 6. P. 1404–1411.

УДК: 629.78
eLIBRARY.RU: 89.23.00

Кошелев И.В.
Koshelev I.V.
аспирант
МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва
Корянов В.В.
Koryanov V.V.
кандидат технических наук
доцент МГТУ им. Н.Э. Баумана
ФКИ МГУ, г. Москва

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ НИЗКООРБИТАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ ГРУППИРОВКИ ТИПА УОЛКЕРА

MULTI-OBJECTIVE OPTIMIZATION OF PARAMETERS OF A LOW-EARTH-ORBIT WALKER NAVIGATION CONSTELLATION

Аннотация. Рассмотрена многокритериальная оптимизация параметров низкоорбитальной навигационной группировки типа Уолкера. Критериями оптимизации выбраны пространственный геометрический фактор (PDOP), число спутников и высота орбиты при ограничении на доступность навигационных определений. С использованием NSGA-II построены фронты Парето для фиксированных высот и трехкритериальной постановки с переменной высотой. Показано, что полученные фронты согласуются и образуют единую поверхность компромиссов. Это позволяет использовать трехкритериальную постановку как основную без поочередного анализа фиксированных высот.

Ключевые слова: низкоорбитальная навигация, группировка типа Уолкера, PDOP, доступность, NSGA-II, фронт Парето, многокритериальная оптимизация.

Abstract. Multi-objective optimization of the parameters of a low-Earth-orbit Walker navigation constellation is considered. The optimization criteria are position dilution of precision (PDOP), the number of satellites and the orbital altitude under a navigation availability constraint. Pareto fronts are obtained via the NSGA-II algorithm for fixed altitudes and for a three-objective formulation with variable altitude. It is shown that the obtained fronts are consistent and form a common trade-off surface. This makes it possible to apply the three-objective formulation as the main one without sequentially analyzing each fixed altitude.

Keywords: low-Earth-orbit navigation, Walker constellation, PDOP, availability, NSGA-II, Pareto front, multi-objective optimization.

Низкоорбитальные (НОО) спутниковые группировки рассматриваются как одно из направлений развития навигационных систем и их дополнений. Интерес к таким группировкам связан с меньшей высотой орбит, что позволяет снизить потери при распространении сигнала и повысить его уровень в зоне обслуживания [1, 2]. Кроме того, более быстрое движение НОО космических аппаратов (КА), по сравнению с существующими глобальными навигационными спутниковыми системами (ГНСС) приводит к быстрому изменению геометрии видимых КА, что может использоваться для сокращения времени сходимости высокоточных режимов навигации [2, 3].

Одним из вариантов построения НОО навигационного слоя является группировка типа Уолкера. Такая схема задается высотой орбиты, наклонением, числом орбитальных плоскостей, числом спутников и параметров фазирования. При проектировании НОО группировки возникает компромисс между геометрическим качеством навигационных определений, числом спутников и высотой орбит. Поэтому задача выбора параметров формулируется как многокритериальная [2, 4].

В работе в качестве основного геометрического критерия использовался пространственный геометрический фактор PDOP. Для каждой рассматриваемой конфигурации выполнялось моделирование движения КА и расчет навигационной обстановки на глобальной широтно-долготной сетке. На каждом временном шаге определялись видимые спутники, мгновенный PDOP и условие доступности по критерию PDOP < 6. Локальный PDOP определялся по временной выборке мгновенных значений с использованием доверительного

интервала с вероятностью 0,95. Глобальное осреднение выполнялось с учетом изменения площади ячеек сетки в зависимости от широты [5].

Оптимизация выполнялась с использованием алгоритма NSGA-II. На первом этапе для фиксированных высот строились двухкритериальные фронты Парето в координатах «средний PDOP – число КА» при ограничении на доступность. На втором этапе решалась трехкритериальная задача, в которой высота орбиты рассматривалась как одновременно варьируемый параметр и как самостоятельный критерий оптимизации.

В результате расчетов для диапазона высот 500-1500 км получено семейство двухкритериальных фронтов Парето. Затем построен трехкритериальный фронт Парето с переменной высотой орбиты. Сопоставление показало, что решения, найденные при поочередном анализе фиксированных высот, располагаются на той же поверхности компромиссов, что и решения трехкритериальной постановки задачи (рис. 1). Следовательно, трехкритериальная постановка может использоваться как основная расчетная схема предварительного выбора параметров НОО группировки.

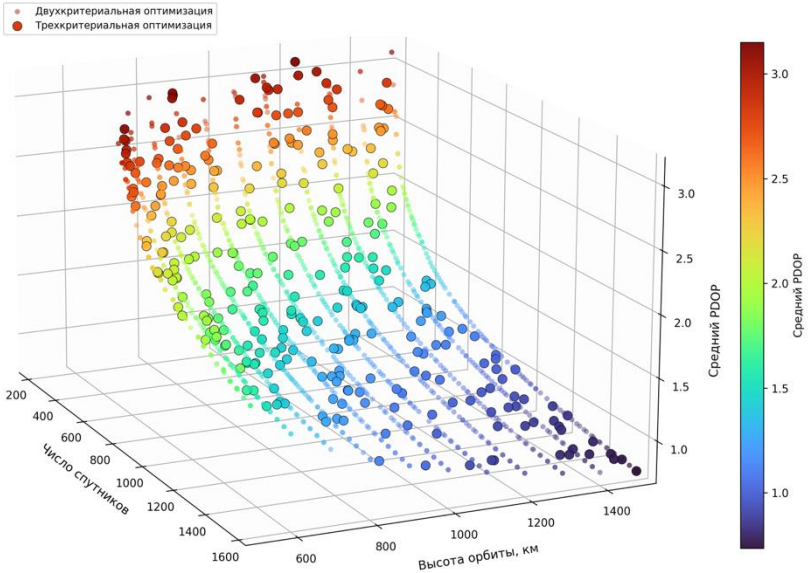


Рис. 1. Сопоставление фронтов Парето

Полученная поверхность компромиссов позволяет выбирать конфигурации НОО группировки в зависимости от требуемого баланса между PDOP, числом спутников и высотой орбиты. Увеличение числа спутников приводит к снижению среднего PDOP, однако этот эффект имеет характер насыщения, поскольку после некоторого уровня численности группировки дальнейшее ее увеличение дает меньший выигрыш по PDOP.

Анализ множества недоминируемых решений показал, что при глобальном осреднении рациональные конфигурации преимущественно соответствуют близким к полярным орбитам. Такая особенность улучшает глобальное покрытие, но приводит к неравномерности распределения числа видимых КА в зависимости от широты. В работах по гибридным НОО навигационным группировкам-дополнениям к ГНСС показано, что сочетание нескольких низкоорбитальных слоев с различными наклонениями позволяет выравнивать распределение видимых КА по широте [3, 6]. Поэтому дальнейшая работа должна быть направлена на переход к многослойным орбитальным построениям типа Уолкера.

Литература

1. Плыкин К.Р., Валиханов М.М., Верещагин А.Н., Пустошилов А.С., Волошко Ю.Б., Ружилова О.В. Исследование низкоорбитального дополнения на высоте 2000 км для системы ГЛОНАСС с возможностью полного покрытия земли при различных вариантах ширины диаграммы направленности антенн космического аппарата // Вестник СибГУТИ. – 2025. – Т. 19. – № 3. – С. 38-51.
2. Guan M., Xu T., Gao F., Nie W., Yang H. Optimal Walker Constellation Design of LEO-Based Global Navigation and Augmentation System // Remote Sensing. – 2020. – V. 12. – №. 11. – Article 1845.
3. Ge H., Li B., Nie L., Ge M., Schuh H. LEO constellation optimization for LEO enhanced global navigation satellite system (LeGNSS) // Advances in Space Research. – 2020. – V. 66. – P. 520-532.
4. Han Y., Wang L., Fu W., Zhou H., Li T., Xu B., Chen R. LEO navigation augmentation constellation design with the multi-objective optimization approaches // Chinese Journal of Aeronautics. – 2021. – V. 34. – № 4. – P. 265-278.
5. Топорков А.Г. Повышение точности и доступности ГЛОНАСС для гражданских потребителей за счет высокоорбитального космического комплекса // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2023. – Вып.
6. Ma F., Zhang X., Li X., Cheng J., Guo F., Hu J., Pan L. Hybrid

constellation design using a genetic algorithm for a LEO-based navigation augmentation system // GPS Solutions. – 2020. – V. 24. – Article 62.

УДК 621.396:519.24
eLIBRARY.RU: 55.47.29

Терентьев А.С.
Terentev A.S.
студент кафедры
систем автоматического управления
СибГУ им. М.Ф. Решетнева, г. Красноярск

ПРИМЕНЕНИЕ УПРОЩЕННЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АНАЛИЗА ДИНАМИКИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ

APPLICATION OF SIMPLIFIED MATHEMATICAL MODELS FOR ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF AIRCRAFT CONTROL SYSTEMS

Аннотация. В статье рассматривается роль упрощённых математических моделей в анализе динамики систем управления летательными аппаратами. Описаны ключевые методы упрощения — разделение движений, линеаризация, квазистационарное приближение. В отличие от традиционного подхода, акцент сделан не только на преимуществах, но и на неизбежной потере точности: показано, что любое упрощение ведёт к сокращению информации о трёхмерном движении и перекрёстных связях. Определены границы применимости таких моделей на этапах проектирования.

Ключевые слова: упрощённые математические модели, динамика полёта, системы управления ЛА, линеаризация, трёхмерное пространство, потеря точности.

Abstract. This article examines the role of simplified mathematical models in analyzing the dynamics of aircraft control systems. Key simplification methods are described: motion separation, linearization, and quasi-stationary approximation. Unlike traditional approaches, the emphasis is placed not only on the advantages but also on the inevitable loss of accuracy: it is shown that any simplification leads to a reduction in information about three-dimensional motion and cross-couplings. The limits of applicability of such models at the design stage are determined.

Keywords: simplified mathematical models, flight dynamics, aircraft control systems, linearization, three-dimensional space, loss of accuracy.

Динамика полёта современного летательного аппарата описывается системой нелинейных дифференциальных уравнений высокого порядка, учитывающей движение в трёхмерном пространстве (шесть степеней свободы). Непосредственный анализ таких моделей затруднён, поэтому на ранних этапах проектирования систем управления широко используют упрощённые модели [1]. Однако любое упрощение — это компромисс: снижение сложности достигается ценой потери точности и игнорирования части физических эффектов. Упрощённая модель даёт верную картину лишь в ограниченном диапазоне режимов, и важно понимать, что именно теряется при переходе от полной пространственной постановки к плоской задаче.

Одним из основных приёмов является разделение движения на продольное и боковое. Вместо связанной системы шестого порядка получают две независимые подсистемы третьего порядка, что упрощает анализ [2]. Однако такое разделение справедливо только при малых углах скольжения и отсутствии вращения. В реальном трёхмерном полёте, например на вираже или при штопоре, возникают перекрёстные связи: моменты крена влияют на рыскание, а скольжение — на тангаж. Пренебрежение этими связями означает, что модель не учитывает пространственный характер движения и может дать ошибку в оценке устойчивости до 20–30 %.

Другой распространённый метод — линеаризация нелинейных уравнений относительно опорного режима. При малых отклонениях получают линейную систему: $\dot{x} = Ax + Bu$, с постоянными коэффициентами, что позволяет применять стандартные методы теории управления [2]. Однако линейное приближение корректно только при «малых возмущениях», причём граница малости зависит от типа ЛА. Для маневренного самолёта отклонение руля на 10° уже не является малым, так как нелинейность аэродинамики становится существенной. Таким образом, линеаризация снижает точность при анализе предельных режимов, и результаты требуют проверки на полной нелинейной модели.

Часто при анализе траекторного движения ограничиваются рассмотрением только проекции скорости ЛА на вертикальную или горизонтальную плоскость. Это позволяет быстро моделировать набор высоты или пикирование, но фактически означает сведение трёхмерной задачи к двумерной. При этом игнорируются кривизна

траектории, крен и изменение курса, которые в реальном полёте создают дополнительные перегрузки и влияют на балансировку [3]. Например, при выполнении виража центростремительное ускорение изменяет потребную подъёмную силу, что в плоской модели не учитывается. Такое упрощение оправдано только для предварительной оценки продольной устойчивости, но не для анализа пространственных манёвров.

В квазистационарном приближении аэродинамические коэффициенты считаются функциями только текущих углов атаки и скольжения, без учёта динамики обтекания. Модель не включает запаздывание скоса потока и инерционность вихревой пелены, что упрощает вычисления [4]. Однако при резких манёврах или больших углах атаки возникают нестационарные эффекты (гистерезис, динамическое демпфирование), которые в квазистационарной модели отсутствуют. Это приводит к погрешностям в расчёте переходных процессов, особенно вблизи границ срыва потока.

Все перечисленные методы упрощения неизбежно снижают точность анализа, но эта потеря может быть оценена количественно. Например, для линеаризованной продольной модели погрешность по сравнению с нелинейной составляет 5–10 % при малых отклонениях, но возрастает до 20–30 % на границах диапазона. Переход от трёхмерной модели к плоской вносит ошибку в десятки процентов при расчёте пространственных траекторий.

Таким образом, упрощённые модели играют ключевую роль на начальных этапах проектирования: они позволяют быстро оценить устойчивость и управляемость, провести предварительную настройку регуляторов и сэкономить вычислительные ресурсы. Однако их применение должно сопровождаться чётким пониманием сделанных допущений. Игнорирование трёхмерного характера движения, перекрёстных связей и нелинейности может привести к неверным выводам. Поэтому окончательная проверка характеристик системы управления должна выполняться на полной пространственной нелинейной модели с учётом реальной аэродинамики.

Литература

1. Богословский С.В., Дорофеев А.Д. Динамика полёта летательных аппаратов: учеб. пособие. — СПб., 2002.
2. Лемешонок Т.Ю., Сизова А.А., Баранов Н.Е., Санников В.А. Математические модели динамики движения летательных аппаратов: учеб. пособие. — СПб., 2020.

3. Чепурных И.В. Динамика полёта самолётов: учеб. пособие. — Комсомольск-на-Амуре, 2014.
4. Баяндина Т.А., Балакин В.Л. Математические модели движения летательных аппаратов: электрон. курс лекций. — Самара, 2013.

УДК 519.6
eLIBRARY.RU: 89.23.00

Ли Синьхан
Li Sinkhan
аспирант
ФКИ МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва

МЕТОД СОБЫТИЙНО-ИНИЦИИРУЕМОЙ АДАПТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ФИЛЬТРАЦИИ С ЗАТУХАЮЩЕЙ ПАМЯТЬЮ ДЛЯ КООПЕРАТИВНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ НЕСКОЛЬКИХ НАЗЕМНЫХ РОБОТОВ В ДВУМЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ ПРИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ СВЯЗИ

EVENT-TRIGGERED ADAPTIVE INFORMATION FILTERING WITH FADING MEMORY FOR COOPERATIVE LOCALIZATION OF MULTIPLE GROUND ROBOTS IN A TWO-DIMENSIONAL SPACE UNDER EXTREME COMMUNICATION CONDITIONS

Аннотация. Для решения задачи кооперативной локализации нескольких наземных роботов в двумерном пространстве при случайных потерях пакетов, старении информации и периодических разрывах каналов связи в статье предлагается событийно-инициируемый распределенный метод адаптивной информационной фильтрации с затухающей памятью. Каждый робот использует расширенный фильтр Калмана в пространстве ошибок состояния (ESKF) для прогнозирования по данным IMU и одометрии, а также выполняет локальное обновление на основе эквивалентных двумерных измерений относительной позы. В ковариационной области метод адаптивно настраивает коэффициент затухания с учетом нормированного квадрата инновации (NIS), возраста информации (AoI), вероятности потерь пакетов и величины превышения времени ожидания, после чего выполняется преобразование в информационную форму для консервативного слияния на основе CI/KLA. Результаты моделирования показывают, что предложенный метод существенно повышает согласованность фильтрации в условиях высокой доли

потерянных пакетов и снижает риск чрезмерной уверенности, возникающий при простом суммировании информационных матриц.

Ключевые слова: кооперативная локализация нескольких роботов, расширенный фильтр Калмана в пространстве ошибок состояния, адаптивный коэффициент затухания, консервативное слияние CI/KLA, событийно-инициируемая связь.

Abstract. Aiming at the cooperative positioning problem of 2D multi-ground robots under the conditions of random packet loss, aging information and intermittent link interruption, this paper proposes an event-triggered distributed adaptive fading information filtering method. Each robot uses ESKF to predict IMU/ odometer, and uses equivalent two-dimensional relative posture observation to construct local update. Methods The fading factor was adaptively adjusted in covariance domain according to NIS, AoI, packet loss rate and timeout, and then it was converted to information domain for CI/KLA conservative fusion. The simulation results show that this method can significantly improve the filtering consistency in high packet loss scenarios and reduce the risk of overconfidence caused by simple information superposition.

Keywords: multi-robot cooperative positioning, error state extended Kalman filter, adaptive fading factor, CI/KLA conservative fusion, event triggered communication.

Материал и методы

В настоящей статье рассматривается двумерная кооперативная локализация пяти наземных роботов в условиях потери пакетов, старения информации и разрывов связи [1]. Состояние робота включает положение, курс, линейную скорость и смещения датчиков; локальное прогнозирование выполняется на основе IMU и колесной одометрии с использованием расширенного фильтра Калмана, а дрейф смещений описывается случайным блужданием [2]. Наблюдения соседей задаются двумерной относительной позой. Для устойчивого оценивания предлагается событийно-инициируемый распределенный адаптивный информационный фильтр с затуханием ET-DAFIF-CI, где коэффициент затухания учитывает состояние связи и преобразуется из ковариационной в информационную область для распределенного слияния [3]. Он регулируется нормированным квадратом инновации, возрастом информации, вероятностью потери пакетов и максимальным временем молчания [4], снижая вес устаревших данных и повышая неопределенность при ухудшении связи. Слияние выполняется консервативно с использованием ковариационного пересечения и усреднения по Кульбаку—Лейблеру [5]. Роботы

передают состояние или heartbeat только при значимом изменении оценки, ухудшении связи либо достижении предельного времени молчания; последовательные потери пакетов учитываются при настройке коэффициента затухания.

Результаты и обсуждение

Имитационные эксперименты для пяти двумерных наземных роботов при длительности 200 с, периоде дискретизации 0,02 с и 30 запусках Монте-Карло показали, что предложенный метод ET-DAFIF-CI снижает позиционную RMSE с 30,39 м для Local ESKF до 2,75 м за счет ограничений относительной позы и распределенного информационного слияния.

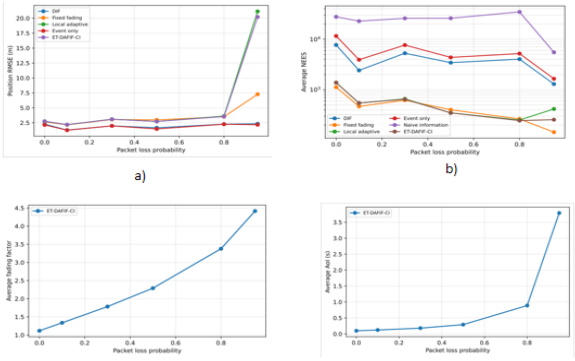


Рис. 1. Проверка точности, согласованности, механизма работы и влияния деградации связи

При росте вероятности случайной потери пакетов позиционная ошибка распределенных методов увеличивается, однако ET-DAFIF-CI сохраняет приемлемую точность и более высокую согласованность фильтрации в экстремальных условиях связи: при вероятностях потерь 0,5 и 0,8 значения NEES снижаются с 3433,70 и 4027,24 у обычного распределенного информационного фильтра до 348,46 и 245,04 соответственно. Это подтверждает, что адаптивное затухание, учет AoI и консервативное слияние CI/KLA эффективно ослабляют недооценивание ковариации и чрезмерную уверенность фильтра. Абляционные эксперименты показывают необходимость каждого модуля: исключение затухания, весового учета AoI или использование простого суммирования информации резко увеличивает NEES и может вызвать расходимость, при этом простое информационное слияние достигает RMSE 154,20 м и NEES 34648,03 из-за повторного учета информации при неизвестных корреляциях. Событийно-инициируемая передача обеспечивает восстановление связи и непрерывность

оценивания, а при настройке порогов может снизить коммуникационные затраты. В условиях модельного рассогласования ET-DAFIF-CI демонстрирует более высокую робастность и согласованность NEES, повышая устойчивость кооперативной локализации при потере пакетов, старении информации и разрывах связи.

Литература

1. Sinopoli, L. Schenato, M. Franceschetti, K. Poolla, M. I. Jordan and S. S. Sastry, "Kalman filtering with intermittent observations," in IEEE Transactions on Automatic Control, vol. 49, no. 9, pp. 1453-1464, Sept. 2004, doi: 10.1109/TAC.2004.834121.
2. Qijun Xia, Ming Rao, Yiqun Ying, Xuemin Shen,Adaptive fading Kalman filter with an application,Automatica,Volume 30, Issue 8,1994,Pages 1333-1338,ISSN 0005-1098.
3. Roumeliotis S I, Bekey G A. Distributed multirobot localization[J]. IEEE transactions on robotics and automation, 2002, 18(5): 781-795.
4. Xia Q, Rao M, Ying Y, et al. Adaptive fading Kalman filter with an application[J]. Automatica, 1994, 30(8): 1333-1338.
5. Battistelli G, Chisci L. Kullback–Leibler average, consensus on probability densities, and distributed state estimation with guaranteed stability[J]. Automatica, 2014, 50(3): 707-718.

УДК 629.78
eLIBRARY.RU: 89.23.00

Гостев А.Ю.
Gostev A.Y.
НИИ ПМЭ МАИ, г. Москва
Петухов В.Г.
Petukhov V.G.
доктор технических наук
член-корреспондент РАН
НИИ ПМЭ МАИ, г. Москва

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА МНОГОКРАТНОЙ СТРЕЛЬБЫ В ЗАДАЧЕ ОПТИМИЗАЦИИ МЕЖОРБИТАЛЬНЫХ ПЕРЕЛЁТОВ С МАЛОЙ ТЯГОЙ

APPLICATION OF MULTIPLE-SHOOTING METHOD IN LOW-THRUST TRAJECTORY OPTIMIZATION PROBLEM

Аннотация. Рассматривается задача оптимизации траекторий космического аппарата с электроракетной двигательной установкой. Решаются задачи межорбитального перелета на целевую орбиту космического аппарата с фиксированной угловой дальностью: с идеально-регулируемой двигательной установкой и в постановке задачи минимизации тяги. Для оптимизации траекторий используется непрямой подход, основанный на использовании принципа максимума, метода продолжения и метода многократной стрельбы.

Ключевые слова: оптимизация траекторий космических аппаратов с малой тягой, метод многократной стрельбы, принцип максимума.

Abstract. Trajectory optimization problem of spacecraft with electric propulsion system is considered. Limited-power and thrust minimization problems of spacecraft orbit-to-orbit transfer with fixed angular distance are being solved. An indirect approach based on the maximum principle, continuation method and multiple-shooting strategy are used to optimize transfers.

Keywords: optimization of low-thrust trajectories, multiple-shooting strategy, maximum principle.

Использование электроракетных двигателей (ЭРД) позволяет существенно повысить эффективность космических транспортных операций за счет высокого удельного импульса. Однако, существует ряд фундаментальных проблем при расчете и оптимизации траекторий космических аппаратов (КА) с ЭРД, которые, связаны с малой величиной тяги ЭРД.

Одной из проблем является недостаточно хорошая вычислительная устойчивость существующих методов оптимизации таких траекторий и большие вычислительные затраты, требуемые для решения задачи [1]. Проектно-баллистический анализ космических миссий требует расчета и оптимизации множества вариантов траекторий. Задачи повышения вычислительной устойчивости и быстродействия численных методов оптимизации напрямую влияют на качество результатов проектно-баллистического анализа.

В работе сформулирована постановка задачи оптимизации траектории межорбитального перелета КА с использованием метода многократной стрельбы [2]. Используются непрямой подход к оптимизации траекторий, основанный на использовании необходимых условий оптимальности в форме принципа максимума Л.С. Понтрягина [3, 4], метод непрерывного продолжения по параметру (гомотопический метод) [4], методы численного интегрирования систем обыкновенных дифференциальных уравнений [5]. Представлен сравнительный анализ вычислительных затрат при оптимизации многовитковых траекторий КА с идеально-регулируемым двигателем с использованием и без использования метода многократной стрельбы. Проведена оценка эффективности метода многократной стрельбы при продолжении решения задачи с идеально-регулируемым двигателем в решение задачи минимизации тяги с фиксированной угловой дальностью.

Полученные результаты указывают на повышение вычислительной устойчивости и увеличение скорости сходимости вычислений для определения многовитковых оптимальных траекторий КА в рассматриваемых постановках и также позволяют рассчитывать на улучшение этих характеристик при определения многовитковых оптимальных траекторий КА с двигателем ограниченной тяги (в задаче минимизации затрат топлива КА) при использовании комбинации методов многократной стрельбы и непрерывного продолжения по параметру.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-79-30009, https://rscf.ru/project/25-79-30009/.

Литература

1. Петухов В.Г. Применение угловой независимой переменной и ее регуляризирующего преобразования в задачах оптимизации траекторий с малой тягой // Космические исследования, 2019, том 57, № 5, с. 373-385.
2. Григорьев И.С. Методическое пособие по численным методам решения краевых задач принципа максимума в задачах оптимального управления. М.: Издательство Центра прикладных исследований при механико-математическом факультете МГУ, 2005, 159 с.
3. Понтрягин Л.С., Болтянский В.Г., Гамкрелидзе Р.В., Мищенко Е.Ф.. Математическая теория оптимальных процессов, – 4-е изд. – М.: «Наука», Главная редакция физико-математической литературы, 1983. – 392 с.

4. Петухов В.Г. Оптимизация многовитковых перелетов между некомпланарными эллиптическими орбитами // Космические исследования, 2004, том 42, № 3, с. 260-279 (Cosmic Research. p. 250).
5. Hairer F., Norsett S.P., Wanner G. Solving Ordinary Differential Equations I. Non-Stiff Problems. Berlin: Springer, 1987.

УДК 629.78
eLIBRARY.RU: 629.78

Емельянов А.В.
Emelyanov A.V.
техник
НИИ ПМЭ МАИ, г. Москва
Иванюхин А.В.
Ivanyukhin A.V.
кандидат технических наук
научный сотрудник
НИИ ПМЭ МАИ, г. Москва
РУДН им. Патриса Лумумбы, г. Москва

АНАЛИЗ ФУНКЦИИ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ДЛЯ ПЕРЕЛЁТОВ С МАЛОЙ ТЯГОЙ И ПОСТОЯННЫМ ПЕРИОДОМ

ANALYSIS OF THE SWITCHING FUNCTION FOR LOW-THRUST TRANSFERS WITH CONSTANT PERIOD

Аннотация. Рассматривается задача оптимизации управления космического аппарата с электроракетной двигательной установкой при многовитковом движении в центральном гравитационном поле Земли. Исследуется задача определения оптимальных участков включения двигателя на орбите при нулевом аргументе перицентра и заданном изменении большой полуоси. Для описания движения используются уравнения в оскулирующих элементах орбиты. На основе принципа максимума Понтрягина получена функция переключения, определяющая моменты включения и выключения двигателя. Выполнено преобразование условия переключения к полиномиальному виду, что позволяет аналитически определять точки переключения.

Ключевые слова: оптимизация траекторий космических аппаратов с малой тягой, принцип максимума, функция переключения, многовитковые перелёты.

Abstract. The paper considers the problem of optimizing the control of a low-thrust spacecraft during multi-revolution motion in the central Newtonian gravitational field of the Earth. The problem of determining the optimal engine activation segments in orbit, given a zero argument of pericenter and a specified change in the semi‑major axis, is investigated. Orbital dynamics are described using equations for osculating orbital. A switching function is obtained from Pontryagin's maximum principle, defining the optimal engine on/off structure. The switching condition is transformed into a polynomial form, allowing analytical determination of switching points.

Keywords: Low-thrust spacecraft trajectory optimization, maximum principle, switching function, multi-orbit flights.

Оптимизация траектории космического аппарата с электроракетной двигательной установкой является одной из важных задач при механики космического полёта. В отличие от импульсных манёвров, движение с малой тягой характеризуется длительными участками активного управления, в течение которых элементы орбиты изменяются постепенно. При этом оптимальный закон управления часто имеет сложную структуру и представляет собой чередование участков включения и выключения двигателя.

В настоящей работе рассматривается упрощённая постановка задачи, в которой управление имеет постоянное направление вектора реактивного ускорения. Движение космического аппарата рассматривается в центральном ньютоновском гравитационном поле Земли. В качестве независимой переменной используется эксцентрическая аномалия. Такая модель позволяет выделить основную структуру оптимального управления и получить аналитическое условие переключения двигателя.

Уравнения движения в осреднённой форме позволяют получить функцию переключения внутри витка с постоянными значениями фазовых и сопряжённых переменных. После тригонометрических преобразований она сводится к полиномиальному уравнению относительно эксцентрической аномалии, корни которого определяют моменты включения и выключения двигателя на траектории перелёта.

Полученная схема позволяет аналитически исследовать структуру оптимального управления и использовать её в качестве начального приближения для более сложных численных задач оптимизации многовитковых траекторий космических аппаратов с малой тягой.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-79-30009, https://rscf.ru/project/25-79-30009/.

Литература
1. Lifset N., Russell R. P. Advancing Averaged Primer Vector Theory with Bang–Bang Control and Eclipsing // Journal of Guidance, Control, and Dynamics. 2026. Т. 49. № 5. С. 1332-1347.
2. Понтрягин Л.С., Болтянский В.Г., Гамкрелидзе Р.В., Мищенко Е.Ф. Математическая теория оптимальных процессов. М: Наука, 1983. 392 с.

УДК 629.785
eLIBRARY.RU: 30.15.31

Колганов Т.А.
Kolganov T.A.
техник
НИИ ПМЭ МАИ, г. Москва

АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ПЕРЕХОДА НА ИЗВЕСТНУЮ ТРАЕКТОРИЮ ПРОЛЁТА У ЛУНЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПЕРЕЛЁТОВ

ALGORITHM FOR CALCULATION AN OPTIMAL TRANSFER TO A KNOWN MOON-FLYBY TRAJECTORY WHEN DESIGNING LOW-ENERGY TRANSFERS

Аннотация. В данной работе предложен алгоритм проектирования низкоэнергетического перелёта с околоземной орбиты с заданными высотой и наклонением на траекторию пролёта у Луны, полученную при интегрировании движения космического аппарата в обратном времени, при применении теории оптимальных импульсных перелётов.
Ключевые слова: низкоэнергетические траектории, лунные траектории, теория оптимальных импульсных перелётов.
Abstract. This paper proposes an algorithm for designing a low-energy flight from near-Earth orbit with a given altitude and inclination along the lunar flyby trajectory, obtained by integrating the motion of a space craft in reverse time, using the theory of optimal impulse flights.
Keywords: low-energy trajectories, lunar trajectories, theory of optimal impulse flights.

Под низкоэнергетическими лунными траекториями понимается широкий класс траекторий, которые характеризуются отлётом

космического аппарата от Земли на достаточно большое расстояние с последующим приближением к Луне. Целью подобного отлёта от Земли является уменьшение тормозного импульса у Луны за счет взаимодействия на аппарат возмущающих ускорений со стороны Солнца и Луны. При применении таких перелётов существенно снижается импульс, требуемый для выхода на окололунную орбиту, но при этом возрастает длительность полёта.

Одним из методов построения подобных перелётов является метод, представленный в работе [1]. Он включает четыре основных этапа: перебирая параметры, определяющие фазовый вектор космического аппарата в точке приложения конечного импульса до его совершения, интегрируется движение аппарата в обратном времени и оценивается минимальное его расстояние от Земли; среди траекторий, проходящих на достаточно малом расстоянии от Земли выбирается траектория для последующего анализа; строится переход с околоземной орбиты с заданными параметрами на выбранную траекторию; проводится оптимизация всего перелёта.

Преимущество метода заключается в возможности построения низкоэнергетических траекторий для любой даты и его простоты. Из недостатков можно выделить вычислительную трудоемкость, а также сложность отбора конкретной траектории на втором этапе.

Число траекторий, полученных после проведения первого этапа метода, крайне велико. Можно ввести дополнительные критерии отбора траекторий. Для апробации подобных критериев необходим алгоритм построения оптимального перелёта с заданной околоземной орбиты на выбранную траекторию.

В данной работе предлагается алгоритм нахождения подобного перехода с применением теории оптимальных импульсных перелётов, представленной в работе [2].

Рассматривается следующая задача: подобрать число, величину, направление и время совершения импульсов скорости, которые обеспечат перевод космического аппарата с круговой околоземной орбиты заданной высоты и наклонения на выбранную траекторию пролёта у Луны, так чтобы суммарный импульс скорости был минимален.

Исследуется движение аппарата в рамках ограниченной задачи четырёх тел. Для определения положения небесных тел используются эфемериды de440t. Для интегрирования уравнений движения применяется метод Дормана-Принса [3].

Алгоритм включает пять этапов.

1. Рассматривая двух импульсную схему перехода на целевую траекторию, закрепляя даты старта и выхода на ней, применяя выражения задачи двух тел, находим нулевые приближения оптимизируемых параметров задачи.
2. Уточняем решение в рамках ограниченной задачи четырёх тел.
3. Проводим прямую оптимизацию, освобождая направление первого импульса.
4. Определяем начальное приближение вектора, сопряженного к радиус-вектору.
5. Решаем краевую задачу, включающую полный набор условий оптимальности принципа максимума. При необходимости расширяем задачу, добавляя промежуточные импульсы и соответствующие условия.

Ниже представлен пример траектории полученной, при применении данного алгоритма. В таблице 1 представлены некоторые её характеристики. На рисунке 1 представлен изометрический вид траектории, на рисунке 2 — график зависимости величины базис-вектора аппарата от времени для участка, соответствующего переходу с околоземной орбиты на целевую траекторию.

Таблица 1. Некоторые характеристики полученной траектории

Наименование	Размерность	Величина
Общая длительность перелёта	день	84.463
Длительность перехода	день	38.093
Величина первого импульса	км/с	3,204
Величина второго импульса	м/с	41,824
Величина окололунного импульса	м/с	650

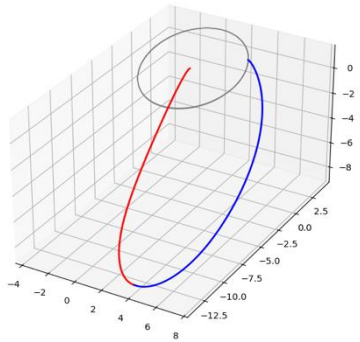


Рис. 1. Изометрический вид полученной низкоэнергетической траектория в масштабе 1 к 100000 км в геоцентрической геоэкваториальной системе координат (серая линия соответствует траектории Луны; красная линия — переходу; синяя линия — участку подлёта к Луне)

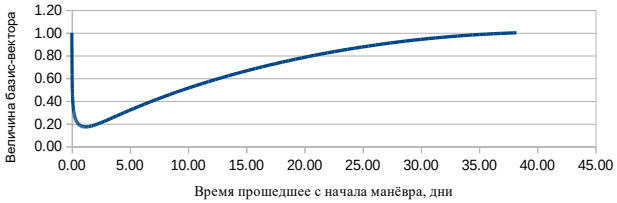


Рис. 2. График зависимости величины базис-вектора от времени

Применение теории оптимальных импульсных перелётов к данной задаче позволило несколько улучшить решение, полученное при применении прямых методов оптимизации. В дальнейшем планируется провести аналогичную сквозную оптимизацию, оптимизируя и окололунный импульс, а также разработать и проверить несколько критериев для отбора траекторий пролёта у Луны.

Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда № 25-79-30009, https://rscf.ru/project/25-79-30009/

Литература

1. Jeffrey S. Parker, Rodney L. Anderson, Low-energy lunar trajectory design – California, 2013. - 404 p.
2. Оптимальные перелёты космических аппаратов с двигателями большой тяги. В.А. Ильин, Г.Е. Кузмак, Издательство «Наука», Главная редакция физико-математической литературы, М., 1976, 744 стр.

3. Prince P.J., Dormand J.R., High order embedded Runge-Kutta formulae. // IMA Journal of Numerical Analysis – 1987. – №7 – P. 423-430.

УДК: 629.785
eLIBRARY.RU: 89.21.37

Степанов Е.М.
Stepanov E.M.
техник
АО «НПО Лавочкина»
Московская обл., г. Химки
Филиппов М.Л.
Filippov M.L.
ведущий математик
АО «НПО Лавочкина»
Московская обл., г. Химки

О БАЛЛИСТИЧЕСКОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПЕРЕЛЁТА К ВЕНЕРЕ

ASTRODYNAMICS OF EARTH-VENUS TRANSFER

Аннотация. Решается задача построения траектории прямого перелёта космического аппарата от Земли к Венере с оценкой эффективности выбранной схемы. Рассматривается выведение КА на пролётную гиперболическую траекторию вокруг Венеры с последующим торможением и выходом на высокоэллиптическую орбиту, обеспечивающую регулярную видимость КА с выбранной точки поверхности Венеры. В рамках настоящей работы анализировались окна старта 2036-2038 гг.

Ключевые слова: межпланетная траектория, Венера, космический аппарат, схема полёта.

Abstract. This paper addresses the problem of constructing a trajectory for a direct spacecraft flight from Earth to Venus, evaluating the effectiveness of the chosen design. The paper considers launching the spacecraft onto a hyperbolic flyby trajectory around Venus, followed by deceleration and entry into a high-elliptical orbit, ensuring regular visibility of the spacecraft from a selected point on the Venus surface. This paper analyzes the launch windows of 2036-2038.

Keywords: interplanetary trajectory, Venus, spacecraft, flight scheme.

Исследование Венеры является перспективным направлением работы ряда космических агентств и корпораций по всему миру. В рамках настоящей работы рассматривается теоретическая модель миссии исследования Венеры *in situ*, то есть на месте. Сценарий, принятый в качестве основного в рамках данной работы, предполагает структурное деление одного запускаемого КА на две части: спускаемый аппарат, проводящий контактное исследование атмосферы и поверхности планеты, и орбитальный аппарат, занимающийся дистанционным зондированием. Перед орбитальным аппаратом так же ставится задача ретрансляции сигнала и поддержание связи между Землёй и спускаемым аппаратом. В рамках перелёта предполагается расстыковка спускаемого и орбитального аппаратов за несколько дней до посадки с последующим разведением орбит. Это обеспечит выход спускаемого аппарата на посадочную траекторию, а орбитального – на пролётную гиперболическую траекторию с предполагаемым последующим торможением.

В рамках настоящей работы рассматривается независимо траектория орбитального аппарата со стартом с опорной околоземной орбиты, выходом на перелётную межпланетную траекторию, обеспечивающую выход на пролётную гиперболическую венерианскую траекторию с последующим торможением и переходом на высокоэллиптическую орбиту, обеспечивающую посадочному модулю не менее 6 часов радиовидимости каждые 24 часа.

Рассматривается старт космического аппарата с Земли в диапазоне ноябрь 2035 – ноябрь 2038 гг. Выведение КА на траекторию перелёта к Венере выполняется с помощью РН и РБ тяжёлого класса. Разрешая задачу Ламберта-Эйлера и проводя оптимизацию полученных решений по затратам характеристической скорости, мы получаем пару стартовых окон: январь-март 2036 и октябрь-ноябрь 2037. Окончательный выбор стартового окна зависит от возможностей и конкретного проекта миссии, в настоящей работе выбор остановлен на марте 2036 г.

Рассмотрев методом склеенных конических сечений первое приближение траектории, получим оценку для параметров отлётной и прилётной гипербол КА. В дальнейшем будем использовать их для численного нахождения точных значений параметров орбит. Прогнозирование движения КА будем проводить методом численного интегрирования его вектора состояния с учётом возмущений методом Рунге-Кутта с адаптивным шагом.

Варьируя параметры отлётной гиперболы при помощи метода Ньютона, обеспечим, с помощью прицеливания методом картинной

плоскости, выход на требуемую пролётную гиперболическую орбиту. Последующее торможение на пролётном участке позволит выйти орбитальному аппарату на требуемую орбиту, параметры которой определяются возможными областями посадки посадочного модуля и целевыми областями научных исследований поверхности Венеры.

Итоговыми характеристиками выбранной траектории перелёта являются параметры отлётной орбиты, время перелёта (111 сут.), затраты характеристической скорости (∑5.36 км/с, отлётный импульс – 3.89 км/с, тормозной – 1.47 км/с), потребной для выполнения перелёта с опорной околоземной на целевую орбиту.

Литература

1. Засова Л.В., Горинов Д.А., Эйсмонт Н.А. и др. «Венера-Д» - проект автоматической станции для исследования Венеры // Вестник «НПО им. С.А. Лавочкина» – 2018 – 3 \(41) – 13 с.
2. Решетников М.Н. К 60-летию космической деятельности НПО им. С.А. Лавочкина // Вестник «НПО им. С.А. Лавочкина» - 2025 – 2 (68) – 11 с.
3. Боровин Г.К., Голубев Ю.Ф., Грушевский А.В. и др. Баллистико-навигационное обеспечение полетов автоматических космических аппаратов к телам Солнечной системы. Под ред. А.Г. Тучина – Химки: «НПО Лавочкина», 2018 – 51 с.
4. Prince P.J., Dormand J.R. High order embedded Runge-Kutta formulae // J. Comp. Appl. Math. – 1987 – 7 – p. 67
Battin R. An introduction to the Mathematics and Methods of Astrodynamics. – 2nd ed. – New York City: AIAA, 1987 – p. 325.
5. Vallado D.A. Fundamentals of Astrodynamics and Applications – 4th ed. – Hawthorne: Space Technology Library, 2013 – p. 961.

УДК 629.78
eLIBRARY.RU: 89.23.00

Ли Чжоцзинь
Li Chzhotszin
аспирант
ФКИ МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва

АНАЛИЗ СТРАТЕГИЙ АНСАМБЛИРОВАНИЯ ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СТОИМОСТИ МЕЖПЛАНЕТНЫХ ПЕРЕЛЁТОВ С МАЛОЙ ТЯГОЙ НА ОСНОВЕ СЕТЕЙ КОЛМОГОРОВА–АРНОЛЬДА

ANALYSIS OF ENSEMBLING STRATEGIES FOR LOW-THRUST INTERPLANETARY TRANSFER COST PREDICTION USING KOLMOGOROV–ARNOLD NETWORKS

Аннотация. В работе исследуется необходимость ансамблевого обучения в архитектуре сетей Колмогорова–Арнольда (СКА) для суррогатного прогнозирования стоимости межпланетных перелётов с малой тягой. На двух наборах данных (оптимальные по затратам рабочего тела и оптимальные по быстродействию гелиоцентрические траектории) подтверждена высокая эффективность одиночной быстрой СКА по сравнению с многослойным перцептроном (МСП). Проведён сравнительный анализ трёх стратегий ансамблирования: пакетной, облегчённой пакетной и сеточного смещения. Показано, что быстрая СКА уже обладает высокой точностью и достоверностью прогнозов (низкой дисперсией), поэтому выигрыш от ансамблирования ограничен. Результаты дают количественное обоснование для выбора сетевой архитектуры в задачах проектирования астероидных миссий.

Ключевые слова: межпланетные перелёты; малая тяга; сети Колмогорова–Арнольда; суррогатное моделирование; ансамблевое обучение.

Abstract. This paper investigates the necessity of ensemble learning in Kolmogorov–Arnold networks (KAN) for surrogate prediction of low-thrust interplanetary transfer cost. On two datasets (fuel-optimal and time-optimal trajectories for heliocentric transfers), the high efficiency of a single Fast network compared to multilayer perceptron (MLP) is confirmed. A comparative analysis of three ensembling strategies is conducted: Batch Ensemble, lightweight Batch Ensemble, and GridShift. It is shown that the Fast Kolmogorov–Arnold network already has high prediction accuracy and confidence (low variance), so the gain from ensembling is limited. The results provide a quantitative basis for selecting network architecture in asteroid mission design.

Keywords: interplanetary transfers; low thrust; Kolmogorov–Arnold networks; surrogate modeling; ensemble learning.

Введение

К.Э. Циолковский заложил основы теории межпланетных перелётов, которые легли в основу современных миссий дальнего космоса [1, 2]. Электрические двигательные установки (ЭРДУ) с малой тягой стали ключевым инструментом в таких миссиях [3]. С развитием искусственного интеллекта бортовые аппараты смогут оснащаться стратегическими сетями для автономного принятия решений [4]. На этапе обучения таких сетей требуется быстрая оценка стоимости перелёта, что предъявляет жёсткие требования к точности суррогатных моделей. Долгое время доминирующей архитектурой был многослойный перцептрон (МСП) [5].

Сети Колмогорова–Арнольда (СКА) обеспечивают превосходство над МСП в аппроксимации функций [6, 7]. Предварительные исследования показали, что одиночная быстрая СКА демонстрирует повышение параметрической эффективности примерно на 50% по сравнению с МСП. Однако наборы данных для перелётов с малой тягой обычно содержат траектории, состоящие из множества семейств. Ансамблевое обучение [8] может дополнительно раскрыть потенциал СКА. Данная работа отвечает на этот вопрос с помощью сравнительных экспериментов.

Материал и методы

В работе сравниваются три параметр-эффективные стратегии ансамблирования. Пакетное ансамблирование: матрица весов каждого слоя разделяется между всеми моделями, но каждая модель имеет собственные модулирующие векторы. Облегчённое пакетное ансамблирование: модели разделяют все слои полностью, но на входе каждая модель умножает признаки на независимые коэффициенты [6]. Ансамблирование сеточным смещением: специфичный для быстрой сети метод, при котором каждая модель имеет независимое смещение узлов сплайновой сетки.

Два набора данных — с оптимальными по затратам рабочего тела и оптимальными по быстродействию траекториями для гелиоцентрических перелётов между астероидами — сгенерированы методом гомотопии [9]. В качестве номинальных траекторий использованы перелёты между астероидами главного пояса [10]. Всего сгенерировано 10 млн траекторий, полученные данные обладают общностью: большая полуось распределена в диапазоне от 0 до 6 а.е. Для обучения используется подмножество из 500 тыс. образцов. Входные параметры: начальная масса 300–4000 кг, удельный импульс 700–9000 с, максимальная тяга 0.01–6 Н, начальное и конечное состояния орбиты. Модели имеют 5 слоёв, ширину 64, размер сетки 20.

Оптимизатор — AdamW, гиперпараметры подобраны с помощью Optuna.

Результаты и обсуждение

Результаты показывают, что для быстрой СКА добавление ансамблирования даёт ограниченный выигрыш. Заметное повышение параметрической эффективности наблюдается только для пакетного ансамблирования. Стратегия сеточного смещения приводит к снижению параметрической эффективности.

Это объясняется тем, что стандартное отклонение прогнозов при многократном независимом обучении быстрой сети уже значительно ниже, чем у МСП, причём это справедливо для обоих типов траекторий. Другими словами, быстрая СКА уже обладает высокой точностью и достоверностью прогнозов (низкой дисперсией), поэтому дополнительный выигрыш от ансамблирования ограничен. Это также подтверждает высокую степень достоверности и точности быстрой СКА.

Литература

1. Циолковский К.Э. Исследование мировых пространств реактивными приборами. Часть I-я // Научное обозрение. – 1903. – № 5 (май). – СПб.: Типография Э.Л. Пороховщиковой, 1903. – С. 45–75.
2. Ивашкин В.В., Чернов А.В. Оптимизация траекторий перелетов космического аппарата к сближающемуся с Землей астероиду при использовании малой тяги // Препринт ИПМ им. М.В. Келдыша, 1996, № 62. – М.: ИПМ им. М.В. Келдыша, 1996.
3. Ивашкин В.В., Крылов И.В. Оптимизация траекторий космического аппарата с электроракетным двигателем малой тяги // Препринт ИПМ им. М.В.Келдыша, 2020, № 94. – М.: ИПМ им. М.В.Келдыша, 2020. – 32 с.
4. Ли Чж., Корянов В.В. Оптимизация траектории последовательных сближений множественными астероидами с малой тягой на основе обучения с подкреплением // Тр. 60-х Научных чтений, посвящённых разработке научного наследия и развитию идей К.Э. Циолковского «К.Э. Циолковский. Проблемы индустриализации космоса и рационального использования земных ресурсов». – 2025. – Ч. 2. – С. 34–37.
5. Ли Чж., Корянов В.В., Зубко В.А. Оценка времени перелета к астероидам с малой тягой с использованием нейронных сетей // Космические исследования. – 2025. – Т. 63. – № 5. – С. 501–514.

6. Liu Z., Wang Y., Vaidya S. et al. KAN: Kolmogorov–Arnold Networks // International Conference on Learning Representations (ICLR). – 2025. – DOI: 10.48550/arXiv.2404.19756.
7. Li Zi. Kolmogorov-Arnold Networks are Radial Basis Function Networks // arXiv preprint. – 2024. – https://arxiv.org/abs/2405.06721.
8. Gorishniy Y., Kotelnikov A., Babenko A. TabM: Advancing Tabular Deep Learning with Parameter‑Efficient Ensembling // Тр. International Conference on Learning Representations (ICLR). – 2025. – https://openreview.net/forum?id=Sd4wYYOhmY.
9. Zhang Z., Topputo F. Neural Approximators for Low-Thrust Trajectory Transfer Cost and Reachability // Препринт arXiv, 2508.02911. – 2025. – https://arxiv.org/abs/2508.02911.
10. Li Zh., Koryanov V.V. Application of the Ensemble Model TabM to Predict Fuel-Optimal Low-Thrust Transfers // Mechanical and Aerospace Engineering. Advances in Transdisciplinary Engineering. – 2026. – Т. 89. – С. 406–413.

УДК 629.785
eLIBRARY.RU: 89.00.00

Гарно П.Р.
Garno P.R.
студент кафедры 601
4-го курса специалитета
МАИ (НИУ), г. Москва
Верещагин А.О.
Vereshchagin A.O.
ассистент кафедры 601
МАИ (НИУ), г. Москва

ОПТИМАЛЬНАЯ ТРАЕКТОРИЯ ДВИЖЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНОГО АППАРАТА, ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ В АТМОСФЕРЕ МАРСА, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УПРАВЛЕНИЯ ПО УГЛУ АТАКИ

OPTIMUM TRAJECTORY OF MOTION OF AIRCRAFT DESIGNED FOR RESEARCH IN THE ATHMOSPHERE OF MARS USING ANGLE OF ATTACK

Аннотация. в рамках работы была сформулирована математическая модель движения летательного аппарата с высоким

аэродинамическим качеством в атмосфере Марса. Для данной модели была поставлена задача оптимизации, выбраны критерий оптимальности и ограничения. Поиск оптимума выполнялся численными методами решения расширенной системы дифференциальных уравнений (фазовых и сопряженных переменных).

Ключевые слова: математическая модель движения, оптимальное управление движением, марсианский летательный аппарат, управление по углу атаки, максимальная продольная дальность.

Abstract. in framework of this study has been established mathematical model of aircraft flight in atmosphere of Mars in form of a system of differential equations. For this model the optimization problem was established, optimization criteria and boundary conditions were formulated. Optimum searching was performed by numerical solving of the extended system of differential equations (state and costate variables).

Keywords: mathematical model of flight, optimal control, Mars aircraft, angle of attack control, maximal longitudinal range.

Анализ современных прототипов [1-4] показал, что ни одна из существующих разработок марсианских аппаратов не предполагает использование атмосферы Марса для построения траектории с целью выполнения научных задач. Создание таких ЛА необходимо для преодоления ограничений наземных роверов, среди которых низкая подвижность, ограниченный обзор и сильная зависимость от особенностей рельефа. Применение летательных аппаратов с несущими поверхностями большой площади, а, следовательно, высоким аэродинамическим качеством, откроет принципиально новые научные перспективы, например, исследование труднодоступных участков марсианской поверхности.

Материал и методы

В качестве исходных данных были взяты следующие исходные данные, полученные в [5]:

– масса ЛА составляет m = 200 кг;

– суммарная площадь крыла S = 100 м^2;

– удлинение крыла λ= 8;

– длина крыла l=28,3 м.

Параметры атмосферы приняты в соответствии с моделью «MARS-GRAM 2001» [6].

Была поставлена задача найти оптимальную продольную дальность такого ЛА (1), с учетом ограничений на перегрузку, траекторный угол и скорость, после чего была формализована как задача оптимального

управления. Управление представлено углом атаки (2), диапазон изменения которого составляет…, что позволяет использовать аэродинамические соотношения, справедливые для малых углов атаки.

$$J = \min(-L) \#(1 \quad)$$

$$u(\alpha) \in [\alpha_{min}, \alpha_{max}], \alpha \in \mathbf{U} \# \ (2)$$

Для решения поставленной оптимальной проблемы был применен принцип максимума Понтрягина: записана функция Гамильтона-Понтрягина, получены дифференциальные уравнения для сопряженных переменных, а также условия трансверсальности.

Итогом формализации оптимальной проблемы как задачи оптимального управления ЛА по углу атаки стало формирование вектора-функции невязки.

$$\frac{dV}{dt} = -C_x(\alpha; V; H) \cdot S_m \frac{\rho(H) \cdot V^2}{2m} - \frac{\mu_A}{(R_A + H)^2} \cdot \sin\theta \ \#(3)$$

$$\frac{d\theta}{dt} = \frac{V \cos\theta}{(R_A + H)} - C_y(\alpha; V; H) \cdot S_m \frac{\rho(H) \cdot V}{2m} - \frac{\mu_A}{V \cdot (R_A + H)^2} \cdot \cos\theta \ \#(4)$$

$$\frac{dH}{dt} = V \sin\theta \ \#(5)$$

$$\left.\begin{aligned} \dot{\psi}_V = \psi_V \left[S \cdot \frac{\rho(h)}{2 \cdot m} \left(\frac{d}{dv} C_x(\alpha, V, h) \cdot V^2 - 2V C_x(\alpha, V, h) \right) \right] - \\ \psi_\theta \left[\frac{V \cos\theta}{R_a + h} + S \frac{\rho(h)}{m} \cdot \left(\frac{d}{dV} C_y(\alpha, V, h) \cdot V + C_y(\alpha, V, h) \right) + \frac{\mu}{V^2 \cdot (R_a + h)^2} \right] - \\ \psi_h \sin\theta - \frac{\alpha_0 \cos\theta}{R_a + h} \end{aligned}\right\} \#(6)$$

$$\left.\begin{aligned} \dot{\psi}_\theta = \psi_V \cdot \frac{\mu}{(R_a + h)^2} cos\,\theta + \psi_\theta \left(\frac{V \sin\theta}{R_a + h} - \frac{\mu}{V(R_a + h)^2} \sin\theta \right) + \\ \psi_h \cdot V \cos\theta + \frac{V \alpha_0 \sin\theta}{R_a + h} \end{aligned}\right\} \#(7)$$

$$\left.\begin{aligned} \dot{\psi}_h = \psi_V \cdot \left[S \frac{V^2}{2m} \left(\frac{d}{dh} C_x(\alpha, V, h) \cdot \rho(h) + \frac{d}{dh} \rho(h) \cdot C_x(\alpha, V, h) \right) - \frac{2\mu}{(R_a + h)^3} \sin\theta \right] - \\ \psi\theta \left[-\frac{V \cos\theta}{R_a + h} + \frac{SV}{2m} \left(\frac{d}{dh} C_y(\alpha, V, h) \rho(h) + \frac{d}{dh} \rho(h) C_y(\alpha, V, h) \right) + \frac{2\mu \cos\theta}{V(R_a + h)^3} \right] + \\ \frac{V \alpha_0 \cos\theta}{(R_a + h)^2} \end{aligned}\right\} \#(8)$$

Полученная краевая задача решалась численно. Для этого выполнялось интегрирование расширенной системы дифференциальных уравнений для фазовых и сопряженных переменных (3)-(8) методом Левенберга-Марквардта [7].

Литература

1. Ingenuity Mars Helicopter : website / NASA. – 2021–2024. – URL: nasa.gov (дата обращения: 30.08.2026).
2. Around the World to Promote Clean Technologies : official website / Solar Impulse Foundation. – 2015–2024. – URL: https://aroundtheworld.solarimpulse.com/adventure (дата обращения: 30.08.2026).
3. Zephyr High Altitude Platform Station (HAPS) [Электронный ресурс] // Airbus : [офиц. сайт]. – [Б. м.], [2026]. – Режим доступа: https://www.airbus.com/en/products-services/defence/uas/zephyr (дата обращения: 30.08.2026).
4. Pathfinder: Leading the way in solar flight [Электронный ресурс] // NASA Armstrong Flight Research Center : [офиц. сайт]. – [Б. м.], 2002. – (NASA Facts ; FS-2002-04-DFRC). – Режим доступа: https://www.nasa.gov/wp-content/uploads/2021/09/120291main_fs-034-dfrc.pdf (дата обращения: 30.08.2026).
5. Гарно, П.Р. Разработка конструктивно-компоновочных схем марсианского ЛА // Гагаринские чтения – 2025 : сб. тез. докл. междунар. молодёж. науч. конф. (Москва, 15–18 апр. 2025 г.). – М. : Изд-во «Перо», 2025. – С. 362–363.
6. Justh, H.L. Mars Global Reference Atmospheric Model (Mars-GRAM): User Guide [Электронный ресурс] / H.L. Justh, A.M. Dwyer Cianciolo, J. Hoffman ; Marshall Space Flight Center. – Huntsville, Alabama : NASA, 2021. – (NASA/TM-20210023957). – Режим доступа: https://ntrs.nasa.gov/citations/20210023957 (дата обращения: 01.10.2026).
7. Дэннис Дж., мл., Шнабель Р. Численные методы безусловной оптимизации и решения нелинейных уравнений. – М.: Мир, 1988. – 440 с.
8. Иванов Н.М., Мартынов А.И. Движение космических летательных аппаратов в атмосферах планет. – М.: Наука, 1985. – 384 с.

УДК 629.785
eLIBRARY.RU: 89.21.45

Корянов В.В.
Koryanov V.V.
кандидат технических наук, доцент
МГТУ им. Н.Э. Баумана, г. Москва
Чалаева Х.С.
Chalaeva H.S.
магистрант
ФКИ МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва

ВЛИЯНИЕ СУТОЧНОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ПЛОТНОСТИ ТЕРМОСФЕРЫ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ АЭРОТОРМОЖЕНИЯ ОРБИТАЛЬНОГО АППАРАТА

INFLUENCE OF DAILY VARIABILITY OF THERMOSPHERIC DENSITY ON THE DESIGN OF AN ORBITAL VEHICLE AEROBRAKING

Аннотация. Исследовано влияние суточной изменчивости плотности термосферы Венеры на проектирование кампании аэроторможения орбитального аппарата применительно к проекту «Венера-Д». По данным климатической базы VCD на рабочих высотах 115–155 км горизонтальная неоднородность плотности достигает 200–500 % (фактор 2–5 между дневной и ночной сторонами) против 10–40 % у Марса. Показано, что эта изменчивость, обусловленная термосферными приливами, определяет требования к высоте перицентра и ориентации плоскости орбиты относительно подсолнечной точки и приводит к разбросу тормозного импульса за проход в 2–5 раз.

Ключевые слова: Венера; термосфера; суточная изменчивость плотности; аэроторможение; высота перицентра; термосферные приливы; «Венера-Д»; VCD.

Abstract. The effect of the diurnal variability of Venus thermosphere density on the design of an orbiter aerobraking campaign for the Venera-D project is studied. According to the VCD climate database, at the working altitudes of 115–155 km the horizontal density inhomogeneity reaches 200–500 % (a factor of 2–5 between the dayside and nightside) versus 10–40 % for Mars. It is shown that this variability, caused by thermospheric tides, governs the choice of perigee altitude and the orbit-plane orientation relative to the subsolar point and produces a 2–5-fold spread of the per-pass braking impulse.

Keywords: Venus; thermosphere; diurnal density variability; aerobraking; perigee altitude; thermospheric tides; Venera-D; VCD.

Центральное место среди перспективных миссий к Венере занимает российский проект «Венера-Д», орбитальный аппарат которого должен выйти на рабочую высокоэллиптическую орбиту с применением аэроторможения — последовательных проходов через верхние слои атмосферы, снижающих апоцентр без расхода топлива. Эффективность и безопасность такой кампании напрямую

определяются плотностью термосферы на рабочих высотах [1, с. 243–246], поэтому анализ её пространственной и временной изменчивости необходим уже на этапе предварительного проектирования.

Целью работы является оценка влияния суточной изменчивости плотности термосферы Венеры на проектные решения кампании аэроторможения. Для анализа использованы данные климатической базы Venus Climate Database (VCD) [2], основанной на модели общей циркуляции атмосферы; четырёхмерные поля плотности (время, высота, широта, долгота) в формате NetCDF обрабатывались с выбором горизонтальных срезов на рабочих высотах и построением двумерных и трёхмерных распределений. Для сопоставления привлечены данные Mars Climate Database (MCD) [3].

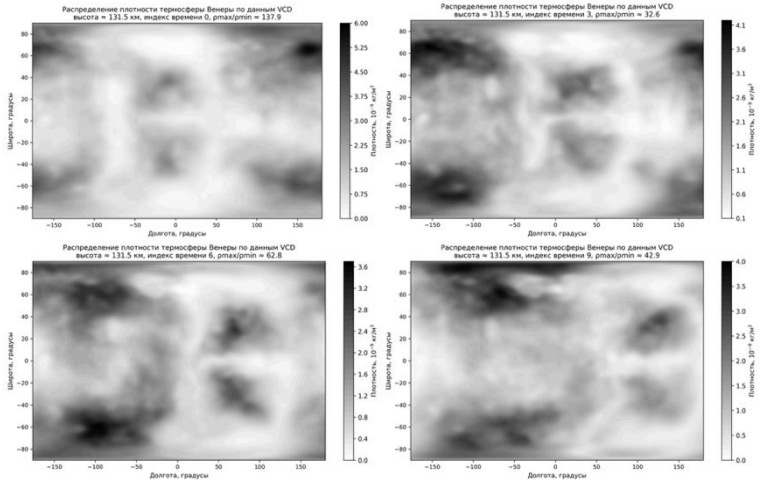


Рис. 1. Срезы плотности термосферы Венеры на высоте ≈130 км по данным VCD

Распределение иллюстрирует выраженную неоднородность плотности на рабочей высоте, подтверждая необходимость учёта суточной изменчивости при выборе высоты перицентра и ориентации орбиты.

Установлено принципиальное различие двух планет. На высотах аэроторможения Марса (95–130 км) горизонтальная неоднородность плотности составляет 10–40 % и определяется преимущественно широтным градиентом и сезоном [3]. На высотах термосферы Венеры (115–155 км) неоднородность достигает 200–500 %: плотность на дневной стороне систематически выше, чем на ночной, в 2–5 раз. Эта асимметрия обусловлена термосферными приливами, возбуждаемыми

солнечным нагревом дневного полушария и формирующими глобальную циркуляцию «день–ночь» [1, с. 243–246; 4, с. 392–396]. Полученное различие имеет прямые проектные следствия для кампании аэроторможения у Венеры [5, с. 260–279]. Во-первых, рабочий диапазон высот смещён выше марсианского вследствие значительно более плотной нижней атмосферы: проход ниже 115 км создаёт тепловые нагрузки, превышающие допустимые без специализированной теплозащиты, поскольку удельная потеря орбитальной энергии за проход пропорциональна плотности, а та растёт экспоненциально при снижении перицентра (масштабная высота 15–20 км). Во-вторых, разница плотностей день–ночь в 2–5 раз означает, что тормозной импульс от прохода к проходу варьируется в тех же пределах, и при определённой ориентации орбиты половина проходов оказывается существенно менее эффективной. В-третьих, это требует либо фиксации ориентации плоскости орбиты относительно подсолнечной точки, либо учёта суточной изменчивости при планировании числа проходов и оперативной коррекции высоты перицентра по результатам первых витков.

Таким образом, суточная изменчивость плотности термосферы Венеры является ключевым фактором неопределённости при проектировании аэроторможения и должна учитываться при выборе высоты перицентра, ориентации орбиты и стратегии управления кампанией. Полученные оценки применимы к обоснованию проектных решений и требований к системе управления орбитального аппарата проекта «Венера-Д».

Литература

1. Маров М.Я. Планеты Солнечной системы. – 2-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 1986. – 320 с.
2. The Venus Climate Database Project [Электронный ресурс]. – URL: http://www-venus.lmd.jussieu.fr (дата обращения: 06.03.2026).
3. The Mars Climate Database Project [Электронный ресурс]. – URL: https://www-mars.lmd.jussieu.fr (дата обращения: 08.03.2026).
4. Маров М.Я., Колесниченко А.В. Введение в планетную аэрономию. – М.: Наука, 1987. – 456 с.
5. Иванов Н.М., Лысенко Л.Н. Баллистика и навигация космических аппаратов : учебник для вузов. – 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2016. – 528 с.

УДК 629.7.015
eLIBRARY.RU: 89.23.00

Кухаренко А.С.
Kukharenko A.S.
аспирант
МГТУ им. Н. Э. Баумана, г. Москва
Корянов В.В.
Koryanov V.V.
кандидат технических наук, доцент
МГТУ им. Н. Э. Баумана, г. Москва

ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ СПУСКАЕМОГО АППАРАТА, УПРАВЛЯЕМОГО ВНУТРЕННЕЙ ПОДВИЖНОЙ МАССОЙ

TRAJECTORIES OF A DESCENT VEHICLE CONTROLLED BY AN INTERNAL MOVABLE MASS

Аннотация. В работе представлены уравнения управляемого движения спускаемого аппарата. Управление движением реализовано за счет изменения положения внутренней подвижной массы. Выполнено моделирование траекторий управляемого движения, анализ которых позволил сделать вывод о компенсируемых возмущениях начальных условий движения спускаемого аппарата.

Ключевые слова: Спускаемый аппарат, внутренняя подвижная масса, центр масс, траектории управляемого движения.

Abstract. The paper presents the equations governing the controlled motion of a descent vehicle. Motion control is achieved by varying the position of an internal movable mass. Numerical simulations of controlled motion trajectories were performed, and their analysis made it possible to conclude that disturbances in the initial conditions of the descent vehicle's motion can be compensated.

Keywords: Descent vehicle, internal movable mass, center of mass, controlled motion trajectories.

Основная задача спуска космического аппарата – безопасная посадка в заданном районе поверхности Земли. К другим задачам спуска можно отнести доставку результатов научных экспериментов с орбиты Земли на ее поверхность. В настоящее время для решения перечисленных задач используют спускаемые аппараты баллистического и полубаллистического типа, которые обладают высокой надежностью. Однако спускаемые аппараты баллистического

типа имеют недостаток, связанный с отсутствием возможности управления движением в процессе спуска, из-за чего область рассеивания точек посадки имеет большие размеры [1].

Для устранения этого недостатка автором работы рассмотрено управление движением спускаемого аппарата баллистического типа за счет внутренних подвижных масс [2]. В работе при изменении положения подвижной массы изменяется положение центра масс спускаемого аппарата относительно его продольной оси. При управлении движением спускаемого аппарата рассматриваемым методом управляющие аэродинамические силы возникают при взаимодействии корпуса спускаемого аппарата с набегающим потоком. Так же все механизмы управления защищены корпусом спускаемого аппарата, что повышает его надежность. Метод управления внутренними подвижными массами применим на всей траектории движения спускаемого аппарата [3].

В представленной работе выполнено моделирование траекторий управляемого движения спускаемого аппарата. По результатам моделирования сделан вывод о том, что возмущения, вызванные отклонением начальных условий движения спускаемого аппарата в атмосфере от расчетных, могут быть парированы при помощи рассмотренного способа управления.

Литература

1. Динамика спуска космических аппаратов на Землю. Андреевский В.В. М., «Машиностроение», 1970, стр. 235.
2. Кухаренко, А.С. Математическая модель углового движения спускаемого аппарата, управляемого смещением центра масс / А.С. Кухаренко, В.В. Корянов, А.И. Игнатов // Инженерный журнал: наука и инновации. – 2025. – № 7(163). – DOI 10.18698/2308-6033-2025-7-2462.
3. P.K. Menon, G.D. Sweriduk, E. J. Ohlmeyer, and D.S. Malyevac, “Integrated guidance and control of moving-mass actuated kinetic warheads,” Journal of Guidance Control and Dynamics, vol. 27, no. 1, pp. 118–126, 2004.

Секция 4
«К.Э. ЦИОЛКОВСКИЙ И ПРОБЛЕМЫ КОСМИЧЕСКОЙ БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЫ»

УДК 613.693
eLIBRARY.RU: 89.01.09

Дворников М.В.
Dvornikov M.V.
доктор медицинских наук, профессор
Меденков А.А.
Medenkov A.A.
доктор медицинских наук, профессор
кандидат психологических наук
Хоменко М.Н.
Khomenko M.N.
доктор медицинских наук, профессор
Научно-исследовательский испытательный институт
авиационной и космической медицины
и военной эргономики, г. Москва
ФГБУ «Национальный медицинский
исследовательский центр высоких медицинских
технологий имени А.А. Вишневского
Минобороны России

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ НАДЁЖНОСТЬ Ю.А. ГАГАРИНА В ПЕРВОМ ПОЛЁТЕ В КОСМОС

PSYCHOPHYSIOLOGICAL RELIABILITY OF YURI GAGARIN IN HIS FIRST SPACE FLIGHT

Аннотация. Статья приурочена 65-летию первого полета человека в космос и посвящена ретроспективному анализу профессионального реагирования летчика Ю.А. Гагарина на целую серию экстремальных ситуаций, возникших во время первого полета и угрожавших его безопасности. Систематизированы проявления высокой психологической устойчивости, психофизиологической надежности, а также методы формирования готовности принятия нестандартных решений, в процессе медико-биологической подготовки.

Ключевые слова: безопасность космического полета профессиональная надежность, медико-биологическая и психофизиологическая подготовка, экстремальные ситуации.

Abstract. The article is dedicated to the 65th anniversary of the first human spaceflight and focuses on a retrospective analysis of Yuri Gagarin's professional response to a series of extreme situations that arose during the first flight and posed a threat to his safety. The article systematizes the manifestations of high psychological stability, psychophysiological reliability, and the methods of developing the ability to make unconventional decisions during medical and biological training.

Keywords: space flight safety, professional reliability, medical and biological training, and extreme situations.

В этом году отмечается 65 годовщина первого в мире полета человека в космос. Имя Юрия Алексеевича Гагарина на вечно вошло в список тех, кто мечтал о полете в космос и в число тех, кому удалось эту мечту осуществить. Быть первым, это почетно, но трудно и опасно. Опыт, собираемый по крупицам особенно ценен. Очень важно отметить, что опыт первого полета оказался благополучным и результативным, т.к. впервые было подтверждено, что человек может осваивать космос и получено много ценнейшей информации для последующих полетов. Не малая заслуга в этом была самого Ю.А. Гагарина, которому удалось с высокой выдержкой отнестись к тем профессиональным осложнениям, которые всегда стоят на пути первопроходцев. А они естественно возникли, в следствие ряда прогнозируемых технических причин, но завершились без последствий, оставаясь зоне оправданного риска.

Первое, что подтвердил успешный полет – это правильность прогноза опасных факторов штатного и осложнённого полета, перечень запланированных мер профилактики и зашиты, включая принцип многократного дублирования технических средств безопасности, а также разносторонней подготовки космонавтов. Оправдал себя и подход С.П. Королева, что отбирать первых космонавтов надо из числа летчиков истребительной авиации, которые в эти годы осваивали новую реактивную техники и постоянно сталкивались с нештатными ситуациями, прошли профессиональную и психофизиологическую подготовку к высотным полетам к использованию высотного снаряжения, готовности применять средства катапультирования и овладевать методами автономного выживания.

В настоящее время опубликованы детали тех 12-ти опасных ситуаций, возникших в первом космическом полете и одного перед его

началом. Часть сбоев произошло из-за дефицита времени, т.к. не удалось выдержать временной регламент подготовки к полету. Основное число потенциально опасных ситуаций возникло из-за сбоя в работе автоматики. Третья группа часть связана с высокой агрессивность среды космического пространства и гиперзвуковых скоростей полета, длительности знакопеременных гравитационных воздействий. Все эти виды подготовки лежат в основе профессиональной надежности летчика высотной сверхзвуковой авиации. Долгие годы тщательный анализ событий первого полета оставался предметом анализа профессионалов, тех, кто готовил и обеспечивал безопасность последующих запусков. К 50-тилетию полета Ю.А. Гагарина существовавшие ограничения на открытую публикацию деталей полета были сняты. Но это обстоятельство не только не умалило заслуг Ю.А. Гагарина, который справился со всеми осложнениями, сохранил самообладание, спокойно их перенес, смог принять ряд нестандартных действий, свидетельствующих о глубоком понимании своего предназначения космонавта-испытателя.

Первый сбой был обнаружен при проверке герметичности кабины космического корабля. Было принято решение крышку снять и установить заново. Олег Иваницкий и Дмитрий Белов в условиях дефицита времени с этой задачей справились не выходя за график подготовки систем к запуску. Старт и выход космического корабля на орбиту прошел в основном штатно, но в последний момент основное устройство отключения двигателя по достижении заданной орбиты не сработало. Резервное устройство автоматически отключило, но уже с запозданием на полсекунды. Корабль оказался на нерасчетной орбите, выше на 40%. Это создавало угрозу при нештатной работе тормозной установки затруднить посадку и вынужденному длительному полету до 5-10 суток. Запас кислорода и питания для космонавта были предусмотрены, но для первого полета такая нагрузка была бы явно избыточной. На этапе спуска тормозная установка сработала, но из-за потери части топлива внутри системы импульс торможения оказался слабее расчетного, орбитальная скорость осталась чуть больше расчетной, а траектория снижения – более пологой. Эта разница обусловила дальнейшие сбои. Не прошла штатная отстыковка спускаемого аппарата от приборного отсека: из-за повышенной скорости ее заблокировала система управления, считая полет еще не завершенным: при отделении приборного отсека корабль лишался аккумуляторов и приборов системы ориентации. Так и входили в атмосферу вместе. Следствием этих погрешностей стало появление крутящего момента. Оборот занимал несколько секунд, по разным

осям. Когда, наконец, прошла команда разделения, по какой-то причине остался связующий кабель, который сгорел только в плотных слоях атмосферы. Тогда вращения прекратились.

При входе в атмосферу жаропрочная оболочка корабля нагрелась трением до 3-4 тысяч, он оказался объят пламенем, видным в иллюминатор; потрескивали отслаивающиеся теплозащитные плитки, запахло гарью. Ю.А. Гагарин по связи передал «Горю братцы», но достаточно спокойно, без паники.

В это же время резко возросла перегрузка, по словам Ю.А., все плыло перед глазами и почти терял сознание. При более крутой траектории торможения угол положения кресла и соответственно космонавта к вектору перегрузки мог превысить предельно переносимую величину.

Катапультирование на высоте 7 км прошло штатно, но позже расчетного, по указанным выше причинам. Соответственно он оказался в другом месте, а не там, где были сосредоточены силы поиска и спасания. При спуске открылся только основной парашют.

Автоматическое открытие клапана дыхания на гермошлеме скафандра не произошло. Дышать нужно было атмосферным воздухом через специальный клапан разгерметизации. Ручное открытие клапана оказалось невозможным, т.к. фал принудительного открытия при надевании скафандра или при размещении Ю.А. Гагрина в катапультном кресле попал под оболочку дополнительного ярко красного комбинезона. И только в результате нескольких минут усилий Ю.А. Гагарниу удалось достать его и открыть клапан.

Как говорил и записал в отчете сам Гагарин, во время спуска оторвался и упал аварийный запас, в котором находились лодка, питание и пистолет. Но эта «нештатность» оказалась на пользу. Скорость спуска на одном парашюте была повышенной и Ю.А. Гагарин опасался, что не успеет перелететь через Волгу при посадке. Скорость замедлилась Волгу удалось перелететь. Однако потеря лодки при приводнении осложняла бы вопрос спасения, хотя гермошлем скафандра был рассчитан на ситуацию приводнения, обладали повышенной плавучестью и даже обеспечивали безопасность в случае нахождения под водой до 5- минут.

Большинство нештатных ситуаций возникло из-за сбоев работы автоматики, но резервные возможности позволили избежать ухудшение ситуации. В этой ситуации от космонавта мало что зависело, он просто должен был сохранять выдержку и психологическую устойчивость.

Нерасчетная высота выхода космического корабля на орбиту входила в перечень потенциально наиболее опасных, особенно в первом пилотируемом космическом полете. С этой целью была разработана методика подготовки в сурдокамере, которую прошли все кандидаты в космонавты.

Сложнее было решать вопросы тренировки космонавтов к использованию космического скафандра. Приемочные государственные испытания закончились поздно, формально в марте. Тренировки проводились в наземных условиях. Подъемы в барокамере с реальным разрежением атмосферы провести не удалось.

Реальный риск был при нештатной посадке космического корабля при входе в плотные слои атмосферы, т.к. положение кресла в кабине КК Восток имело небольшой угол наклона от горизонтали. Это создавало небольшую продольную перегрузку, но при большой продолжительности это было потенциально опасно.

Таким образом, анализ сбоев и опасных ситуаций показал, что Ю.А. Гагарин вынужден был продемонстрировать свою психологическую устойчивость, выдержку и профессиональную надежность в экстремальной ситуации. А в ситуациях со скафандром и потерей НАЗа продемонстрировал не стандартность принимаемых решений, позволивших благополучно справиться с осложнённой ситуацией.

Литература

1. Барер А.С. Предел переносимости: очерки об устойчивости человека к неблагоприятным факторам авиационного и космического полетов об исследованиях, проводившихся Отделом авиакосмической медицины том 1 М.: БЛОК-Информ-Экспресс, 2012. Т.1. - 2012. - 427 с.
2. Бутрименко М.В. Главный конструктор от медицины. 2018 М.: 304 с.
3. Дергунов Н.И. Звезда. Годы, события, люди АО НПП «Звезда» имени академика Г.И. Северина. Кн. 3/ под редакцией С.С. Позднякова. — Нижний Новгород : Деком, 2022. — 199 с.
4. Яздовский В.И. На тропах вселенной — М.: Слово 1996.- 288. с.

УДК 613.69
eLIBRARY.RU: 89.27.29

Кузичкин Д.С.
Kuzichkin D.S.
кандидат биологических наук
ведущий научный сотрудник
ГНЦ РФ – ИМБП РАН
г. Москва
Воронцов А.Л.
Vorontsov A.L.
научный сотрудник
ГНЦ РФ – ИМБП РАН
г. Москва
Маркин А.А.
Markin A.A.
кандидат медицинских наук, доцент
ведущий научный сотрудник
заведующий лабораторией
ГНЦ РФ – ИМБП РАН
г. Москва
Журавлева О.А.
Zhuravleva O.A.
кандидат медицинских наук
ведущий научный сотрудник
ГНЦ РФ – ИМБП РАН
г. Москва
Серова А.В.
Serova A.V.
младший научный сотрудник
ГНЦ РФ – ИМБП РАН
г. Москва
Кочергин А.Ю.
Kochergin A.Yu.
младший научный сотрудник
ГНЦ РФ – ИМБП РАН
г. Москва
Логинов В.И.
Loginov V.I.
кандидат медицинских наук
ведущий научный сотрудник
ГНЦ РФ – ИМБП РАН
г. Москва

УРОВЕНЬ ТРОМБОЦИТАРНОГО ФАКТОРА РОСТА (PDGF-BB) В КРОВИ КОСМОНАВТОВ ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНЫХ ОРБИТАЛЬНЫХЭКСПЕДИЦИЙ

THE PLATELET-DERIVED GROWTH FACTOR (PDGF-BB) LEVEL IN THE BLOOD OF COSMONAUTS AFTER LONG-TERM ORBITAL EXPEDITIONS

Аннотация. В крови 27 космонавтов до и после длительных орбитальных полетов исследовали уровень тромбоцитарного фактора роста (PDGF-BB). Обнаружено умеренное снижение PDGF-BB на первые сутки после полета, что может способствовать замедлению процессов заживления ран в ходе космического полета и периоде ранней реадаптации к наземным условиям.

Ключевые слова: тромбоциты, факторы роста, космонавты.

Abstract. Platelet-derived growth factor (PDGF-BB) levels were measured in 27 cosmonauts' blood before and after long-duration orbital flights. A moderate decrease in PDGF-BB was found on the first day after flight, which may contribute to delayed wound healing during space flight and the early readaptation period to terrestrial conditions.

Keywords: platelets, growth factors, cosmonauts.

Воздействие факторов космического полета может сопровождаться нарушением целостности кровеносных сосудов. Визуально это проявляется петехиальными кровоизлияниями и подкожными экхимозами различной локализации у многих космонавтов после полетов. Известно, что микрогравитация влияет на количество и функцию тромбоцитов, увеличивая риск кровоизлияний и способствуя замедлению заживления ран [1]. Результаты экспериментов с антиортостатической гипокинезией указывали на снижение активации тромбоцитов, ингибирование миграции, задержку прогрессирования клеточного цикла с последующей задержкой роста и нарушением паттернов дифференцировки гемопоэтических клеток-предшественников тромбоцитов [1].

Одним из ключевых цитокинов пролиферативной стадии процесса заживления ран является тромбоцитарный фактор роста, играющий важнейшую роль в активации миграции и пролиферации фибробластов, гладкомышечных клеток, а также усиливающий ангиогенез [2]. Для изучения нами была выбрана изоформа PDGF-BB,

так как β-PDGF рецепторы широко представлены в различных тканях, в том числе на мембранах эндотелиальных клеток [2].

Показано, что в условиях микрогравитации стимуляция пролиферации фибробластов тромбоцитарным фактором роста существенно замедляется [3], а экспрессия гена β-PDGF рецептора снижается [4].

Цель работы – изучение уровня тромбоцитарного фактора роста (PDGF-BB) у космонавтов после длительных космических полетов.

В исследовании приняли участие 27 космонавтов мужского пола в возрасте 35–60 лет, совершивших орбитальные полеты продолжительностью от 115 до 205 суток. Венозную кровь отбирали в фоновом периоде за 45-30 дней до старта, а также на первые и седьмые сутки периода восстановления. В сыворотке крови испытателей-добровольцев, стандартными иммуноферментными методами определяли уровень тромбоцитарного фактора роста (PDGF-BB). Полученные данные обрабатывали методами вариационной статистики с использованием критерия Уилкоксона.

Выявлено умеренное снижение PDGF-BB на первые сутки после полета с тенденцией к возвращению к фоновому уровню на седьмые сутки периода восстановления. Этот эффект указывает, вероятно, на снижение уровня синтеза данного цитокина в мегакариоцитах, предшественниках тромбоцитов, так как источником данного белка являются преимущественно тромбоциты.

Таким образом, эффект снижения уровня тромбоцитарного фактора роста может способствовать замедлению процессов заживления ран в ходе космического полета и периоде ранней реадаптации к наземным условиям.

Литература

1. Locatelli L, Colciago A, Castiglioni S, Maier JA. Platelets in Wound Healing: What Happens in Space? Front BioengBiotechnol. 2021, 9. ePub716184. doi: 10.3389/fbioe.2021.716184.

2. Younan SA, Ueland TE, Savitz BL, Jerome RN, Budine TD, Hawkins AT, Thayer WP, Wu DT, Lynch SE, Clark CR.Recombinant Platelet-Derived Growth Factor in Tissue Repair: A Review Exploring Frontiers in Regenerative Medicine.PlastReconstr Surg. 2026 Apr 1;157(4):759-770. doi: 10.1097/PRS.0000000000012426. Epub 2025 Sep 15.

3. Farahani RM, DiPietro LA. Microgravity and the implications for wound healing. Int Wound J. 2008 Oct;5(4):552-61. doi: 10.1111/j.1742-481X.2008.00438.x. Epub 2008 Sep 19.

4. Akiyama H, Kanai S, Hirano M, Shimokawa H, Katano H, Mukai C, Nagaoka S, Morita S, Kumei Y. Expression of PDGF-beta receptor, EGF receptor, and receptor adaptor protein Shc in rat osteoblasts during spaceflight. Mol Cell Biochem. 1999 Dec;202(1-2):63-71. doi: 10.1023/a:1007097511914.

УДК: 613.693
eLIBRARY.RU: 06.73.21

Даниличев С.Н.
Danilichev S.N.
ведущий врач-офтальмолог
ЦПК им. Ю.А. Гагарина
г. Звёздный городок

СОСТОЯНИЕ МАКУЛЯРНОЙ ЗОНЫ СЕТЧАТКИ ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ОРБИТАЛЬНОГО КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЁТА

CONDITION OF THE MACULAR ZONE OF THE RETINA AFTER LONG-TERM ORBITAL SPACE FLYING

Аннотация. В условиях длительного орбитального космического полета на организм космонавтов и их орган зрения воздействует комплекс неблагоприятных факторов, ведущим из которых является гипогравитация. Особо чувствительной зоной органа зрения является сетчатка и ее макулярная зона. Проведено обследование световой чувствительности и ОКТ макулярной зоны сетчатки до и после длительного орбитального космического полета. Обнаружены ухудшения световой чувствительности и истончение толщины слоя нервных волокон в макулярной зоне.

Ключевые слова: длительный орбитальный космический полет, послеполетное обследование космонавтов, макулярная зона сетчатки.

Abstract. In conditions of a long-term orbital space flight, the astronauts' body and the organ of vision are affected by a complex of adverse factors, the leading of which is hypogravity. A particularly sensitive area of the visual organ is the retina and its macular area. A survey of the central visual field and the ocular macular area of the retina was performed before and after a long-term orbital space flight. Impairments in light sensitivity and changes in the thickness of the nerve fiber layer in the para and macular areas were detected.

Keywords: long-term orbital space flight, post-flight examination of astronauts, macular area of the retina.

Введение. К.Э. Циолковский большое внимание уделял человеческому фактору в космическом полете. Для успешного выполнения космического полета необходимо функционирования органа зрения также надежно, как и в земных условиях. Большое значение для этого имеет стабильность функционального и морфологического состояния макулярной зоны сетчатки (1, 2).

Цель исследования. Исследовать световую чувствительность и толщину нервного слоя волокон макулярной зоны сетчатки космонавтов до и после длительных орбитальных космических полетов (ДОКП).

Материал и методы исследования

На базе клинического отдела НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина проведено обследование органа зрения 14 космонавтов РФ (28 глаз) в возрасте от 27 до 54 лет (n=42 года), совершивших ДОКП на МКС. В программу обследования входили: определение световой чувствительность макулярной зоны и ОКТ-исследования макулярной зоны сетчатки на оптико-когерентном томографе SPECTRALIS фирмы Heidelberg Engineering по стандартной программе прибора. Для анализа полученных результатов пользовались протоколом Retinal Thickness/volume, который позволяет измерить толщину нервных волокон сетчатки.

Результаты исследования

На рисунке 1 представлены результаты изменения световой чувствительности центральной зоны сетчатки космонавтов до и на 3-4 сутки после ДОКП.

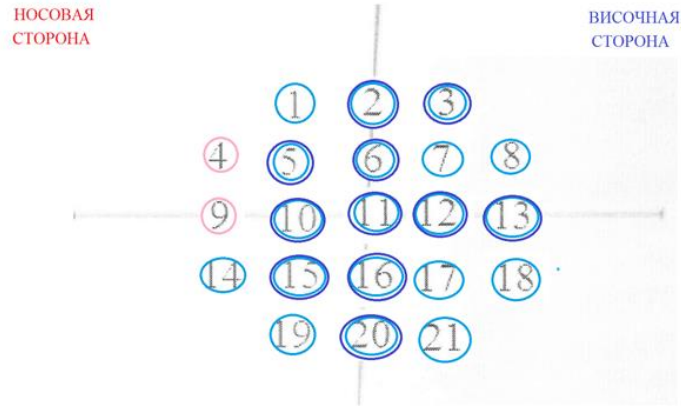


Рис. 1. Изменение световой чувствительности макулярной зоны сетчатки космонавтов

Светло-розовым цветом обозначены точки, где световая чувствительность макулы после космического полета осталась прежней или улучшилась (2 точки). Голубым цветом обозначены точки, где световая чувствительность макулы после космического полета незначительно ухудшилась (8 точек). Двойным (голубым внутри и синим снаружи) цветом обозначены точки, где световая чувствительность макулы после космического полета значительно ухудшилась (11 точек).

Ухудшения световой чувствительности макулярной зоны сетчатки были статистически достоверны ($p<0,05$) в точках 1, 2, 3, 5, 6, 8, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 16, 18, 19, 20, то есть в 16 точках из 19.

Данные полученные с помощью ОСТ представлены на рисунке 2.

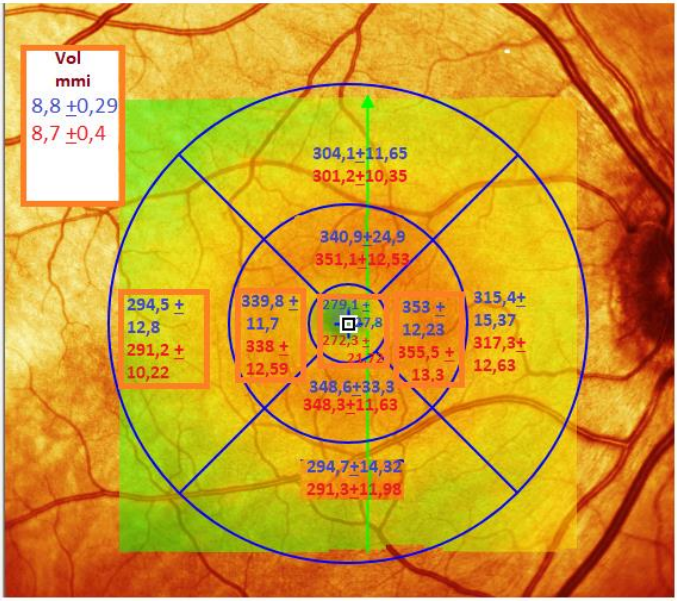


Рис. 2. ОКТ показатели толщины слоя нервных волокон в макулярной зоне сетчатки у космонавтов до (верхние цифры) и после (нижние цифры) ДОКП

Анализ полученных с помощью ОСТ данных показал, что статистически значимые, достоверные различия в толщине макулярной зоны сетчатки отмечались в височном и центральном сегментах.

Достоверным оказалось и уменьшение объема макулярной зоны сетчатки ($p<0,05$).

Выводы

1. Под действием факторов длительных орбитальных космических полетов у космонавтов ухудшается световая чувствительность и истончается толщина слоя нервных волокон макулярной зоны сетчатки.
2. Для улучшения состояния зрительного анализатора в космическом полете, рекомендуется космонавтам в рацион питания включать биодобавки, содержащие лютеин и зеаксантины.

Литература

1. Даниличев С.Н., Пронин С.В., Шелепин Ю.Е., Куликов Н.А., Манько О.М. Оптические и психофизические исследования

зрительной системы космонавтов до и после длительных орбитальных полетов // Оптический журнал. – 2019. – Т.86. – №11. – С.21-27.
2. Макаров И.А., Воронков Ю.И. Влияние длительной микрогравитации на орган зрения. Обзор литературы // Офтальмология – 2016. – Т.13. – №2. – С. 74-82.

УДК 612.017.2+612.178
eLIBRARY.RU: 89.00.00

Васильева Г.Ю.
Vassilieva G.Yu.
кандидат медицинских наук
ведущий научный сотрудник
заведующий лабораторией
ГНЦ РФ — ИМБП РАН
Седов Е.А.
Sedov E.A.
младший научный сотрудник, аспирант
ГНЦ РФ — ИМБП РАН
Колесников Д.Ю.
Kolesnikov D.Yu.
ведущий специалист
ГНЦ РФ — ИМБП РАН
Румянцева В.С.
Rumyantseva V.S.
младший научный сотрудник
ГНЦ РФ — ИМБП РАН

НЕЙРОГУМОРАЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ЦЕФАЛГИИ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИИ (ЭКСПЕРИМЕНТ SIRIUS-23)

NEUROHUMORAL MECHANISMS OF HEADACHE UNDER LONG-TERM ISOLATION (SIRIUS-23 EXPERIMENT)

Аннотация. Впервые представлены результаты комплексного исследования динамики биогенных аминов и нейропептидов у участников 365-суточной изоляции SIRIUS-23 в сопоставлении с клиническими проявлениями головной боли. Выявлено, что нейрогуморальный ответ у большинства испытуемых остаётся компенсированным, однако у отдельных участников регистрируются

колебания серотонина и повышение CGRP, ассоциированные с эпизодами цефалгии.

Ключевые слова: головная боль, изоляция, SIRIUS-23, космический полёт, биогенные амины, CGRP, Substance. P

Abstract. For the first time, the results of a comprehensive study of the dynamics of biogenic amines (adrenaline, noradrenaline, dopamine, serotonin) and neuropeptides (Substance P, CGRP) in participants of the 365-day SIRIUS-23 isolation experiment are presented in comparison with clinical manifestations of headache. It was found that the neurohumoral response remains compensated in the majority of subjects, however, individual participants showed fluctuations in serotonin and elevated CGRP levels associated with episodes of cephalalgia.

Keywords: headache, isolation, SIRIUS-23, spaceflight, biogenic amines, CGRP, Substance.

Введение. Головная боль (цефалгия, ГБ) — одна из частых жалоб в космическом полёте (КП): до 71% астронавтов отмечают её возникновение, причём в 76% случаев эпизоды не связаны с космической болезнью движения [1, с. 684; 2, с. 1073]. Наземные изоляционные эксперименты в гермообъекте (проекты SIRIUS, Mars-500) позволяют исследовать механизмы ГБ в контролируемых условиях, но без влияния микрогравитации.

Цель – рассмотреть возможные патофизиологические механизмы развития цефалгии при действии факторов КП на основе исследования динамики биогенных аминов, нейропептидов и субъективных характеристик ГБ у участников годовой изоляции.

Методы. Ежемесячно обследовали 6 здоровых добровольцев (2 мужчин, 4 женщины). Концентрации адреналина, норадреналина, дофамина, серотонина в крови и их метаболитов в моче определяли методом ВЭЖХ; Substance P (SP) и CGRP в сыворотке крови — методом ИФА (FineTest®, КНР). Оценку ГБ проводили с помощью опросников и визуальной аналоговой шкалы (ВАШ).

Результаты и обсуждение. Уровни адреналина и дофамина оставались в пределах нормы. С 210-х суток отмечено снижение норадреналина ($p<0,05$). У части испытуемых наблюдались подъёмы серотонина (21, 146, 274 сутки изоляции). Статистически значимых отличий динамики SP и CGRP между сроками изоляции по группе не выявлено, однако отмечены значительные индивидуальные колебания концентрации. Во второй половине изоляции эпизоды ГБ у 3 из 6 испытуемых участились (до 6–10 и >15 эпизодов), в единичных случаях интенсивность достигала 8–10 баллов по ВАШ.

В отличие от реального полёта [5, с. 1525], в условиях SIRIUS-23 фактор микрогравитации отсутствует, что может объяснять отсутствие выраженных изменений исследованных биомаркеров по группе в целом. При этом можно предположить, что психическая астенизация вызывает дисрегуляцию серотониновой системы: периодические подъёмы концентрации серотонина в крови, выявленные у части испытуемых, потенциально отражают центральные колебания, способные модулировать тонус церебральных сосудов и активировать периваскулярные ноцицепторы [6, с. 45]. Возможно также вовлечение тригемино-васкулярной системы: стресс-индуцированная активация тройничного нерва могла бы приводить к высвобождению CGRP и Substance P, вызывающих нейрогенное воспаление и вазодилатацию [4, с. 402]. Дополнительным механизмом может быть зафиксированное снижение концентрации норадреналина, которое, вероятно, отражает истощение симпатических резервов и сопровождается повышением лабильности сосудистого тонуса, снижая порог активации болевых рецепторов при действии триггеров (стресс, напряжение) [2, с. 1075].

Интеграция указанных изменений предположительно формирует нейрогуморальный субстрат цефалгии в изучаемых условиях. Различия в профилях биомаркеров между изоляцией и КП подчёркивают важную роль микрогравитации и связанного с ней перераспределения жидких сред в патогенезе цефалгии. Требуется дальнейшее сопоставление нейропептидных профилей с ежедневной/еженедельной регистрацией эпизодов ГБ в изоляционных экспериментах и в космических миссиях [1, 2, 5].

Работа выполнена в рамках темы FMFR-2024-0039 программы ФНИ РАН.

Литература

1. Vein A.A., Koppen H., Haan J., Terwindt G.M., Ferrari M.D. Space headache: a new secondary headache. *Cephalalgia*. 2009;29(6):683-686. DOI: 10.1111/j.1468-2982.2008.01775.
2. Feuerecker M., van Oosterhout W.P.J., Feuerecker B. et al. Headache under simulated microgravity is related to endocrine, fluid distribution, and tight junction changes. *Pain*. 2016;157(5):1072-1078. DOI: 10.1097/j.pain.0000000000000479.
3. Nichiporuk I.A., Vasilieva G.Yu., Rykova M.P. et al. Dynamics of blood concentration of neurospecific proteins in 105-day isolation. Hum Physiol. 2014;40(7):790-796.
4. Eiden L.E. Neuropeptide-catecholamine interactions in stress. Adv Pharmacol. 2013;68:399-404.

5. zu Eulenburg P., Buchheim J.I., Ashton N.J., Vassilieva G.Yu. et al. Changes in blood biomarkers of brain injury and degeneration following long-duration spaceflight. *JAMA Neurology*. 2021;78(12):1525-1527. DOI: 10.1001/jamaneurol.2021.3589.
6. Шток В.Н. Головная боль. М.: Медицина; 1988. 304 с.

УДК 611.314+576.8
eLIBRARY.RU: 76.29.02

Колесников П.Ю.
Kolesnikov P.Y.
младший научный сотрудник
ГНЦ РФ – ИМБП РАН
Российский университет медицины
г. Москва
Перевезенцев А.А.
Perevezentsev A.A.
доктор биологический наук
ведущий научный сотрудник
ГНЦ РФ – ИМБП РАН
г. Москва
Ильин В.К.
Ilyin V.K.
член-корреспондент РАН
доктор медицинских наук, профессор
заведующий отделом
заведующий лабораторией
ГНЦ РФ – ИМБП РАН
г. Москва

ВЛИЯНИЕ ПЛОТНОИОНИЗИРУЮЩЕГО ОБЛУЧЕНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОБИОТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ *STREPTOCOCCUS SALIVARIUS* НА МИКРОФЛОРУ ПОЛОСТИ РТА КРЫС

EVALUATION OF HIGH-DENSITY IONIZING RADIATION ON THE EFFECTIVENESS OF THE PROBIOTIC EFFECT OF *STREPTOCOCCUS SALIVARIUS* ON THE ORAL MICROFLORA OF RATS

Аннотация. Проведено исследование микрофлоры полости рта у крыс линии Wistar в эксперименте с облучением животных протонами. Дополнительно крысы получали пробиотик на основе *Streptococcus salivarius,* причем часть препарата была также облучена ионами $^{124}Xe^{54+}$ с энергией 3.0 ГэВ/н в дозе 1.0 Гр и γ-излучением в такой же дозе. Обнаружено умеренное снижение роста патогенных и условно-патогенных микроорганизмов, повышенное содержание пробиотических штаммов у групп крыс, принимавших пробиотики (и облучённые, и не облучённые).

Ключевые слова: *Streptococcus salivarius*, ионизирующее излучение, крысы, микрофлора, факторы космического полёта.

Abstract. A study of the oral microflora in Wistar rats, exposed to 2Gy of 150 MeV H+ was conducted. The rats also received a probiotic treatment based on *Streptococcus salivarius,* also exposed to irradiation by 1.0 Gy of 3.0 GeV/n $^{124}Xe^{54+}$ and γ-radiation at the same dose. A moderate reduction in the growth of pathogenic and opportunistic microorganisms and an increased content of probiotic strains were found in the groups of rats receiving the probiotics (both irradiated and non-irradiated).

Keywords: *Streptococcus salivarius*, ionizing radiation, rats, microflora, space flight factors.

***Streptococcus salivarius* –** перспективный пробиотик, оказывающий положительное действие на состав микробиоты полости рта и подавляющий патогенные и условно-патогенные виды микроорганизмов за счёт продукции, в первую очередь, бактериоцинов – саливарицина А и В [1]. Помимо этого, он выполняет модулирующую функцию относительного местного иммунитета, что так же повышает резистентность организма к инфекционным (в т.ч. к оппортунистическим) процессам.

Факторы космического полёта способны по-разному влиять на организмы человека, животных, бактерий, поэтому изучение

изменений, происходящих в макро- и микроорганизмах под их влиянием, представляет собой важную задачу [2,3]. Ионизирующее излучение различного качества может изменять как адгезивные свойства эпителия слизистой, так и метаболическую активность самого пробиотика, что может ставить под сомнение эффективность стандартных пробиотических средств и схем их приёма [4].

Цель нашего исследования – изучение изменений колонизационной резистентности и антагонистической активности *S. salivarius* на фоне радиационного воздействия на собственно микроорганизмы, а также, потенциально, и на крыс.

Эксперимент проводили на 32 крысах линии Wistar, разделённых на 4 группы (n=8):

– контроль (интактные);

– облучённые крысы + обычное питание;

– облучённые крысы + не облучённый пробиотик на основе *S. salivarius*;

– облучённые крысы + облучённый пробиотик на основе *S. salivarius.*

Облучение крыс проводили на установке «Прометеус» МРНЦ им. А.Ф. Цыба протонами с энергией 160 МэВ («напролёт») в дозе 2 Гр на все тело; пробиотический препарат был облучен на установке «Нуклотрон» ОИЯИ ионами $^{124}Xe^{54+}$ с энергией 3.0 ГэВ/н в дозе 1.0 Гр и γ-излучением в такой же дозе.

По итогам эксперимента получены следующие результаты: *S. salivarius* независимо от того, облучался он или нет, однозначно снижал микробную обсеменённость патогенными и условно-патогенными бактериями (в первую очередь речь о *S. aureus* и условно-патогенных стрептококках). Облучённый пробиотик делал это приблизительно с той же эффективностью.

Полученные результаты открывают широкое поле возможностей и поднимают вопросы взаимодействия пробиотика, к примеру, с грибковой флорой. В частности, в настоящий момент нельзя сделать однозначные выводы относительно влияния пробиотика на жизнеспособность дрожжеподобных грибов рода *Candida*. Возможно, потребуется применение дополнительных противогрибковых агентов для профилактики развития кандидоза.

Необходимо изучение влияния радиопротекторов на адгезию *S. salivarius* и более детально изучение вопроса безопасности применения пробиотиков при радиационно-индуцированной повышенной оральной (а может быть – и кишечной) проницаемости.

Литература

1. Wescombe P. A. Developing Oral Probiotics from Streptococcus Salivarius / P. A. Wescombe, J. D. Hale, N. C. Heng, J. R. Tagg // Future Microbiology. — 2012. — Vol. 7, no. 12. — P. 1355–1371.
2. Влияние условий космического полёта на жизнеспособность микромицетов / В. Б. Понизовская, М. Ю. Дьяков, А. Б. Антропова [и др.] // Вестник Московского университета. Серия 16. Биология. — 2017. — № 1. — С. 33–38. — URL: https://cyberleninka.ru/article/n/vliyanie-usloviy-kosmicheskogo-polyota-na-zhiznesposobnost-mikromitsetov (дата обращения: 08.06.2026)
3. Григорьев А. Марс всё ближе / А. Григорьев, Б. Моруков // Наука в России. — 2011. — № 1. — С. 4–9.
4. Combined effect of simulated microgravity and low-dose ionizing radiation on structure and antibiotic resistance of a synthetic community model of bacteria isolated from spacecraft assembly room / Y. Lu, Y. Fu, L. Chen [et al.] // Life Sciences in Space Research. — 2023. — Vol. 38. — P. 29–38.

УДК 616.728.16-085.84
eLIBRARY.RU: 76.29.40

Сигалева Т.В.
Sigaleva T.V.
научный сотрудник
ГНЦ РФ ИМБП РАН, г. Москва
врач нейрохирургического отделения
невролог, анестезиолог-реаниматолог
Университетская клиника
МНОИ МГУ им. М.В. Ломоносова
Бородина А.А.
Borodina A.A.
врач-ординатор, невролог
Российский центр неврологии и нейронаук
Сигалева Е.Э.
Sigaleva E.E.
доктор медицинских наук, профессор РАН
ведущий научный сотрудник
ГНЦ РФ ИМБП РАН, г. Москва
Пасекова О.Б.
Pasekova O.B.
старший научный сотрудник

ГНЦ РФ ИМБП РАН, г. Москва
Мацнев Э.И.
Matsnev E.I.
доктор медицинских наук, профессор
ведущий научный сотрудник
ГНЦ РФ ИМБП РАН, г. Москва

СОВРЕМЕННЫЙ ЭТАПНЫЙ АЛГОРИТМ И РОЛЬ ИНТЕРВЕНЦИОННЫХ МЕТОДОВ ЛЕЧЕНИЯ БОЛИ В КРЕСТЦОВО-ПОДВЗДОШНОМ СОЧЛЕНЕНИИ У ЛИЦ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ПРОФЕССИЙ

A MODERN STAGED ALGORITHM AND THE ROLE OF INTERVENTIONAL METHODS OF TREATMENT OF PAIN IN THE SACROILIAC JOINT IN PERSONS WITH EXTREME PROFESSIONS

Аннотация. Проанализированы литературные данные по современным методам диагностики и лечения боли в крестцово-подвздошном сочленении (КПС). Предложен современный этапный алгоритм ведения лиц с болью в КПС. Обусловлена актуальность и значимость предложенного современного подхода к диагностике и лечению дисфункции КПС у лиц экстремальных профессий.

Ключевые слова: боль в нижней части спины, крестцово-подвздошное сочленение, интервенционные методы лечения, рентген-ассистированные блокады, радиочастотная денервация, артродез крестцово-подвздошного сочленения, экстремальные профессии.

Abstract. Literature data on modern methods of diagnosing and treating pain in the sacroiliac joint (SIJ) are analyzed. A modern, step-by-step algorithm for managing individuals with SIJ pain is proposed. The relevance and significance of the proposed modern approach to the diagnosis and treatment of SIJ dysfunction in individuals with extreme occupations are determined.

Keywords: low back pain, sacroiliac joint, interventional treatment methods, X-ray-assisted blocks, radiofrequency denervation, sacroiliac joint arthrodesis, extreme occupations.

Боль в крестцово-подвздошном сочленении (КПС) рассматривается как одна из значимых причин хронической нижнепоясничной боли, на долю которой приходится до 10–30 % случаев неспецифической боли в пояснице[1]. Распространенность дисфункции КПС варьирует в

различных популяциях в связи с диагностическими трудностями и отсутствием универсального алгоритма верификации источника боли[2]. Несоответствие между нейровизуализационными изменениями и клинической картиной, а также полиморфизм болевого синдрома затрудняют своевременное выявление данной патологии в неврологической практике[3]. Современные данные подчеркивают необходимость комплексного клинико-инструментального подхода к диагностике и лечению боли, исходящей из КПС, что особенно актуально у лип, подвергающихся сверхнагрузкам[4].

Цель работы: проанализировать современные литературные данные, посвященные диагностике и лечению боли в КПС, и определить место различных интервенционных методов (блокад, радиочастотной денервации, хирургических вмешательств) в структуре помощи лицам с болью в нижней части спины.

Проведен анализ публикаций, посвященных клиническим провокационным тестам, рентген-ассистированным диагностическим блокадам, радиочастотной денервации (РЧД) латеральных ветвей крестцовых нервов и хирургическим методам лечения, с оценкой чувствительности и специфичности тестов, а также прогностической ценности блокад.

Согласно литературным данным, сочетание трёх и более положительных провокационных тестов при подозрении на дисфункцию КПС характеризуется высокой чувствительностью (до 78–94 %), однако низкой специфичностью, поскольку при отборе пациентов только по результатам тестов истинная дисфункция КПС подтверждается лишь примерно у 60 % больных[5]; в связи с этим клинические пробы следует рассматривать как скрининговый инструмент, требующий подтверждения рентген-ассистированными диагностическими блокадами. Изолированное использование клинических тестов сопровождается риском ложноположительных результатов, что обосновывает необходимость применения рентген-ассистированных диагностических блокад, которые рассматриваются как «золотой стандарт» верификации источника боли[6].

Интра- и периартикулярные блокады с применением местных анестетиков и глюкокортикостероидов обеспечивают краткосрочное уменьшение боли, однако длительный эффект применения глюкокортикостероидов остается предметом дискуссии[7]. Радиочастотная денервация задних ветвей крестцовых нервов (латеральных ветвей S1–S3) демонстрирует более стойкое снижение боли и улучшение функции у пациентов с подтвержденной КПС-ассоциированной болью. По данным рандомизированных

исследований и систематических обзоров, РЧД обеспечивает клинически значимое снижение интенсивности боли на срок до 6–12 месяцев и может рассматриваться как следующий этап терапии при неэффективности блокад[8]. Хирургические методы (артродез КПС) показаны ограниченному числу больных с резистентным болевым синдромом после исчерпания консервативных и интервенционных подходов[9].

Современный этапный алгоритм ведения лиц с болью в крестцово-подвздошном сочленении включает клинический скрининг с использованием набора провокационных тестов, инструментальную верификацию источника боли посредством рентген-ассистированных диагностических блокад и последующий выбор интервенционного метода лечения (повторные блокады, РЧД латеральных ветвей, хирургическое вмешательство)[10]. Оптимизация критериев отбора и интеграция клинико-инструментальных показателей позволяют повысить эффективность терапии и снизить риск гипо- и гипердиагностики дисфункции КПС. Анализ современных актуальных подходов к лечению боли в крестцово-подвздошном сочленении проведен с целью ознакомления специалистов авиационно-космической медицины в связи с высокой распространённостью данной дисфункции у лиц экстремальных профессий.

Работа выполнена в рамках темы РАН FMFR-2024-0039

Литература

1. Cohen, S.P. Sacroiliac joint pain: a comprehensive review of epidemiology, diagnosis and treatment / S. P. Cohen, Y. Chen, N.J. Neufeld // Expert Rev Neurother. — 2013. — Vol. 13, № 1. — P. 99–116.

2. Исайкин, А.И. Дисфункция крестцово-подвздошного сочленения: клиническая картина, диагностика, лечение / А.И. Исайкин, А.В. Кавелина, Ю.М. Шор [и др.] // Неврология, нейропсихиатрия, психосоматика. — 2019. — № 11. — С. 62–68.

3. Jung, M.W. Use of diagnostic injections to evaluate sacroiliac joint pain /M.W. Jung, K. Schellhas, B. Johnson // Int J Spine Surg. — 2020. — Vol. 14, Suppl. 1. — P. S30–S34.

4. Buchanan, P. Successful diagnosis of sacroiliac joint dysfunction / P. Buchanan, S. Vodapally, D. W. Lee [et al.] // J Pain Res. — 2021. — Vol. 14. — P. 3135–3143.

5. Szadek, K.M. Diagnostic validity of criteria for sacroiliac joint pain: a systematic review / K.M. Szadek, P. van der Wurff, M. W. van Tulder [et al.] // J Pain. — 2009. — Vol. 10, № 4. — P. 354–368.

6. King, W. Diagnosis and treatment of posterior sacroiliac complex pain: a systematic review with comprehensive analysis of the published data / W. King, S.U. Ahmed, J. Baisden [et al.] // Pain Med. — 2015. — Vol. 16, № 2. — P. 257–265.
7. Dutta, K. Comparison of efficacy of lateral branch pulsed radiofrequency denervation and intraarticular depot methylprednisolone injection for sacroiliac joint pain / K. Dutta, S. Dey, P. Bhattacharyya [et al.] // Pain Physician. — 2018. — Vol. 21, № 5. — P. 489–496.
8. Lowe, M. Radiofrequency ablation as an effective long‑term treatment for chronic sacroiliac joint pain: a systematic review of randomized controlled trials / M. Lowe, O. Okunlola, S. Raza [et al.] // Cureus. — 2022. — Vol. 14, № 7. — Art. e26327.
9.Vanaclocha, V. Minimally invasive sacroiliac joint fusion, radiofrequency denervation, and conservative management for sacroiliac joint pain: 6‑year comparative case series / V. Vanaclocha, J.M. Herrera, N. Sáiz‑Sapena [et al.] // Neurosurgery. — 2018. — Vol. 82, № 1. — P. 48–55.
10. Simopoulos, T.T. Systematic review of the diagnostic accuracy and therapeutic effectiveness of sacroiliac joint interventions / T.T. Simopoulos, L. Manchikanti, S. Gupta [et al.] // Pain Physician. — 2015. — Vol. 18, № 5. — P. E713–E756.

УДК 613.693
eLIBRARY.RU: 89.27.29

Кочергин А.Ю.
Kochergin A.Yu.
научный сотрудник
Кузичкин Д.С.
Kuzichkin D.S.
кандидат биологических наук
ведущий научный сотрудник
ГНЦ РФ – ИМБП РАН, г. Москва

ВЛИЯНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ МОДЕЛИРУЕМЫХ В НАЗЕМНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ ФАКТОРОВ КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЁТА НА СИСТЕМУ ГЕМОСТАЗА ЗДОРОВОГО ЧЕЛОВЕКА

INFLUENCE OF SPACE FLIGHT FACTORS SIMULATED IN GROUND-BASED EXPERIMENTS ON THE HEMOSTASIS SYSTEM OF A HEALTHY HUMAN

Аннотация. У здоровых испытуемых в наземных модельных экспериментах, имитирующих влияние на организм различных факторов космического полета, оценивали состояние системы гемостаза. Динамику изменений, наблюдаемых при исследуемых воздействиях, подвергли сравнительному анализу. Обнаружены различия между эффектами воздействий и предложены механизмы, объясняющие их.

Ключевые слова: космическая медицина, гемостаз, наземные модельные эксперименты.

Abstract. In ground-based model experiments simulating the effects of various spaceflight factors on the human body, the state of the hemostasis system was assessed in healthy subjects. The dynamics of changes observed under the studied effects were subjected to comparative analysis. Differences between the effects were identified, and mechanisms were proposed to explain them.

Keywords: space medicine, hemostasis, ground-based model experiments.

Введение. Неотъемлемой составляющей космических полетов являются условия окружающей среды, отличные от земных. К ним относятся микрогравитация, замкнутая среда, гиподинамия, измененное магнитное поле, вызывающие перераспределение жидких сред организма, опорную разгрузку, гиподинамию. С операторской деятельностью на борту сопряжена высокая психоэмоциональная и физическая нагрузка [1].

Система гемостаза является ключевым фактором, определяющим адаптационные возможности организма в измененных (в том числе экстремальных) условиях окружающей среды. Особый интерес представляет ее изучение во время космических миссий, но исследования проводятся только до и после полета, поскольку нет аппаратуры, позволяющей проводить анализ в невесомости. Кроме того, среда космической станции является мультифакторной, что не

позволяет корректно определить какой из них оказывает большее влияние на систему гемостаза. [1]

С учетом этих ограничений, целесообразно изучение гемостаза в наземных модельных экспериментах. Они позволяют в контролируемых условиях оценивать динамику изменений данной системы, а также разграничивать влияние каждого из факторов окружающей среды. Так, модель антиортостатической гипокинезии (АНОГ) достоверно воспроизводит перераспределение жидких сред [2], «сухая» иммерсия (СИ) – опорную разгрузку [3], изоляционные эксперименты – длительное нахождение в гермообъеме (ГО)[4], а гипомагнитная установка (ГУ) – ослабленное, относительно земного, магнитное поле [5].

Цель работы. Оценка влияния моделируемых факторов космического полета на систему гемостаза здорового человека для определения направленности изменений и проведения сравнительного анализа между воздействиями.

Материалы и методы. В экспериментах с АНОГ длительностью 21 сутки, СИ продолжительностью от 7 до 21 суток, изоляцией в ГО длительностью от 17 до 365 суток и 24-х часовым нахождением в ГУ с 500-кратным ослаблением магнитного поля, определяли основные параметры системы гемостаза. Данные обрабатывали методами вариационной статистики, применяя непараметрический критерий Вилкоксона для оценки достоверности различий

Результаты и обсуждение. В экспериментах с 21-суточной АНОГ обнаружено достоверное удлинение времени свертывания по внешнему пути в начале воздействия и по внутреннему, начиная с середины экспериментов. Вероятно, изменения связаны со снижением двигательной активности и перераспределением жидких сред в краниальном направлении.

Влияние СИ на систему гемостаза неоднозначно. В 7-суточном эксперименте с профилактической электромиостимуляцией мышц голени и бедра отмечалось снижение фибринолитического и антикоагулянтного потенциала, в то время как 21-суточная СИ не приводила к таким изменениям за исключением повышения концентрации ряда фибринолитических и антикоагулянтных белков, наблюдаемого к 7 суткам воздействия. В отличие от АНОГ, в СИ не было изменений по обоим путям Обнаруженные различия, по-видимому, связаны с меньшей степенью перераспределения жидких сред организма при СИ.

Влияние факторов среды ГО при изоляции разной продолжительности приводило к разнонаправленным изменениям на

протяжении воздействия, однако, как и в других модельных экспериментах, таких как АНОГ и СИ, наблюдалась общая тенденция к замедлению процессов свертывания на начальных сроках изоляции, что может быть обусловлено компенсаторной активацией ингибиторов внешнего пути свертывания крови. Это, вероятно, связано со снижением двигательной активности и уменьшением интенсивности метаболизма, что характерно для длительного пребывания в условиях ГО.

В эксперименте с ГУ отмечалось укорочение времени свертывания по внутреннему пути в контрольной и в экспериментальной группах, в отличие от других воздействий, где наблюдалось замедление свертывания и удлинение временных параметров. Обнаруженные изменения, вероятно, связаны не с влиянием ослабленного магнитного поля, а с длительной иммобилизацией. Это позволяет заключить, что гипомагнитная среда данного уровня не вызывает изменений со стороны системы гемостаза у человека.

Литература

1. Д.С. Кузичкин, А.А. Маркин, О.А. Журавлева и др. Система гемокоагуляции в наземных экспериментах, моделирующих эффекты космического полета: по материалам российских исследований //Авиакосмическая и экологическая медицина. – 2024. – Т. 58, № 1. – С. 17-24.

2. А.И. Григорьев, Годичная антиортостатическая гипокинезия (АНОГ) - физиологическая модель межпланетного космического полета. — Москва: РАН. 2018. — 288 с.

2. E.S. Tomilovskaya, A.A. Puchkova, I.V. Rukavishnikov et al. The effect of Dry immersion and Head-Down tilt Bed Rest of the same duration on the human body: first results// Acta Astronautica. – 2026. – Vol. 240. – P. 568-580.

3. de la Torre, G.G., Groemer, G., Diaz-Artiles et al. Space Analogs and Behavioral Health Performance Research review and recommendations checklist from ESA Topical Team.//Npj Microgravity – 2024. – Vol. 10– DOI10.1038/s41526-024-00437-w.

4. А.Ю. Кочергин, А.А. Маркин, О.А. Журавлева и др. Влияние ослабленного магнитного поля на плазменный компонент системы гемостаза и гормональные показатели у здорового человека в эксперименте «АРФА-20» // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. – № 5-2(119). – С. 139-143.

Работа выполнена в рамках темы РАН FMFR-2024-0039.

УДК 613.693
eLIBRARY.RU: 89.01.09

Гвоздкова К.В.
Gvozdkova K.V.
Гуськов С.Г.
Guskov S.G.
Дворников М.В.
Dvornikov M.V.
доктор медицинских наук, профессор
Меденков А.А.
Medenkov A.A.
доктор медицинских наук
кандидат психологических наук, профессор
Максимова И.Д.
Maksimova I.D.
Резниченко А.С.
Reznicenko A.S.
Шеина М.А.
Sheina M.A.
Научно-исследовательский испытательный институт
авиационной и космической медицины
и военной эргономики, г. Москва
ФГБУ «Национальный медицинский
исследовательский центр высоких медицинских
технологий имени А.А. Вишневского»
Минобороны России

О ЮБИЛЕЯХ УЧЁНЫХ ИНСТИТУТА АВИАЦИОННОЙ И КОСМИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ И ИХ ВКЛАДЕ В ОТЕЧЕСТВЕННУЮ АВИАКОСМИЧЕСКУЮ МЕДИЦИНУ И ПСИХОЛОГИЮ

ABOUT ANNIVERSARIES OF SCIENTISTS OF THE INSTITUTE OF AVIATION AND SPACE MEDICINE AND THEIR CONTRIBUTION TO THE DEVELOPMENT OF AVIATION AND COSMONAUTICS

Аннотация. Статья посвящена юбилейным датам со дня рождения видных ученых института авиационной и космической медицины: 130-летию Ф.Г. Кроткову, С.Г. Гелерштейну, А.П. Попову, Д.Е. Розенблюму; 120-летию А.Г. Кузнецову, К.К. Платонову и их

вкладу в теорию и практику авиакосмической и космической медицины, психологии, практическое обеспечение безопасности авиационных и космических полетов. Приводятся факты и данные об их научной деятельности в период исследования проблем учета человеческого фактора при создании, испытании и эксплуатации авиационной и космической техники.

Ключевые слова: авиационная психология, безопасность полетов, авиакосмическая медицина, подготовка космонавтов, система жизнеобеспечения,

Abstract. The article is dedicated to the anniversaries of the birth of prominent scientists of the Institute of Aviation and Space Medicine: the 130th anniversary of F.G. Krotkov; the 120th anniversary of A.G. Kuznetsov, K.K. Platonov, and their contributions to the theory and practice of aerospace and space medicine, psychology, and the practical safety of aviation and space flights. The article provides facts and data on their scientific activities during the period of research on the human factor in the creation, testing, and operation of aviation and space equipment.

Keywords: space flight safety, space medicine, cosmonaut training, life support system.

В этом году мы отмечаем юбилеи видных деятелей авиационной и космической медицины, посвятивших свою жизнь делу, о котором мечтал и искренне верил в его осуществимость К.Э. Циолковский. Люди, о которых пойдет в докладе, в разные годы трудились в Научно-исследовательском институте авиационной и космической медицины, зарекомендовали себя как талантливые ученые и организаторы научных исследований медико-биологических проблем пилотируемых космических полетов.

КРОТКОВ Федор Григорьевич (р. 16 (28).02.1896, с. Мосолово ныне Шиловского **р**-на Рязанской обл., ум. 20.11.1983) — гигиенист, один из основоположников военной и радиационной гигиены в СССР, академик АМН СССР (1944), Герой Социалистического Труда (1966), доктор медицинских наук (1939), профессор (1931), генерал-майор медицинской службы (1943). Участник первой мировой, Гражданской и Великой Отечественной войн. Возглавлял гигиеническую службу Красной Армии (1941-1944). Окончил Военно-медицинскую академию (1926), адъюнктуру при кафедре общей и военной гигиены (у В.Г. Хлопина) ВМА (1929).

Руководитель отдела здравоохранения уездного исполкома (1918), комиссар армейских и фронтовых военно-медицинских учреждений (1919-1922); преподаватель (1929), доцент (1929), профессор (1931)

кафедры военной гигиены ВМА (1931-1935), начальник НАМ им. И.П. Павлова (1935-1937), профессор кафедры военной гигиены и эпидемиологии (1937-1944), начальник кафедры военной и радиационной гигиены военного факультета (1944-1957) ЦИУВ; начальник кафедры военной гигиены ВМА (1943-1944); начальник Института питания ЦИУВ (1944-1946); первый заместитель министра здравоохранения СССР (1946-1947); академик-секретарь отделения гигиены, эпидемиологии и микробиологии (1944-1950), вице-президент (1953-1957) АМН СССР; начальник кафедры радиационной гигиены ЦИУВ (1957).

Ф.Г. Кротков впервые в нашей стране экспериментально изучал вопросы, касающиеся гигиенического обеспечения специальных родов войск. Занимался проблемами физиологии и гигиены высотного полета, радиационной гигиены и радиационной защиты. Принял участие в разработке и государственных испытаний первых отечественных авиационных скафандров Е.Е. Чертовского и ЦАГИ, электрообогреваемых костюмов и систем регенерации воздуха. Являлся автором первого отечественного руководства по радиационной гигиене. Председатель Всесоюзного научного общества гигиенистов (1957), член Комитета экспертов ВОЗ по радиационной защите (1962), член редколлегии журнала «Гигиена и санитария», редактор отдела «Гигиена» во 2-м и ответственный редактор этого же отдела в 3-м издании Большой медицинской энциклопедии.

Автор и соавтор свыше 130 научных трудов, в том числе 20 монографий, руководств и учебных пособий. Под его руководством подготовлено и защищено более 40 диссертаций, в том числе 17 докторских. Награжден орденами Ленина (тремя), Октябрьской Революции, Красного Знамени (двумя), Отечественной войны 1 степени, Красной Звезды, «Знак Почета» и медалями.

ГЕЛЛЕРШТЕЙН Соломон Григорьевич (р. в 1896, ум. в 1967) — специалист в области психологии и психофизиологии труда, доктор биологических наук, профессор.

На протяжении многих лет был научным руководителем крупнейших лабораторий по психологии труда в том числе лаборатории психологии труда в Государственном институте экспериментальной психологии и во Всесоюзном институте охраны труда (1922-1935), доцент педфака 2-го МГУ (1922-1933), заведующий кафедрой Ленинградского педагогического института им. А.И. Герцена (1931-1934), консультант Центральной психофизиологической лаборатории ГВФ, начальник психофизиологического отдела ИАМ, руководитель лаборатории

психологии труда ВИЭМ (1934-1937), научный руководитель психофизиологической лаборатории Московской областной невропсихиатрической клиники (1937-1941). В годы Великой Отечественной войны занимался разработкой принципов и методов восстановительной трудовой терапии, был научным руководителем и консультантом в госпиталях системы ВЦСПС, старшим преподавателем на кафедре авиационной медицины военного факультета ЦИУВ.

С.Г. Геллерштейн разрабатывал вопросы, относящиеся к изменчивости психических свойств человека, их развитию и усовершенствованию при направленных упражнениях. Работал в области психологического анализа профессий, в том числе анализа деятельности летчика. Разрабатывал концепцию «личного фактора» в летных происшествиях и методы его изучения. Изучал так называемые молниеносные двигательные реакции летчика. Анализировал основные этапы развития психологии в применении к авиации. Занимался проблемой антиципации применительно к операторской деятельности. Исследовал влияние аноксемии на высшие психические функции. Изучал динамику психического состояния человека в процессе продолжающегося кислородного голодания. Разрабатывал принципы и методы отбора и обучения летчиков, методы специальной тренировки летных качеств. На протяжении ряда лет был членом редколлегии журнала «Психофизиология труда и психотехника», заместителем председателя Всесоюзного психотехнического общества. Автор и соавтор большого количества научных трудов. Некоторые из них стали классическими.

ПОПОВ Алексей Павлович (р. в 1896, станица Кузнецкая бывш. Донской губ., ум. в 1984) — специалист в области авиационной медицины, кандидат медицинских наук, генерал-майор медицинской службы. В армии с 1914 по 1959. Участвовал в Гражданской войне в качестве зауряд-врача (1918), старшего врача полка на Восточном фронте (1919- 1921), помощника начальника Ферганского госпиталя на Туркестанском фронте (1921-1925). Окончил Военно-медицинскую академию (1919), курсы усовершенствования по отоларингологии (1928). Начальник Самаркандского военного госпиталя (1927), начальник медицинского отделения окружного госпиталя ПриВО (1932), старший ординатор Центрального военного госпиталя г. Москвы (1934); начальник отдела, помощник по научной работе начальника НИИСИ (1935), помощник флагманского врача ВВС (1942), начальник кафедры авиационной медицины ВММА (1951) и одновременно заведующий кафедрой авиационной медицины ЦИУВ

(1952-1955), заместитель начальника Главного военно-медицинского управления и главный врач ВВС (1955-1959), сотрудник Главной редакции Большой медицинской энциклопедии (1962).

А.П. Попов занимался вопросами медицинского обеспечения полетов, изучал реакции вестибулярного аппарата на различные виды ускорений. Изучал влияние ускорений на организм летчика и его вестибулярный аппарат. Обосновывал требования к лор-органам летчиков скоростной авиации и разрабатывал методики лор-освидетельствования кандидатов в авиационные и летно-технические училища. Исследовал влияние шумов и вибрации на организм летчика, а также проводил исследования психофизиологических особенностей деятельности летчика в слепом полете. Проводил физиологическую оценку ларингофонов, участвовал в создании противошумов (универсальный шлем А.П. Попова). Автор и соавтор свыше 60 научных работ. Награжден орденами Ленина, Красного Знамени (двумя), Отечественной войны I степени, Красной Звезды и медалями, в том числе юбилейной медалью «XX лет РККА».

РОЗЕНБЛЮМ Давид Ефремович (р. в 1896, г. Смоленск, ум. в 1976) — специалист по авиационной медицине и психофизиологии, доктор медицинских наук (1938), профессор (1938), полковник медицинской службы. В армии с 1919 по 1953. В годы Гражданской войны участвовал в боях и походах Красной Армии на Петроградском фронте, на Северном, Закавказском и Западном фронтах в должности старшего врача. Окончил медицинский факультет 1-го Московского университета (1919), курсы усовершенствования при 1-м МГУ (1925). Начальник окружной психофизиологической лаборатории Белорусского военного округа (1925), начальник психофизиологической лаборатории курсов «Выстрел» (1931), начальник физиологической лаборатории научного отдела Военной академии бронетанковых войск (1932); заместитель начальника, помощник начальника института по научно-экспериментальной части (1937), начальник ИАМ (1939); начальник Центрального авиационного госпиталя (1943); начальник кафедры военной физиологии (1945), кафедры авиационной медицины военного факультета (1945-1953) ЦИУВ. Д.Е. Розенблюм занимался вопросами физиологии высотного и скоростного полетов. Изучал процессы приспособления к высоте. Разрабатывал методологические вопросы барокамерных тренировок летчиков. Исследовал проблемы влияния ускорений на организм. Занимался изучением патогенеза декомпрессионной болезни. Занимался вопросами диагностики гипоксических состояний и разработал их классификацию. Научные представления ученого и

результаты его экспериментальных работ отражены в многочисленных научных трудах. Награжден медалями, в том числе юбилейной медалью «ХХ лет РККА» за долголетнюю службу в кадрах РККА и участие в Гражданской войне.

КУЗНЕЦОВ Андрей Георгиевич (р**. 01**.09.1906, д. Игнатово ныне Кимрского р-на Тверской обл., ум. 3.01.2000) — специалист в области космической биологии и авиакосмической медицины, доктор медицинских наук (1957), профессор, полковник медицинской службы. В Вооруженных силах с 1929 по 1964. Участник Великой Отечественной войны с 1941 по 1942. Окончил Военно-медицинскую академию (1932), адъюнктуру (1940) и докторантуру (1955) Военно-медицинской академии. Старший врач батальона, старший врач полка (1932-1936); младший преподаватель ВМА (1940); ординатор хирургического отделения госпиталя (1941), начальник подвижного госпиталя (1941); начальник отдела ИАМ (1942), начальник ЛАМ Московского филиала ВМА (1943); начальник отдела ИАМ (1947), начальник (1959) НИИИАМ, начальник отдела (1960) ИАиКМ; заведующий отделом, заведующий лабораторией, старший научный сотрудник, научный консультант (1964-1988) ИМБП.

А.Г. Кузнецов разрабатывал проблемы обеспечения полетов на больших высотах. Впервые провел экспериментальные исследования явлений взрывной декомпрессии. По его инициативе в НИИИАМ выполнены исследования возможности использования дыхания кислородом под избыточным давлением для обеспечения полетов на высотах более 12 км, экспериментально определены допустимые пределы повышения давления в легких и разработаны рекомендации на случай внезапной разгерметизации кабины самолета. Занимался физиологическим обоснованием создания образцов высотного снаряжения. Изучал влияние измененной газовой среды на высшую нервную деятельность. Руководил исследованиями обоснования применения искусственной газовой среды в космических кораблях. Участвовал в разработке основных принципов формирования атмосферы кабин космических кораблей. Участвовал в проведении медико-биологических исследований при запусках геофизических ракет и искусственных спутников Земли. Изучал влияние быстро нарастающей гипоксии на организм человека и явления декомпрессии при снижении давления окружающей среды от 760 до 170 мм. рт. ст. Занимался проблемой адаптации организма к экстремальным условиям среды. Действительный член Международной академии астронавтики (1964).

Автор и соавтор более 100 научных трудов. При его участии в качестве составителя и редактора вышел ряд пособий и справочников. Под его руководством защищено 17 диссертаций, в том числе 5 докторских. Награжден орденами Ленина, Красного Знамени, Отечественной войны, Красной Звезды, медалями, в том числе «За оборону Ленинграда», «За победу над Германией.

ПЛАТОНОВ Константин Константинович (р. 7.06.1906, г. Харьков, Украина, ум. 5.09.1984) — один из основоположников авиационной медицины и психологии, заслуженный деятель науки РСФСР, доктор медицинских (1954) и психологических (1972) наук, профессор, полковник медицинской службы. В Вооруженных силах с 1935 по 1959. Участник Великой Отечественной войны с октября 1943 по май 1945. Окончил Харьковский институт народного образования (1929), Государственный институт медицинских знаний в Ленинграде (1930).

Трудовую деятельность начал в 1921. Младший научный сотрудник психофизиологической лаборатории (1925), лаборант психотехнической лаборатории (1927), аспирант отдела физиологии нервной системы Института мозга (1929); научный сотрудник (1930) Уровского научно-исследовательского института; начальник исследовательского сектора Горьковского автозавода (1932); начальник исследовательской лаборатории Челябинского тракторного завода (1934); помощник начальника отдела (1935), начальник филиала, начальник учебного отдела ИАМ; начальник санитарной службы авиашколы (1941), начальник отдела военно-врачебной комиссии (1942), корпусной врач (1943), невропатолог воздушной армии (1944), невропатолог отделения экспертизы Центрального научно- исследовательского авиационного госпиталя (1945), старший преподаватель кафедры авиационной медицины ЦИУВ (1946); начальник отдела ИАМ (1947-1959); старший научный сотрудник Института философии АН СССР (1960); старший научный сотрудник (1972) и профессор-консультант (1979-1984) Института психологии АН СССР. С именем К.К. Платонова связана почти вся история советской психологии. В 30-е гг. он занимался психологическим анализом профессий, комплексными исследованиями психологии труда, в том числе особенностей летного труда. Впервые применил самолет-лабораторию для исследования летных навыков. Изучал функциональную структуру личности, исследовал проблему летных способностей. Выступал активным популяризатором психологических знаний. Возглавлял историографические исследования в области авиационной медицины и психологии. Автор и соавтор свыше 300

публикаций. Под его руководством подготовлены и защищены десятки кандидатских и докторских диссертаций.

Награжден орденами Красного Знамени, Отечественной войны I и II степени, Красной Звезды (двумя), медалями «За боевые заслуги», «За победу над Германией», «За взятие Берлина», «За освобождение Варшавы» и многими другими.

Литература

1. Геллерштейн С.Г. Проблемы психологии в применении к авиации *II* Авиационная медицина в Великую Отечественную войну. - М.: Медгиз, 1947. С. 41- 58).
2. Кузнецов А.Г. Явления кипения и парообразования в организме на больших высотах // Изв. АН СССР. Сер. Биология. — 1957. - № 3. - С. 293-304).
3. Меденков А.А., Рысакова Л.С., Денисова Т.В. Деятели авиационной и космической медицины и психофизиологии. - М.: Полет, 2004. - 424 с.
4. Платонов К.К. Психология летного труда. - М.: Воениздат, 1960. - 350 с.
5. Попов А.П. Влияние ускорений на вестибулярный аппарат // Вопросы медицинского обеспечения авиации. - М.: Госвоениздат, 1939. - С. 99-111).
6. Розенблюм Д.Е. Повышение выносливости организма к ускорениям; Функциональные изменения в организме под влиянием ускорений // Авиационная медицина. - М.: Медгиз, 1941. - С. 118-136.

УДК 159.9:629.7, 629.78.07:159.9
eLIBRARY.RU: 76.35.29

Суполкина Н.С.
Supolkina N.S.
кандидат биологических наук
Юсупова А.К.
Yusupova A.K.
кандидат психологических наук
Горская К.Г.
Gorskaya K.G.
студент магистратуры
факультет психологии МГУ
Швед Д.М.
Shved D.M.
кандидат медицинских наук

РЕЧЕВЫЕ МАРКЕРЫ АДАПТАЦИИ КОСМОНАВТОВ К УСЛОВИЯМ ДЛИТЕЛЬНОГО КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЁТА (НА МАТЕРИАЛЕ ПЕРЕГОВОРОВ В КОНТУРЕ БОРТ-ЭКИПАЖ)

SPEECH MARKERS OF COSMONAUTS' ADAPTATION TO THE CONDITIONS OF LONG-TERM SPACE FLIGHT (BASED ON THE NEGOTIATIONS IN THE FLIGHT CREW CONTOUR)

Аннотация. В тезисах представлена дифференциация оценки адаптации 14 космонавтов по четырём хронологическим четвертям полёта с помощью анализа семантических категорий, отражающих копинг-стратегии и выделенных в транскриптах их переговоров с ЦУП. Выявлены статистически значимые различия частот категорий «Положительная эмоциональная окраска», «Поддержка», «Юмор» и «Конфронтация» в зависимости от этапа полёта. Индекс категорий, отражающих успешную адаптацию, демонстрирует её последовательный рост на протяжении полёта. Полученные данные указывают на возможное отсутствие «Феномена третьей четверти» у космонавтов и подтверждают роль речевых маркеров как индикаторов адаптационных процессов.

Ключевые слова: контент-анализ, космический эксперимент, анализ коммуникации, адаптация, космическая психология, «Феномен третьей четверти».

Abstract. The study presents a differentiated assessment of adaptation in 14 cosmonauts across four chronological quarters of spaceflight through the analysis of semantic categories reflecting coping strategies, identified in transcripts of their communications with Mission Control Center. Statistically significant differences in the frequency of the categories «Positive emotional coloring», «Support», «Humor» and «Confrontation» were revealed depending on the flight stage. The index of categories reflecting successful adaptation demonstrates its consistent growth throughout the flight. The data obtained indicate the possible absence of the «Third Quarter Phenomenon» in cosmonauts and confirm the role of speech markers as indicators of adaptation processes.

Keywords: content analysis, space experiment, communication analysis, adaptation, space psychology, «Third Quarter Phenomenon».

В литературе выделены основные психологические этапы космического полета [1-3], и изучается возможность проявления «Феномена третьей четверти» по аналогии с полярными зимовками [4]. Вместе с тем, отмечается малое количество исследований особенностей проявления адаптации космонавта к стрессовым условиям полета. Анализ речевого поведения космонавтов в ходе переговоров с Центром управления полётами (ЦУП) - основной неинвазивный метод психологического мониторинга. В нашем исследовании первые была произведена дифференциация оценки адаптации каждого космонавта по четырем хронологическим этапам полёта с помощью анализа семантических категорий в транскриптах переговоров членов экипажей космических экспедиций и ЦУП.

Цель работы - описание динамики адаптации космонавтов через установление наличия или отсутствия статистически значимых различий в частоте использования доминирующих семантических категорий, выделяемых в высказываниях космонавтов в различные хронологические периоды полёта.

Материалы и методы

Контент-анализ транскриптов переговоров 14 космонавтов с ЦУП (космический эксперимент «Контент» 2015-2018 гг). Подсчёт частот всех семантических категорий выявил наличие доминирующего «ядра» категорий, превалирующих по частоте и сохраняющихся на протяжении всего полёта, далее представлены результаты их анализа. Для интегральных индексов «Index_Success» и «Index_Stress» с нормальным распределением использован дисперсионный анализ с повторными измерениями. Для анализа динамики категорий, имеющих распределение, отличающееся от нормального, использован критерий Фридмана.

Результаты и обсуждение

Частоты категорий-маркеров успешной адаптации: «Положительно эмоциональная окраска», «Поддержка» и «Юмор» статистически значимо различаются в зависимости от четверти полёта, что позволяет рассматривать их в качестве маркеров динамики адаптации космонавтов к долговременному космическому полёту. В третьей четверти количество положительно эмоц. окрашенных высказываний выше, чем в остальных, что может говорить о том, что к этому времени космонавты адаптировались к условиям полета или что такие высказывания представляют копинг-стратегию борьбы со стрессом.

Неуспешная адаптация проявилась в категории «Конфронтация», её средние значения достигают максимума в третьей четверти.

Индекс успешной адаптации (Index_Success) демонстрирует рост на протяжении полёта, что подтверждается средними значениями, медианами и статистически значимыми различиями по четвертям ($F = 3,63$, $p = 0,21$). Анализ общего объема вербальной коммуникации (Total) показал наличие статистически значимых различий между четвертями полета, а средние значения демонстрируют резкий рост в третьей четверти, что может указывать на подтверждение гипотезы о наличии феномена 3й четверти [4-5]. Это подчеркивает необходимость дальнейшего изучения этого вопроса.

Вывод

Статистический анализ выявил значимые различия частот семантических категорий, отражающих динамику адаптации космонавтов в зависимости от хронологического периода полёта. Рост индекса успешной адаптации на протяжении полёта не подтверждает наличие «Феномена третьей четверти», тогда как увеличение объема коммуникации и положительно эмоционально окрашенных высказываний в третьей четверти свидетельствует об активизации копинг-стратегий в этот период. Выявленное противоречие требует дальнейшего изучения.

Обзор и первичная обработка данных выполнена в рамках Программы Фундаментальных научных исследований РАН FMFR-2024-0034.

Анализ данных выполнен при финансировании Госкорпорации «Роскосмос».

Литература

1. Лебедев, В.И. Этапы психической адаптации в изменённых условиях существования // Вопросы психологии. – М., - 1980. - №4. - С. 50-59. URL: https://voppsy.ru/issues/1980/804/804050.htm (Дата обращения: 28.01.2026).

2. Козеренко, О.П., Следь, А.Д., Мирзаджанов, Ю.А. Психологическая поддержка экипажей // Орбитальная станция «Мир». Космическая биология и медицина. — М., 2001. — Т. 1. – С. 365–377.

3. Crewmember and mission control personnel interactions during International Space Station missions. / N. A. Kanas, V.P. Salnitskiy, J.E. Boyd [et al.]. // Aviat Space Environ Med. – 2007 — Vol.78 — № 6.– P. 601-607. URL: https://www.researchgate.net/publication/6264853_Crewmember_and_mission_control_personnel_interactions_during_International_Space_Station_missions.

4. Kanas, N.A., Gushin, V.I., Yusupova, A.K. Whither the Third Quarter Phenomenon? // Aerospace Medicine and Human Performance. – 2021. – Vol. 92. – № 8. – P. 689–691.

УДК 612.1/.8
eLIBRARY.RU: 89.27.29

Лысова Н.Ю.
Lysova N.Yu.
кандидат биологических наук
младший научный сотрудник
медицинского управления
Кукоба Т.Б.
Kukoba T.B.
кандидат педагогических наук, доцент
начальник научно-исследовательской испытательной
лаборатории медицинского управления
ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина»
Звёздный городок

ВЛИЯНИЕ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОКОЯ НА МАКСИМАЛЬНОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ КИСЛОРОДА: ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ НА ДАННЫХ КОСМОНАВТОВ И ДОБРОВОЛЬЦЕВ

INFLUENCE OF RESTING MORPHOFUNCTIONAL PARAMETERS ON MAXIMAL OXYGEN CONSUMPTION: A FACTOR ANALYSIS BASED ON DATA FROM COSMONAUTS AND VOLUNTEERS

Аннотация. В работе представлены результаты факторного анализа влияния морфофункциональных показателей, регистрируемых в покое, на максимальное потребление кислорода (МПК), определяемое в тесте с велоэргометрической нагрузкой ступенчато-возрастающего типа. Исследование выполнено на выборке из 16 мужчин (8 космонавтов и 8 испытателей-добровольцев). Методом множественной линейной регрессии оценена прогностическая значимость двух наборов предикторов: 1) $ЧСС_{покой}$ и жировая масса (ЖМ); 2) $ЧСС_{покой}$ и индекс массы тела (ИМТ). В обоих случаях выявлена обратная связь с МПК. Модели имеют одинаковый множественный коэффициент корреляции (r = 0,74), при этом модель с

ЖМ показывает 47% дисперсии МПК, с ИМТ — 56%. Вклад $ЧСС_{покой}$ и ЖМ сопоставим, влияние ИМТ менее выражено. Полученные уравнения регрессии позволяют на основе простых антропометрических и физиологических показателей, измеряемых в покое, осуществлять предварительную оценку уровня физической работоспособности у космонавтов и добровольцев.

Ключевые слова: максимальное потребление кислорода, морфофункциональные показатели, космонавты.

Abstract. This paper presents the results of a factor analysis of the influence of resting morphofunctional parameters on maximal oxygen consumption (VO2max), assessed using a stepwise incremental load test on a bicycle ergometer. The study was conducted on a sample of 16 men (8 cosmonauts and 8 volunteer test subjects). The prognostic significance of two sets of predictors was evaluated using multiple linear regression: 1) resting heart rate (HRrest) and fat mass (FM); and 2) HRrest and body mass index (BMI). In both cases, an inverse relationship with VO2max was found. Both models showed the same multiple correlation coefficient (r = 0,74), while the model with FM explained 47% of the variance in VO2max, and the model with BMI explained 56%. The contributions of HRrest and FM were comparable, while the influence of BMI was less pronounced. The resulting regression equations allow for a preliminary assessment of physical performance level in cosmonauts and volunteers based on simple anthropometric and physiological parameters measured at rest.

Keywords: VO2max, morphofunctional parameters, cosmonauts.

Материалы и методы

Факторный анализ влияния морфофункциональных показателей в покое на возможный прогноз уровня физической работоспособности – показатель МПК в тесте со ступенчато-возрастающей нагрузкой, выполненном на велоэргометре, проведен на данных 16 испытуемых (8 космонавтов, 8 испытателей- добровольцев). Средний возраст составил 39,2 ±6,3 лет, ИМТ – 26,6±2,8 кг/м^2, $ЧСС_{покой}$ – 56,6±5 уд./мин, ЖМ – 20,1±6,1 кг, МПК – 44,5±5,8 мл/кг/мин.

Влияние факторов рассчитывалось методом множественной линейной регрессии. В первом случае предикторами служили $ЧСС_{покой}$, уд./мин и ЖМ, кг, во втором случае – $ЧСС_{покой}$, уд./мин и ИМТ, кг/м^2 в качестве зависимой переменной использовали МПК, мл/кг/мин.

Результаты и обсуждение

В первом случае корреляционный анализ выявил обратную зависимость МПК от факторов $ЧСС_{покой}$ (коэффициент Пирсона

составил r = 0,42) и ЖМ (r = 0,47). На основе метода множественной регрессии была построена модель, в которой оба фактора значимо влияют на результат тестирования – МПК.

Коэффициент корреляции для полученной модели составляет r = 0,74, а скорректированный коэффициент детерминации, отражающий меру качества регрессионной модели, т.е. долю дисперсии зависимой переменной, объясняемой построенной моделью составляет r^2 = 0,47. Стандартная ошибка в полученной модели составляет 4,3 мл/кг/мин.

Степень влияния рассматриваемых предикторов определялась по величине β-коэффициентов, позволяющих сравнить относительный вклад каждой независимой переменной в прогнозирование зависимой переменной. Коэффициент влияния β для фактора $ЧСС_{покой}$ практически соответствует данному показателю для фактора ЖМ. Таким образом, МПК в тесте со ступенчато-возрастающей нагрузкой примерно в одинаковой степени зависит от данных предикторов.

Влияние факторов $ЧСС_{покой}$ и ЖМ на МПК в тесте со ступенчато-возрастающей нагрузкой выражается следующей формулой:

$$МПК = 79{,}74 - 0{,}39 \times ЧССпокой - 0{,}45 \times ЖМ$$

где МПК – максимальное потребление кислорода в тесте со ступенчато-возрастающей нагрузкой, мл/кг/мин;

ЧСС покой – ЧСС в покое, уд./мин; ЖМ – жировая масса, кг.

Таким образом, полученное уравнение позволяет в некоторой степени прогнозировать значение МПК в тесте со ступенчато-возрастающей нагрузкой в зависимости от ЧСС в покое и ЖМ.

Во втором случае в результате выполнения корреляционного анализа была выявлена обратная зависимость МПК от факторов $ЧСС_{покой}$ (коэффициент Пирсона составил r = 0,54) и ИМТ (r = 0,46). На основе метода множественной регрессии была построена модель, в которой оба фактора значимо влияют на результат тестирования.

Коэффициент корреляции для полученной модели составляет r = 0,74, а скорректированный коэффициент детерминациир^2 = 0,56. Стандартная ошибка в полученной модели составляет 4,2 мл/кг/мин.

Коэффициент влияния β для фактора $ЧСС_{покой}$ несколько выше, чем данный по показателю для фактора ИМТ. Таким образом, МПК в тесте со ступенчато-возрастающей нагрузкой в конкретном случае в большей степени будет зависеть от значения $ЧСС_{покой}$.

Влияние факторов $ЧСС_{покой}$ и ИМТ на МПК выражается следующей формулой:

$$МПК = 102{,}91 - 0{,}89 \times ЧССпокой - 0{,}59 \times ИМТ$$

где МПК – максимальное потребление кислорода в тесте со ступенчато-возрастающей нагрузкой, мл/кг/мин.

$ЧСС_{покой}$ – ЧСС в покое, уд./мин; ИМТ – индекс массы тела, кг/м^2.

Полученное уравнение позволяет в некоторой степени прогнозировать значение МПК в тесте со ступенчато-возрастающей нагрузкой в зависимости от ЧСС в покое и ИМТ.

Таким образом, МПК – мультифакторный показатель, состоящий из многих компонентов, важно подчеркнуть, что это не случайный набор, а система взаимосвязанных факторов (физиологические системы, метаболические процессы, генетика и внешние факторы пр.).

Факторный анализ показал, что МПК зависит от состояния сердечно-сосудистой системы и количества жировой массы в равной степени, и менее выраженное, но существенное влияние на МПК оказывает индекс массы тела. При оценке работоспособности космонавтов и добровольцев показатели ЧСС в покое и количество жировой массы могут использоваться как равнозначные маркеры, а индекс массы тела – как менее важный, но информативный параметр.

УДК 615.03
eLIBRARY.RU: 76.35.29

Парфёнова А.А.
Parfenova A.A.
младший научный сотрудник, аспирант
ГНЦ РФ – ИМБП РАН, г. Москва
Ильин В.К.
Ilyin V.K.
доктор медицинских наук, профессор
ГНЦ РФ – ИМБП РАН, г. Москва
Усанова Н.А.
Usanova N.A.
кандидат биологических наук
старший научный сотрудник
ГНЦ РФ – ИМБП РАН, г. Москва
Морозова Ю.А.
Morozova Yu.A.
научный сотрудник
ГНЦ РФ – ИМБП РАН, г. Москва
Некто А.А.
Nekto A.A.
научный сотрудник
ГНЦ РФ – ИМБП РАН, г. Москва

МИКРОБИОТА И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ПРО- И ПРЕБИОТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В ГОДОВОМ ИЗОЛЯЦИОННОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ «SIRIUS-23»

MICROBIOTA AND PSYCHOPHYSIOLOGICAL STATE DURING THE USE OF PRO- AND PREBIOTIC AGENTS IN THE ONE-YEAR ISOLATION EXPERIMENT “SIRIUS-23”

Аннотация. В 366-суточном изоляционном эксперименте «SIRIUS-23» исследовали динамику микробиоты человека при применении про- и пребиотических средств, а также ее возможные связи с психофизиологическим состоянием испытателей. В эксперименте приняли участие 6 практически здоровых добровольцев. Для коррекции кишечной микробиоты использовали арабиногалактан, комплекс «Лактоферрин-ЭНТЕРО» и пробиотический препарат «ПроксиМилк». Показано, что применение данных средств сопровождалось стабилизацией эубиотического индекса и тенденцией к улучшению показателей, характеризующих эмоциональное состояние и когнитивную работоспособность. Полученные данные обосновывают перспективность дальнейшего изучения психобиотических подходов как элемента медико-биологического обеспечения длительных космических миссий.

Ключевые слова: микробиота, пробиотики, пребиотики, психобиотики, изоляционный эксперимент, SIRIUS-23, космический полёт.

Abstract. The dynamics of human microbiota during the use of pro- and prebiotic agents and its possible associations with psychophysiological state were studied in the 366-day isolation experiment “SIRIUS-23”. Six practically healthy volunteers participated in the study. Arabinogalactan, the “Lactoferrin-ENTERO” complex and the probiotic preparation “ProxyMilk” were used to correct intestinal microbiota. The use of these agents was accompanied by stabilization of the eubiotic index and a tendency toward improvement in parameters reflecting emotional state and cognitive performance. The obtained data support further investigation of psychobiotic approaches as a component of biomedical support for long-duration space missions.

Keywords: microbiota, probiotics, prebiotics, psychobiotics, isolation experiment, SIRIUS-23, space flight.

Длительные пилотируемые космические миссии сопровождаются воздействием комплекса неблагоприятных факторов, включая изоляцию, ограниченный объем обитаемой среды, изменение режима труда и отдыха, сенсорную и социальную депривацию, а также особенности питания. В этих условиях формируется замкнутая микробиологическая экосистема, в которой микробиота человека, среда обитания и члены экипажа находятся в постоянном взаимодействии.

Известно, что микробиота человека участвует не только в поддержании колонизационной резистентности и метаболического гомеостаза, но и в регуляции иммунных, нейроэндокринных и поведенческих реакций. Особый интерес представляет функциональная связь кишечника и центральной нервной системы, рассматриваемая в рамках концепции оси «кишечник — мозг». В связи с этим про- и пребиотические средства могут рассматриваться не только как препараты для коррекции дисбиотических состояний, но и как потенциальные психобиотики, способные влиять на адаптацию человека к длительной автономии.

Цель работы – оценить динамику микробиоты и психофизиологических показателей испытателей при применении про- и пребиотических средств в 366-суточном изоляционном эксперименте «SIRIUS-23».

В исследовании приняли участие 6 практически здоровых испытателей-добровольцев: 2 мужчины и 4 женщины в возрасте от 26 до 38 лет, прошедшие врачебно-экспертную комиссию и подписавшие информированное согласие. Программа эксперимента была одобрена Комиссией по биомедицинской этике при ГНЦ РФ – ИМБП РАН.

В ходе эксперимента применяли три средства, направленные на коррекцию и поддержание микробиоценоза кишечника. В первой половине эксперимента использовали пребиотик «Арабиногалактан», который испытатели принимали с 1-х по 60-е сутки изоляции. В конце эксперимента применяли комплекс «Лактоферрин-ЭНТЕРО» с 283-х по 297-е сутки и пробиотический препарат «ПроксиМилк» с 298-х по 325-е сутки изоляции.

Для оценки состояния микробиоты проводили микробиологическое исследование кишечного, назального, орального и кожного биотопов. Образцы фекалий отбирали после естественной дефекации в стерильные контейнеры с последующим посевом на селективные питательные среды. Состояние кишечной микробиоты оценивали с использованием эубиотического индекса, отражающего соотношение протективной и условно-патогенной микрофлоры. Дополнительно

анализировали субъективные показатели эмоционального состояния, включая активность, усталость, радость, тревогу, раздражение, тоску, спокойствие, внимательность и нерешительность, а также результаты когнитивных тестов.

В период приема арабиногалактана отмечалась стабилизация состава кишечной микрофлоры, в том числе сохранение относительно высоких показателей облигатной микрофлоры — бифидобактерий и непатогенных энтерококков. Количество кишечной палочки повышалось до нормальных значений, что указывает на целесообразность использования пребиотиков в период острой адаптации к условиям изоляции.

После прекращения приема арабиногалактана во второй половине эксперимента наблюдалась тенденция к снижению показателей колонизационной резистентности кишечной микробиоты, что проявлялось изменением соотношения протективных и условно-патогенных микроорганизмов. Прием комплекса «Лактоферрин-ЭНТЕРО» и препарата «ПроксиМилк» совпадал по времени со стабилизацией эубиотического индекса, что может свидетельствовать о поддерживающем действии данных средств на микробиоту кишечника в условиях длительной изоляции.

При сопоставлении микробиологических данных с субъективными и когнитивными показателями были выявлены тенденции, указывающие на возможную связь состояния кишечной микробиоты с психоэмоциональным фоном и когнитивной работоспособностью испытателей. На фоне применения про- и пребиотических средств отмечались разнонаправленные, индивидуально выраженные изменения показателей активности, тревоги, радости, спокойствия, внимательности, а также параметров выполнения когнитивных тестов. Наиболее перспективным представляется дальнейший анализ этих изменений с учетом индивидуального исходного состояния микробиоты и персональной реакции на препараты.

Таким образом, результаты 366-суточного изоляционного эксперимента «SIRIUS-23» показывают, что применение про- и пребиотических средств может способствовать стабилизации кишечной микробиоты и поддержанию психофизиологического состояния человека в условиях длительной автономии. Полученные данные позволяют рассматривать препараты, влияющие на микробиоту, как перспективное направление разработки психобиотических средств для медико-биологического обеспечения длительных пилотируемых космических миссий.

Литература
1. Ильин В.К., Кирюхина Н.В., Усанова Н.А. и соавт. Факторы микробиологического риска и обоснование подходов к обеспечению противоинфекционной безопасности экипажей межпланетных космических полётов и лунных баз // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2018. Т. 52. № 6. С. 7–18.
2. Liu Z., Luo G., Du R., Sun W. et al. Effects of spaceflight on the composition and function of the human gut microbiota // Gut Microbes. 2020. Vol. 11. № 4. P. 807–819. DOI: 10.1080/19490976.2019.1710091.
3. Turroni S., Magnani M., Pukar K.C. et al. Gut microbiome and space travelers' health: state of the art and possible pro/prebiotic strategies for long-term space missions // Frontiers in Physiology. 2020. Vol. 11. Article 553929. DOI: 10.3389/fphys.2020.553929.
4. Oh J., Byrd A.L., Deming C. et al. Biogeography and individuality shape function in the human skin metagenome // Nature. 2014. Vol. 514. P. 59–64. DOI: 10.1038/nature13786.

УДК 613.693+613.6
eLIBRARY.RU: ББК 58+54.19

Филипенков С.Н.
Filipenkov S.N.
Пятница А.С.
Pyatnitsa A.S.
Смотрин Д.К.
Smotrin D.K.
АО «НПП «Звезда» им. академика Г.И. Северина»
пос. Томилино Московской области

МЕДИЦИНСКИЕ РАЗРАБОТКИ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГЕНЕРАЛЬНОГО КОНСТРУКТОРА Г.И. СЕВЕРИНА

MEDICAL DESIGN, DEVELOPMENT AND PRODUCTION OF GENERAL DESIGNER G.I. SEVERIN

Аннотация. 26 июля этого года отмечается 100-летие со дня рождения генерального конструктора Научно-производственного предприятия «Звезда», академика Гая Ильича Северина, который создал лучшие в мире средства спасения катапультные и амортизационные кресла и реализовал идеи К.Э. Циолковского по использованию скафандров космонавтов и шлюза для выхода в

открытый космос. Круг интересов Г.И. Северина по спасению жизни человека выходил за пределы авиации и космонавтики и затрагивал медицинские разработки уникальных изделий, а именно: переносных нормобарических и гипербарических барокамер, пневмостимулирующих комплектов, противошоковых костюмов и нагрузочных костюмов, кислородных баллонов и масок.

Ключевые слова: катапультные кресла, амортизационные кресла, скафандры, переносные барокамеры, пневмостимулирующие комплекты, противошоковый костюм, нагрузочный костюм.

Abstract. July 26th this year marks 100th anniversary of the birthday of Academician Gai Ilich Severin, General Designer of the JSC Zvezda. He created the world's best rescue equipment-ejection and shock absorbing seats, - and implemented K.E. Tsiolkovsky's ideas for using cosmonaut spacesuits and airlocks for spacewalks. The chief designer's interests in saving human life often extended beyond aviation and astronautics, touching upon medical developments in the creation of unique products in the form of portable pressure chambers for conducting hyperbaric oxygenation for the treatment of decompression sickness, normobaric oxygenation chambers, pneumatic simulation kits, anti-shock suits, loading suits, especially, for the increasing human performance and relieving fatigue, portable oxygen cylinders and masks for increasing blood oxygenation.

Keywords: ejection seats, shock absorbing seats, spacesuits, portable pressure chambers, pneumatic simulation kits, anti-shock suits, loading suits.

26 июля этого года отмечается 100-летие со дня рождения генерального конструктора Научно-производственного предприятия «Звезда», академика Гая Ильича Северина, который не только создал лучшие в мире средства спасения катапультные и амортизационные кресла для летчиков и членов экипажей космических кораблей, но также впервые в мире реализовал предвидения К.Э. Циолковского по использованию скафандров космонавтов и шлюза для выхода в космос.

Круг интересов главного конструктора по спасению жизни человека часто выходил за пределы авиации и космонавтики, затрагивая медицинские разработки по созданию уникальных изделий предприятия в виде переносных барокамер (ПБК) для проведения сеансов гипербарической оксигенации (ГБО) для лечения декомпрессионной болезни, камер нормобарической оксигенации (НБО) для повышения работоспособности человека и снятия

утомления, портативных кислородных баллончиков для повышения оксигенации крови у пациентов с дыхательной недостаточностью, портативных аппаратов для проведения искусственной вентиляции легких, а также пневмо-аппаратов для оказания физиотерапевтической помощи больным, а именно: пульсирующих матрасов во избежание пролежней у тяжелых больных, пневмостимулирующих комплектов (ПСК) в виде рукавов и штанины для снятия отеков у онкобольных с послеоперационными нарушениями лимфооттока, локальных камер отрицательного давления для акушерства и гинекологии. Кроме того, для спасения в течение «золотого часа» пациентов скорой помощи при травмах и кровопотере на базе противоперегрузочного костюма летчиков, совмещенного с дистракционными шинами, было разработано легкосъемное изделие «Каштан», используемое также для транспортировки раненных в условиях военных конфликтов. Еще одной темой здравоохранения, важной для повышения качества жизни детей и долголетия пожилых, было создание на основе нагрузочного костюма космонавтов «Пингвин» специального костюма «Адели» для страдающих детским церебральным параличом, а также костюма «Регент» для пожилых лиц, страдающих гиперкинетозами и осложнениями после инсульта.

Над перечисленными изделиями трудились медицинский и конструкторский отделы предприятия, хорошо знающие проблемы медицины по проводимым под руководством Г.И. Северина разработкам индивидуального защитного снаряжения и кислородных систем для летчиков и космонавтов. При этом, макеты, а также опытные партии медицинских изделий изготавливались цехами предприятия и сразу же испытывались, доводились до достижения физиологического эффекта в аутоэкспериментах сотрудниками медицинского отдела под руководством начальника отдела авиакосмической медицины, лауреата государственной премии СССР и премии правительства РФ, профессора - А.С. Барера и его заместителя - Е.П. Тихомирова, лауреата государственной премии СССР, а также премии и звания лучшего врача 2009 года. Многие из медицинских изделий получили положительные результаты по техническим испытаниям в ВНИИИМТ при непосредственном участии директора Р.И. Утямышева и прошли клинические испытания в МОНИКИ им. М.Ф. Владимирского и в Институте скорой помощи им. Н.В. Склифосовского, а затем выпускались серийно, например, ПБК «Иртыш-МТ» и «Иртыш-2МТ», а также «Каштан». Пневмоаппараты и пневмокомплекты различного назначения были изготовлены только в виде макетов и опытных партий для

клинических испытаний. Однако только ПСК прошли с положительным результатом клинические испытания в НМИЦ Онкологии им. Н.Н. Блохина.

Школа академика Г.И. Северина продолжает существовать в отделе авиакосмической медицины и в настоящее время, когда продолжается выпуск предприятием противошокового костюма «Каштан», а на основе очередной модификации нагрузочного костюма «Пингвин-М3» совершенствуется макет костюма для лечения гиперкинетоза у детей и пожилых больных.

УДК 579.65:632.953.1:678.026.3
eLIBRARY.RU: 89.25.35

Захаренко Д.В.
Zakharenko D.V.
ведущий инженер-конструктор
АО «НПО Лавочкина», г. Химки

ПРИМЕНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНОЙ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЙ СТЕРИЛИЗАЦИИ ПРИ СОЗДАНИИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ДЛЯ МЕЖПЛАНЕТНЫХ МИССИЙ С ПОСАДОЧНЫМИ АППАРАТАМИ НА МАРС

APPLICATION OF SURFACE ULTRAVIOLET STERILIZATION IN CRIATING SPACECRAFT FOR NTERPLANETARY MISSIONS WITH LANDING VEHICLES TO MARS

Аннотация. Объект исследования доклада – эффективность поверхностной стерилизации элементов конструкции космического аппарата потоками импульсного ультрафиолетового излучения сплошного спектра для выполнения требований планетарной защиты (ограничения бионагрузки) при создании посадочных аппаратов на Марс.

Ключевые слова: планетарная защита; посадочный аппарат; стерилизация; бактериальные споры; микробиологические пробы; импульсное ультрафиолетовое облучение.

Abstract. The object of the research report is the efficiency of surface sterilization of spacecraft design elements with continuous spectrum pulsed ultraviolet radiation fluxes to meet planetary protection requirements (limiting bioburden) when creating landing vehicles to Mars.

Keywords:. planetary protection; landing vehicle; sterilization; bacterial spores; microbiological samples; pulsed ultraviolet light.

При создании космических аппаратов, содержащих посадочные аппараты (ПА) на поверхность Марса, необходимо выполнять требования по планетарной защите: исключить заражение марсианской среды земными микроорганизмами, т.е. минимизировать микробиологическое загрязнение ПА. Согласно классификации COSPAR (Комитет по космическим исследованиям), к таким ПА предъявляются довольно «жесткие» требования к микробиологической контаминации поверхностей посадочных модулей, характерные для межпланетных экспедиций категории IVa (посещение планеты без поиска жизни), а именно: плотность биозагрязнения земными микроорганизмами должна быть не более 300 бактериальных спор на 1 $м^2$, а общая поверхностная бионагрузка - не более $3{,}0 \cdot 10^5$ бактериальных спор [1]. Это приводит к необходимости применения различных методов выполнения требований планетарной защиты [2], одним из которых является стерилизации элементов КА, особенно имеющих большую площадь и непосредственно контактирующих с марсианской средой, а также эффективная очистка воздуха и поверхностей чистых сборочных помещений [2].

Процесс стерилизации должен обеспечивать эффективность обеззараживания каждого элемента оборудования, помещаемого в установку для стерилизации. Процедуры стерилизации проводятся в следующей последовательности:

– проведение предварительной спиртовой очистки поверхности оборудования для удаления органических и неорганических загрязнений и снижения исходной бионагрузки;

– через 30 минут проведение отбора микробиологического проб для определения исходной бионагрузки;

– упаковка образца в двойную упаковку из специального материала, поддерживающего (сохраняющего) уровень стерильности (биозащита).

В докладе представлен и обоснован впервые примененный для космической техники метод поверхностной стерилизации – импульсным ультрафиолетовым (УФ) облучением ксеноновыми установками УИКб-01-«Альфа». Эффективность УФ-стерилизации элементов была подтверждена результатами микробиологических проб, взятых до и после обработки поверхностей КА импульсным ультрафиолетом [3-4].

Литература
1. COSPAR Planetary Protection Policy (Prepared by the COSPAR Panel on Planetary Protection and approved by the COSPAR Bureau on 3 June 2021) // Space Research Today. August 2021. 211.P. 12-25.
2. Хамидуллина Н.М., Дешевая Е.А., Устинов С.Н., Захаренко Д.В., Сычев В.Н. Основные принципы, требования и методы обеззараживани// Российский сегмент международной космической экспедиции «ЭкзоМарс-2022»/ Авт.-сост. В.В. Ефанов; Под ред. д.т.н. В.В. Ефанова, к.э.н. Х.Ж. Карчаева. Науч. изд. в 2-х т. Т.1. Химки: АО «НПО Лавочкина», 2020. С. 157-172.
3. Захаренко Д.В., Хамидуллина Н.М., Устинов С.Н. Поверхностная стерилизация аэродинамического экрана и заднего кожуха посадочного аппарата на Марс // Вестник НПО им. С.А. Лавочкина. 2021. №4. С. 39-44.
4. Е.А. Дешевая, С.В. Фиалкина, А.А. Гуридов, С.Г. Шашковский, С.Г. Киреев, Н.М. Хамидуллина, Д.В. Захаренко. Применение импульсных УФ-технологий для обеспечения микробиологической чистоты при подготовке миссий с требованиями планетарной защиты // журнал «Авиакосмическая и экологическая медицина». Т.57. № 1. С. 67 - 74. 2023.

УДК 613.693
eLIBRARY.RU: 89.27.29

Маркин А.А.
Markin A.A.
кандидат медицинских наук, доцент
ведущий научный сотрудник
заведующий лабораторией
Журавлева О.А.
Zhuravleva O.A.
кандидат медицинских наук
ведущий научный сотрудник
Серова А.В.
Serova A.V.
младший научный сотрудник
Кузичкин Д.С.
Kuzichkin D.S.
кандидат биологических наук
ведущий научный сотрудник
Заболотская И.В.

Zabolotskaya I.V.
научный сотрудник
Тихонова Г.А.
Tikhonova G.A.
кандидат медицинских наук
ведущий научный сотрудник.
ГНЦ РФ – ИМБП РАН
г. Москва

ПРОФЕССИОНАЛЫ И ЛЮБИТЕЛИ: БИОХИМИЧЕСКИЙ СТАТУС ДО И ПОСЛЕ КОРОТКОГО ОРБИТАЛЬНОГО ПОЛЁТА

PROFESSIONALS AND AMATEURS: BIOCHEMICAL STATUS BEFORE AND AFTER A SHORT ORBITAL FLIGHT

Аннотация. По 37 показателям крови исследовали биохимический статус 7 профессиональных космонавтов и 10 космических туристов мужского пола до и после орбитальных полетов длительностью от 9 до 13 суток. Установлено, что метаболические реакции космонавтов характеризуются стабильностью при предполетной подготовке и в ходе послеполетного периода. У космических туристов подготовка к полету и послеполетная реадаптация сопровождаются более выраженными и разнообразными изменениями метаболизма, что указывает на большее напряжение адаптивных систем организма.

Abstract. The biochemical status of 7 professional cosmonauts and 10 male space tourists was examined using 37 blood parameters before and after orbital flights lasting from 7 to 13 days. It has been established that the metabolic reactions of astronauts are characterized by stability during pre-flight preparation and during the post-flight period. In space tourists, flight preparation and post-flight readaptation are accompanied by more pronounced and diverse metabolic changes, which indicates a greater strain on the body's adaptive systems.

Введение. В 30-х годах прошлого века К.Э. Циолковский сделал смелое заявление: “Путь в космос открыт в России. Они, герои, смельчаки, проложат первые воздушные тропы трасс…”. Менее чем через три десятилетия Ю.А. Гагарин подтвердил пророчество ученого, ознаменовав своим полетом открытие пилотируемой космической эры. А позднее на тропы орбитальных трасс вышли туристы (участники

космических полетов), представители почти всех континентов планеты.

Особенностью реакций организма на космический полет (КП) длительностью 7-13 суток является переход от незавершённой адаптации к невесомости на реадаптацию к земным условиям, что сопровождается воздействием ряда стрессогенных факторов. Учитывая менее строгие требования к состоянию здоровья космических туристов (КТ) [1] и прохождение ими сокращенной программы подготовки к полету по сравнению с профессиональными космонавтами (ПК) [2], представляет интерес состояние организма ПК и КТ при влиянии комплекса факторов КП. С учетом того, что лабораторно-диагностические методы позволяют выявить нарушения уже на донозологическом этапе [3], а по данным ВОЗ, более 70% врачебных решений принимается на основании результатов лабораторных исследований [4], скрининговое биохимическое обследование обладает высокой информативностью.

Цель работы. Изучение показателей биохимического статуса профессиональных космонавтов и космических туристов до и после коротких орбитальных полетов.

Материалы и методы. Обследованы 7 ПК в возрасте от 34 до 53 лет, совершивших полеты длительностью от 9 до 10 суток (группа 1), и 10 КТ в возрасте от 35 до 65 лет, участвовавших в КП продолжительностью от 9 до 13 суток (группа 2). Венозная кровь отбиралась за 30 суток до старта и на 1-е сутки послеполетного периода. Определяли величины 37 биохимических показателей, отражающих состояние внутренних органов, тканей и основных звеньев обмена веществ. Для статистической обработки данных использовали критерии Уилкоксона и Манна-Уитни.

Результаты и обсуждение. В фоновом периоде между группами обнаружены достоверные различия. Активность кислой фосфатазы (КФ) в группе 1 была в 2,3 раза выше, чем в группе 2, выходя за пределы физиологической нормы. Активность костного изофермента щелочной фосфатазы в 3,3 раза превышала уровень в группе 2. Данные показатели отражают интенсивность метаболизма костной ткани, и она у ПК более выражена. Активность панкреатической амилазы и лактатдегидрогеназы в группе 1 была ниже, чем во 2-й, в 1,8 и 1,3 раза соответственно. Концентрация холестерина липопротеидов высокой плотности (ХсЛПВП) была ниже в 1,3 раза, уровень хлоридов – в 1,1 раза. Динамика этих показателей отражает реакции организма на физические нагрузки при подготовке к полету. У ПК, как более тренированных, реакции были более умеренными. В послеполетном

периоде у членов экипажей из группы 1 сохранилась увеличенная в 2,1 раза активность КФ. Уровень ХсЛПВП был снижен в 1,2 раза по сравнению с КТ. Содержание креатинина в группе 1 было выше, чем во 2-й, в 1,1 раза, что может отражать достаточно высокую двигательную активность и работоспособность космонавтов в раннем периоде восстановления. В целом, ПК отличались большей стабильностью обменных процессов. Значения всех исследованных биохимических показателей после полета у них достоверно не отличались от фонового уровня, в то время как у КТ на 5% снижался уровень общего белка, что могло быть обусловлено алиментарной гемодилюцией при реадаптации, и в 1,4 раза повышалось содержание пирувата, отражающее активацию гликолиза.

Заключение. Биохимический статус профессиональных космонавтов характеризуется стабильностью при подготовке к коротким орбитальным полетам и в ходе послеполетного периода. У космических туристов подготовка к полету и послеполетная реадаптация сопровождаются более выраженными и разнообразными метаболическими реакциями, что отражает более сильное напряжение адаптивных систем организма.

Литература

1. Bogomolov V.V., Castrucci F., Comtois J.-M. et al. International Space Station medical standards and certification for space flight participants //Aviation Space and Environmental Medicine.- 2007.- Vol. 78.- No. 12.- P. 1162-1169.

2. Стандарты сертификации космического туризма: Подготовка к экспедиции на Союзе МС-23// https://18-let.ru/blog/standarty-sertifikatsii-kosmicheskogo-turizma-podgotovka-k-ekspeditsii-na-soyuze-ms-23. Дата обращения: 24.05.2026.

3. Петрищева О.А. Оценка изменений биохимических показателей и их роль в качестве маркеров патологических процессов // Справочник врача общей практики.– 2020.– № 12.– С. 57-63.

4. Кишкун А.А., Арсенин С.Л. Организационные аспекты лабораторной диагностики неотложных состояний // Клиническая лабораторная диагностика.–2012.– № 1.–С.–19-27.

Работа выполнена в рамках темы РАН FMFR-2024-0039.

УДК 612.881
eLIBRARY.RU: 76.00.00

Сигалева Е.Э.
Sigaleva E.E.
доктор медицинских наук
ведущий научный сотрудник
ГНЦ РФ-ИМБП РАН, г. Москва
Мацнев Э.И.
Matsnev E.I.
доктор медицинских наук
ведущий научный сотрудник
ГНЦ РФ-ИМБП РАН, г. Москва
Марченко Л.Ю.
Marchenko L.Yu.
кандидат медицинских наук
старший научный сотрудник
ГНЦ РФ-ИМБП РАН, г. Москва
Пасекова О.Б.
Pasekova O.B.
старший научный сотрудник
ГНЦ РФ-ИМБП РАН, г. Москва
Сигалева Т.В.
Sigaleva T.V.
научный сотрудник
ГНЦ РФ-ИМБП РАН, г. Москва
Радченкова О.В.
Radchenkova O.V.
младший научный сотрудник
ГНЦ РФ-ИМБП РАН, г. Москва
Симоненко М.В.
Simonenko M.V.
младший научный сотрудник
ГНЦ РФ-ИМБП РАН, г. Москва

СИМУЛЯТОРНЫЙ КИНЕТОЗ (КИБЕРБОЛЕЗНЬ) – НОВЫЙ ВАРИАНТ БОЛЕЗНИ ДВИЖЕНИЯ

SIMULATOR SICKNESS (CYBERSICKNESS) – A NEW TYPE OF MOTION SICKNESS

Аннотация. С развитием технологий виртуальной реальности и их внедрением в медицину, образование, оборонную промышленность, авиационную и космическую отрасли, логистические процессы, индустрию развлечений увеличивается количество пользователей, сталкивающихся с симптомами киберболезни - головокружением, тошнотой, дезориентацией. Это создает проблему для широкого внедрения технологий виртуальной реальности и ставит новую задачу перед научным сообществом - поиск средств и методов борьбы с проявлениями киберболезни.

Ключевые слова: киберболезнь, симуляционная болезнь, симуляторный кинетоз, виртуальная реальность, вестибулярная система.

Abstract. With the virtual reality technologies development and their implementation in medicine, education, defense industry, logistics, and the entertainment industry, the number of users experiencing cybersickness symptoms such as dizziness, nausea, and disorientation, is increasing. This poses a challenge to the widespread virtual reality technologies adoption and presents a new challenge for the scientific community: finding ways and means to combat the symptoms of cybersickness.

Keywords: cybersickness, virtual reality, vestibular system, motion sickness.

При использовании технологий виртуальной реальности (ВР) множество пользователей описывает возникновение симптомов, сходных с классическими проявлениями болезни движения. Результаты статистических исследований свидетельствуют о широком распространении этого явления - по данным разных авторов от 35 до 79% пользователей ВР подвержены развитию киберболезни [1], при этом женщины сталкиваются с этим состоянием достоверно чаще [2]. Во многом такая широкая распространенность киберболезни обусловлена технологическим несовершенством систем ВР: недостаточной частотой обновления экрана, искажениями на его периферии, микродрожанием изображения (джиттер-эффект) [3].

В контексте открывающейся перспективы освоения дальнего космоса и длительных межпланетных пилотируемых полетов, где

технологии виртуальной реальности представляются одним из важнейших прикладных инструментов, поиск способов решения проблемы симуляторного кинетоза становится важным вопросом специалистов, работающих в области авиакосмической медицины. Этиопатогенез симуляторного кинетоза остается до конца не ясен, однако, его рассматривают с позиции четырех фундаментальных теорий укачивания: эволюционной, сенсорного конфликта, теории постуральной нестабильности и окуломоторной теории [4]. Среди симптомов киберболезни выделяют три основные группы:

1. Зрительные:

– зрительный дискомфорт;
– ощущение утомления глаз (астенопия);
– нечеткость изображения, головная боль.

2. Дезориентация:

– головокружение, потеря пространственной ориентации;

3. Тошнота, рвота.

Другие симптомы включают общую слабость, расстройства вегетативной нервной системы (повышенное слюно- и потоотделение), а также нарушения сна, дереализацию, повышенную тревожность, панические атаки [1]. Очевидно, что развитие этого симптомокомплекса у существенной части пользователей значительно ограничивает возможности интеграции технологий ВР [5]. В отличие от индустрии развлечений, в профессиональной среде проблема киберболезни является фактором, вызывающим у пользователей не только дискомфорт и сниженное впечатление от игрового продукта. Развитие симптомокомплекса киберболезни может приводить к фатальным последствиям при использовании технологий ВР при обучении хирургов, пилотов гражданской авиации, а также при их применении операторами беспилотных летательных аппаратов. Дополнительными препятствиями в использовании технологий ВР в профессиональной среде являются существенная длительность проявления симптомов киберболезни после снятия очков ВР, развитие комплексной стрессорной реакции организма, включающей повышение уровня кортизола, изменение вариабельности сердечного ритма, снижение объема оперативной памяти, ухудшения протекания таких когнитивных процессов, как скорость и правильность принятия решений, что, в свою очередь, негативно влияет на качество выполняемой операторской деятельности [6].

Zielasko D. et al в своем исследовании наблюдали прогрессирование симптомов киберболезни - пик их выраженности наблюдался спустя 90 минут после прекращения стимуляции, при этом у испытуемых

наблюдалось существенное снижение объема рабочей памяти и качества исследованных когнитивных функций [6].

Таким образом, описанные авторами явления представляют особую проблему для таких отраслей, как авиация и управление беспилотными летательными аппаратами. Учитывая высокую потребность во внедрении ВР-технологий в такие отрасли человеческой деятельности, как медицина, авиация, военное дело, на текущий момент решение проблемы киберболезни должно происходить на нескольких уровнях: технологическом (улучшение технических параметров применяемых ВР-девайсов), диагностическом (повышение качества отбора лиц, устойчивых к развитию киберболезни), организационном (обеспечение адаптации к ВР-технологиям, изучение возможностей вестибулярных тренировок для снижения выраженности вестибулярных симптомов). Повышение качества отбора лиц, устойчивых к развитию симуляционной болезни, должно включать применение объективных методов оценки функционального состояния организма, поскольку в настоящее время данные об этом состоянии исследователи удается получить только на основании опроса испытуемых. Применение объективных методов оценки состояния различных систем организма, таких как электрокардиография, электроэнцефалография, видеонистагмография позволит повысить качество отбора операторов с высокой вестибулярной устойчивостью, а также выявлять тех лиц, которым требуются дополнительные меры адаптации.

Большое значение имеют вестибулярные тренировки, позволяющие вырабатывать у тренируемых лиц стойкую долговременную адаптацию к развитию киберболезни. На сегодняшний день достоверно продемонстрированы возможности достижения устойчивой адаптации к симуляционной болезни при применении протокола вестибулярных тренировок, включающих ежедневное кратковременное вращение на оптокинетическом кресле [7]. Однако, на сегодняшний день не существует единого протокола вестибулярных тренировок, позволяющего добиться стойкого долговременного результата в отношении развития симптомокомплекса киберболезни, и его разработка представляет собой задачу для специалистов, работающих в этой сфере.

Таким образом, применение комплексного подхода, направленного на оптимизацию отбора и тренировку вестибулярной устойчивых лиц, позволит расширить возможности применения технологий ВР, повысить качество и безопасность операторской деятельности.

Исследование выполнено в рамках темы РАН FMFR-2024-0039.

Литература

1. Смыслова О.В., Войкунский А.Е.. 1. Киберзаболевание в системах виртуальной реальности: феноменология и методы измерения // Психологический журнал. – 2019. – Т. 40. – №4. – С. 85-94.
2. Stanney K, Fidopiastis C and Foster L Virtual Reality Is Sexist: But It Does Not Have to Be. // Front. Robot. AI. – 2020. – 7:4. – doi: 10.3389/frobt.2020.00004.
3. Samuel J. Levulis, Kevin W. Rio, Pablo Ramon Soria, James Wilmott, Charlie S. Burlingham, Phillip Guan ubthreshold Jitter in VR Can Induce Visual Discomfort // Proceedings of the 38th Annual ACM Symposium on User Interface Software and Technology. 2025. –1-10 – https://doi.org/10.1145/3746059.3747607.
4. Дворянчиков В. В., Голованов А. 4. Е., Сыроежкин Ф. А. Влияние ненагрузочных вестибулярных тренировок на изменение чувствительности отдельных участков периферического отдела вестибулярного анализатора у лиц, склонных к укачиванию. // Российская оториноларингология. 2022. – Т. 21. – №2. – С. 24–28. – https://doi.org/10.18692/1810- 4800-2022-2-24-28.
5. Татаринов К.А., Музыка С.М., Аникиенко Н.Н., Савченко И.А. Социально-экономическое значение иммерсивных технологий // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2024. – Т. 3-2. – №3. – С. 281-285.
6. Zielasko, D., Rehling, B., von Dawans, B., & Domes, G. (2025). Do Not Immerse and Drive? Prolonged Effects of Cybersickness on Physiological Stress Markers And Cognitive Performance // Virtual Reality. – 2025. – 30. – Article 78. – DOI: 10.1007/s10055- 026-01335-0.
7. Qikun Zhang, Xinyang Chen, Chuanxia Cao, Yaqi Zhang, Jing Zhao, Linyao Shi, Shengguang Yan, Zhanguo Jin Vestibular habituation is associated with distinct autonomic signatures and greater reduction in visually induced motion sickness: A randomized controlled trial // Hearing Research. – 2026. – V. 472. – 10955. – ISSN 0378-5955.
8. https://doi.org/10.1016/j.heares.2026.109554.

УДК 613.6.02
eLIBRARY.RU: 76.35.29

Котов О.В.
Kotov O.V.
кандидат медицинских наук
заместитель директора по научной работе
ГНЦ РФ – ИМБП РАН, г. Москва

Поляков М.В.
Polyakov M.V.
доктор медицинских наук
начальник отдела
ГНЦ РФ – ИМБП РАН, г. Москва

К.Э. ЦИОЛКОВСКИЙ: ОБИТАЕМОСТЬ КОСМОНАВТОВ – ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ

K.E. TSIOLKOVSKY: HABITABILITY OF ASTRONAUTS – ERGONOMIC PROBLEMS

Аннотация. Развитие идей К.Э. Циолковского является основой для решения сложных эргономических проблем обитаемости космонавтов для осуществления масштабных проектов по исследованию и освоению космического пространства и космических объектов (Луны, Марса и др.).

Ключевые слова: Циолковский, космический полет, обитаемость, человеческий фактор, эргономическое обеспечение.

Abstract. The development of K.E. Tsiolkovsky's ideas is the basis for solving complex ergonomic problems of the habitability of astronauts for the implementation of large-scale projects for the exploration and development of outer space and space objects (the Moon, Mars, etc.).

Keywords: Tsiolkovsky, space flight, habitability, human factor, ergonomic support.

К.Э. Циолковский с удивительной прозорливостью предвосхитил необходимость предусмотрения условий для обеспечения жизни и деятельности человека в космическом полете (КП), важности удовлетворения физиологических потребностей (в воздушной среде для дыхания, пище, воде, отдыхе и т.д.), возможностей (обусловленных пространственными, временными и физическими факторами среды) размещения, реализации физиологических и психических процессов (и механизмов), выполнения действий (поведенческих актов), защиты от неблагоприятных и опасных факторов в штатных и нештатных условиях [1, 2]. На основе идей К.Э. Циолковского создана научно-методическая база для подготовки и выполнения первых КП с животными и первых космонавтов (К) [3], объединившая разработки специалистов с медицинским, психологическим и инженерным образованием в целях обеспечения обитаемости живых существ (О) в неземных условиях.

Результативность первых КП способствовала обоснованию внедрения системного подхода в деле учета человеческих факторов (ЧФ) при создании и применении сложных эргатических систем «К (астронавт) – образец (космической техники) КТ – среда» [4], а также появлению нового научно-практического направления Космической эргономики [5] и накоплении огромного научно-технического задела для создания КТ и обеспечения КП [6, 7 и др.]. Развитие масштабных проектов космических экспедиций (КЭ) [6] для исследования и освоения космического пространства и объектов (Луны, Марса и др.) обусловливает необходимость решения новых и весьма сложных проблем обитаемости К (ОК), большинство из которых полностью не решены и для обычных условий на Земле. Начиная с вопросов: Что следует понимать под определением ОК?, Как создается ОК и можно ли управлять ее показателями для поддержания необходимого уровня функционального состояния и работоспособности, сохранения профессионального здоровья ? Предлагается подход, основанный на следующих принципах. ОК - это объективная и/или субъективная характеристика Системы «-Космонавт - Образец КТ - Цели и задачи КЭ и КП - Этап КП - --внешняя Среда (Космическое пространство) - Время» с проявляющимися процессами и явлениями по отношению к К с учетом влияния в КП гипер- и гиповесомости, Времени, факторов Космического пространства и условий жизнедеятельности во внутренней среде герметизированных образцов КТ, при активной и/или пассивной роли К (членов экипажа КТ). Состав, характеристики элементов, особенности их взаимодействия, протекания процессов, явлений и состояний Системы не являются чем-застывшими, неизменными, а наоборот могут быстро или медленно, заметно или незаметно изменяться по специфичным закономерностям, обусловленных временными, пространственными, физико-химическими, биологическими, архитектурными, ресурсными и др. факторами, в том числе и связанными с особенностями выполняемых КЭ и КП. Предлагаемый концептуальный подход к определению ОК позволяет более системно охватывать вопросы поддержания необходимого уровня функционального состояния, работоспособности, сохранения профессионального здоровья К и обеспечения достижения цели КЭ на основе решения эргономических проблем О и открывает новые возможности по учёту ЧФ при формировании научно-технических заделов, необходимых для обоснования перспективных целей, задач и программ КЭ, создания КТ и ресурсов, подготовки экипажей, организации и выполнения КЭ, а также последующей реабилитации космонавтов.

Литература

1. Вне Земли. Серия «Космическая философия» 327 с. (Статья вышла в 1920 г. В Калуге отдельным изданием.) по Научно-популярному изданию Константин Эдуардович Циолковский «Космическая философия» www.tsiolkovsky.org.
2. Поляков М.В, Осецкий Н.Ю., Горнов В.В., Поляков Н.М. К.Э. Циолковский и проблемы обитаемости пилотируемых космических кораблей. В кн.: Материалы 57-х Научных чтений, посвященных разработке научного наследия и развитию идей К.Э Циолковского. Калуга: ИП Стрельцов И.А. (Изд-во «Эйдос»). 2022. Часть 1. С.321-324.
3. История отечественной космической медицины (по материалам военно-медицинских учреждений)/Под ред. И.Б. Ушакова, В.С. Бедненко, Э.В. Лапаева. – М.- Воронеж: Издательство Воронежского института МВД России, 2001. – 320 с.
4. Fraser M. The Intangibles of Habitability During Long Duration Space Missions. Contractor report CR-1084. Prepared by Albuquerque, N. Mex. № NASr-115. NASA. Washington, D.C., June 1968. – 70 p.
5. Мешков А.И. Космическая эргономика. – Л.: Из-во «Наука», 1971. – 296 с.
6. NASA SPACE FLIGHT HUMAN-SYSTEM STANDARD NASA-STD-3001, VOLUME 2, REVISION C**.** Human Factors, Habitability, and Environmental Health.
7. NASA Human Systems Integration Handbook. LO Rippy - 2021 - ntrs.NASA.gov NASA/SP-20210010952.

УДК 616.21:613.693
eLIBRARY.RU: 76.35.29

Сигалева Е.Э.
Sigaleva E.E.
доктор медицинских наук
профессор РАН
ведущий научный сотрудник
ГНЦ РФ ИМБП РАН, г. Москва
Мацнев Э.И.
Matsnev E.I.
доктор медицинских наук, профессор
ведущий научный сотрудник
ГНЦ РФ ИМБП РАН, г. Москва

Пасекова О.Б.
Pasekova O.B.
старший научный сотрудник
ГНЦ РФ ИМБП РАН, г. Москва
Марченко Л.Ю.
Marchenko L.Yu.
старший научный сотрудник
ГНЦ РФ ИМБП РАН, г. Москва
Сигалева Т.В.
Sigaleva T.V.
научный сотрудник
ГНЦ РФ ИМБП РАН, г. Москва
Иванов К.П.
Ivanov K.P.
научный сотрудник
ГНЦ РФ ИМБП РАН, г. Москва
Симоненко М.Н.
Simonenko M.N.
младший научный сотрудник
ГНЦ РФ ИМБП РАН, г. Москва
Радченкова О.В.
Radchenkova O.V.
младший научный сотрудник
ГНЦ РФ ИМБП РАН, г. Москва
Котов Д.О.
Kotov D.O.
старший лаборант
ГНЦ РФ ИМБП РАН, г. Москва

ДИАГНОСТИКА И ЛЕЧЕНИЕ ЛОР-ЗАБОЛЕВАНИЙ У КОСМОНАВТОВ ВО ВРЕМЯ ДЛИТЕЛЬНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ПОЛЁТОВ

DIAGNOSIS AND TREATMENT OF ENT DISEASES IN COSMONAUTS DURING LONG-TERM SPACE FLIGHTS

Аннотация. Рассматривается влияние факторов длительного космического полёта на функциональное состояние ЛОР органов космонавтов. Анализируются физиологические изменения в условиях невесомости, включая перераспределение крови и отёк слизистых оболочек. Представлены данные медицинской статистики по случаям

острой ЛОР патологии у космонавтов во время экспедиций на МКС (n=85). Описаны результаты экспериментальных исследований с имитацией микрогравитации (сухая иммерсия, антиортостатическая гипокинезия), выявившие негативные изменения микробиоценоза и ухудшение носового дыхания. Обоснована значимость внедрения современных диагностических методов, в т.ч. видеоэндоскопии и телемедицинских технологий, для повышения эффективности медицинской помощи в условиях длительных полётов.

Ключевые слова: ЛОР органы, космический полет, невесомость, моделируемая микрогравитация, ринометрия, видеоэндоскопия, телемедицинские технологии.

Abstract. This article examines the impact of long-term spaceflight factors on the functional state of the ENT organs of cosmonauts. Physiological changes in zero-gravity conditions, including blood redistribution and mucosal edema, are analyzed. Medical statistics on cases of acute ENT pathology in cosmonauts during expeditions to the ISS (n=85) are presented. The results of experimental studies simulating microgravity (dry immersion, antiorthostatic hypokinesia) are described, revealing negative changes in the microbiome and deterioration of nasal breathing. The importance of introducing modern diagnostic methods, including video endoscopy and telemedicine technologies, to improve the effectiveness of medical care during long-term flights is substantiated.

Keywords: ENT organs, space flight, weightlessness, simulated microgravity, rhinometry, video endoscopy, telemedicine technologies.

Особые требования к состоянию ЛОР органов у космонавтов обусловлены их анатомическими и физиологическими особенностями, в том числе наличием воздухоносных полостей среднего уха и носовых пазух, чувствительностью к изменениям барометрического давления, а также избирательной чувствительностью вестибулярной системы к условиям невесомости. Длительный космический полёт сопряжён с воздействием ряда факторов, влияющих на функциональное состояние ЛОР органов: перегрузок при запуске и посадке, влияния невесомости и перераспределения жидкостей организма в краниальном направлении, шума и вибрации, дыхания регенерированной атмосферой, обмена микрофлорой в замкнутом пространстве орбитальной станции, а также изменений иммунной реактивности[1, 2, 3].

В условиях невесомости перераспределение объёма циркулирующей крови в сторону верхней половины тела может приводить к усилению кровоснабжения слизистой оболочки носовой

полости и пазух, усилению кровоснабжения кожи наружного слухового канала, нарушению микроциркуляции и отёку слизистых оболочек среднего уха и слуховой трубы[4, 5].

Данные медицинского обеспечения длительных пилотируемых космических полётов на МКС свидетельствуют о том, что, несмотря на профессиональный отбор и комплекс профилактических мер перед полётом, у космонавтов в ходе экспедиций регистрировались случаи острой патологии ЛОР органов (n=85), включая острый катаральный ринит, аллергический ринит, фарингит, тубоотит, отит и дисфонию[6, 7, 8]. Указанные состояния требуют консультативной и терапевтической помощи со стороны специалистов группы медицинского обеспечения и ЛОР врачей.

Для изучения влияния микрогравитации на состояние ЛОР органов были проведены исследования с участием добровольцев. В рамках исследования с 7 дневной «сухой» иммерсией и 21 дневной антиортостатической гипокинезией (n=20) динамическая оценка отоскопии и микрофлоры наружного слухового канала и верхних дыхательных путей выявила усиление капиллярного рисунка кожи наружного слухового канала, гиперемию барабанной перепонки и отрицательную динамику количественного и видового состава микробиоценоза во всех биотопах микрофлоры наружного слухового прохода - эубиотический индекс (отношение числа положительных изменений в количественном и видовом составе микроорганизмов к числу неблагоприятных изменений) составил менее 1[9]. В ходе эксперимента с 14 суточной «сухой» иммерсией (n=16) по данным ринометрии было подтверждено достоверное ухудшение состояния носового дыхания, обусловленное отёком слизистой оболочки носа[10].

Современные методы диагностики позволяют эффективно оценивать состояние ЛОР органов в условиях космических полётов. Видеоэндоскопические исследования у космонавтов во время длительных миссий повышают точность диагностики ЛОР патологий, а видеоотоскопия барабанных перепонок до и после внекорабельной деятельности даёт возможность оценить осложнения, связанные с нарушением барофункции среднего уха. Бортовые методы оценки функционального состояния органов слуха дополняют эндоскопические исследования, обеспечивая уточнение диагноза и динамический контроль лечения.

Внедрение современных диагностических средств, включая оценку слуха на орбите, и активное использование телемедицинских технологий в практике медицинского обеспечения пилотируемых

миссий способствуют повышению эффективности специализированной медицинской помощи ЛОР органам у космонавтов, своевременному выявлению и профилактике патологий, а также оптимизации динамического контроля состояния здоровья в условиях длительных космических полётов. Комплексный подход к диагностике и мониторингу состояния ЛОР органов, сочетающий современные инструментальные методы и телемедицинские технологии, является ключевым фактором обеспечения здоровья космонавтов во время длительных космических миссий. Дальнейшие исследования в этой области позволят усовершенствовать профилактические и лечебные мероприятия, снизив риск развития ЛОР патологии в условиях космического полёта.

Исследование выполнено в рамках темы РАН FMFR-2024-0039.

Литература

1. Мацнев Э.И. Проблемы космической формы болезни движения и адаптационного синдрома невесомости // Авиакосмическая и экологическая медицина. — 2012. — Т. 46, № 3. — С. 15–22.

2. Сигалева Е.Э. Аудиометрические обследования космонавтов после длительных полётов на МКС // Авиакосмическая и экологическая медицина. — 2010. — Т. 44, № 5. — С. 28–34.

2. Zwart S.R. The role of nutrition in space exploration: Implications for sensorimotor, cognition, behavior and the cerebral changes due to the exposure to radiation, altered gravity, and isolation/confinement hazards of spaceflight / S.R. Zwart, A.P. Mulavara, T.J. Williams [et al.] // Neuroscience & Biobehavioral Reviews. — 2021. — Vol. 127. — P. 307–331. — DOI: 10.1016/j.neubiorev.2021.10.008.

3. Bigley A.B. NK cell function is impaired during long duration spaceflight / A. B. Bigley, N.H. Agha, F.L. Baker [et al.] // Journal of Applied Physiology. — 2019. — Vol. 126, № 4. — P. 842–853. — DOI: 10.1152/japplphysiol.00761.2018.

4. Crucian B. Incidence of clinical symptoms during long duration orbital spaceflight / B. Crucian, A. Babiak Vazquez, S. Johnston [et al.] // International Journal of General Medicine. — 2016. — № 9. — P. 383–391. — DOI: 10.2147/IJGM.S114188.

5. Богомолов В. В. Диагностика и лечение заболеваний ЛОР-органов у российских космонавтов в полётах на орбитальной станции «Мир» и МКС / В. В. Богомолов, А. В. Поляков, Э. И. Мацнев [и др.] // Авиакосмическая и экологическая медицина. — 2020. — Т. 54, № 3. — С. 22–27.

6. Поляков А.В. Диагностика и лечение острых заболеваний ЛОР-органов у космонавтов в условиях продолжительных космических полётов / А.В. Поляков, Э.И. Мацнев, И.В. Ковачевич [и др.] // Тезисы XVIII Конференции по космической биологии и авиакосмической медицине «Земля — Орбита — Дальний космос». — М., 2023. — С. 364–365.
7. Ильин В.К. Некоторые показатели состояния полости рта и ЛОР-органов космонавтов при полётах на Международной космической станции / В.К. Ильин, Г.А. Шумилина, З.О. Соловьёва [и др.] // Авиакосмическая и экологическая медицина. — 2016. — Т. 50, № 6. — С. 25–30.
8. Пасекова О.Б. Динамика показателей функционального состояния органа слуха и состава микрофлоры ЛОР-органов человека в условиях наземного моделирования эффектов микрогравитации / О.Б. Пасекова, Е.Э. Сигалева, Э.И. Мацнев [и др.] // Авиакосмическая и экологическая медицина. — 2024. — Т. 58, № 2. — С. 81–89. — DOI: 10.21687/0233-528X-2024-58-2-81-89.
9. Сигалева Е.Э. Функция носового дыхания у добровольцев в условиях моделируемой микрогравитации / Е.Э. Сигалева, Э.И. Мацнев, О.Б. Пасекова [и др.] // Материалы LX Научных чтений, посвящённых разработке научного наследия и развитию идей К.Э. Циолковского (Калуга, 16–18 сентября 2025 года). — Калуга, 2025. — С. 59–66. — ISBN 978-5-907928-68-8.

УДК 613.693
eLIBRARY.RU 76.01.09, 89.27.00

Куссмауль А.Р.
Kussmaul A.R.
Волошин О.В.
Voloshin O.V.
Белаковский М.С.
Belakovsky M.S.
ГНЦ РФ-ИМБП РАН, Москва

ЗВЁЗДНЫЙ СОЮЗ: ВКЛАД ПРОГРАММЫ «ИНТЕРКОСМОС» В КОСМИЧЕСКУЮ МЕДИЦИНУ. К 60-ЛЕТИЮ СОЗДАНИЯ

STAR SOYUZ: THE INTERKOSMOS PROGRAM'S CONTRIBUTION TO SPACE MEDICINE. ON THE 60TH ANNIVERSARY OF ITS CREATION

Программа «Интеркосмос» – совместный проект социалистических стран по многостороннему международному сотрудничеству в области освоения и использования космоса, включая совместные исследования на автоматических космических аппаратах и пилотируемые космические полеты. Ее стартом считают создание в 1966 году Совета по международному сотрудничеству в области исследования и использования космического пространства при АН СССР для координации работ министерств, ведомств, научных учреждений и промышленных организаций СССР по осуществлению сотрудничества с другими странами. [1]

С 1968 по 1990 г. в рамках программы было запущено около 100 различных космических объектов - геофизических ракет, искусственных спутников Земли, автоматических межпланетных станций и пилотируемых аппаратов, на которых осуществлялся широкий комплекс научных исследований и экспериментов. Для обеспечения научных и технологических опытов было разработано около 300 приборных комплексов, изготовлено более 700 экземпляров приборов и оборудования. В экспериментах участие ученые 28 стран. [2, 3, 4]

Значимой частью программы стали пилотируемые полеты и медико-биологические исследования. В состав международных экипажей, осуществлявшиеся в рамках программы «Интеркосмос» на советских космических кораблях и орбитальных станциях. экипажей в этих полётах входили космонавты-исследователи из различных стран-участниц программы. С 1978 по 1981 гг. состоялись полеты с участием космонавтов из Чехословакии (Владимир Ремек, 1978), Польши (Мирослав Гермашевский, 1978), ГДР (Зигмунд Йен, 1978), Болгарии (Георги Иванов, 1979), Александр Александров, 1988), Венгрии (Берталан Фаркаш, 1980), Вьетнама (Фам Туан, 1980), Кубы (Арнальдо Тамайо Мендес, 1980), Монголии (Жугдэрдэмидийн Гуррагча, 1981), Румынии (Думитру Прунариу, 1981). С 1982 по 1988 год полеты международных экипажей продолжились на орбитальные станции «Салют-7» и МИР. В это время в программе «Интеркосмос» приняли участие космонавты Франции (Жан-Лу Кретьен, 1982), Индии (Ракеш

Шарма, 1984), Сирии (Мухаммед Ахмед Фарис, 1987), Болгарии (Александр Александров, 1988), Афганистана (Абдур Ахад Моманд, 1988). Всего было выполнено 14 международных полетов. [2, 3, 4]

Особое внимание в ходе миссий уделялось медико-биологическим экспериментам (они составляли около половины научных программ), направленным на изучение влияния факторов космического полета на организм человека, разработку методов профилактики неблагоприятных эффектов невесомости, отработку систем жизнеобеспечения, исследование фундаментальных биологических процессов в условиях космоса (эксперименты «Кардиолидер», «Кардиолидер-Спринт», «Интерферон», «Кислород», «Пневматик», «Вкус», «Досуг», «Суппорт», «Нептун» и многие другие). [5, 6, 7]

Был получен целый ряд данных об изменениях работы систем организма, о влиянии микрогравитации на клеточные процессы, выявлены временные изменения иммунного статуса в полете. Оценка адаптации сердечно-сосудистой системы: позволила выявить закономерности перераспределения жидкостей в условиях невесомости. Исследования опорно-двигательного аппарата (оценка мышечной силы, тонуса, плотности костной ткани) подтвердили необходимость регулярных физических нагрузок во время космического полета. Были разработаны методики тренировки вестибулярного аппарата.

Результаты медико-биологических исследований программы «Интеркосмос» дали ценную информацию о механизмах адаптации живых систем к экстремальным условиям, стали фундаментом для дальнейшего развития космической медицины, легли в основу международных стандартов медицинского контроля и профилактики в пилотируемой космонавтике, способствовали созданию комплексных программ подготовки космонавтов с учетом международного опыта, послужили базой для последующих международных проектов.

Программа «Интеркосмос» продемонстрировала: только через кооперацию и обмен знаниями человечество может эффективно осваивать космос, обеспечивая безопасность и здоровье космонавтов в длительных миссиях.

Литература

1. Щепанская Ю.В. Совет по международному сотрудничеству в области исследования и использования космического пространства Академии наук СССР («Интеркосмос») // Архивный поиск: сборник научных статей и публикаций / Ред. С.А. Лиманова. – Вып. 4. – М.: Архив РАН, 2021. С. 415-419.

2. Денисенко В. 20 лет программе «Интеркосмос». Ред.-изд. отд. ВДНХ СССР, 1987.
3. Козырев В.И., Никитин С.А. Полёты по программе «Интеркосмос». — М.: Знание, 1980. — 64 с. — (Новое в жизни, науке, технике. Серия «Космонавтика, астрономия»).
4. Резникова, Т.И. Программа «Интеркосмос»: становление, реализация, проблемы: (1967-1990 гг.): автореферат дис. ... к.ист.н.: - М.: Моск. истор.-архив. ин-т., 1991 .- 26 с.:
5. «Интеркосмос» - это сотрудничество: совместное издание СССР и ПНР / В.С. Губарев, П. И. Климук, М. Гермашевский [и др.]. – М.: Машиностроение, 1987. – 250 с.
6. Материалы международной конференции «Интеркосмос-30». М.: Блок-Информ-Экспресс», 2003. 324 с.
7. Тезисы докладов XI-ого совещания постоянно действующей рабочей группы по космической биологии и медицине стран-участниц программы «Интеркосмос». Кечкемет, 1983 г. 222 с.

УДК 612.821
eLIBRARY.RU: 19.00.03; 89.00.00

Юсупова А.К.
Yusupova A.K.
кандидат психологических наук
ведущий научный сотрудник
ГНЦ РФ ИМБП РАН г. Москва
Суполкина Н.С.
Supolkina N.S.
кандидат биологических наук
научный сотрудник
ГНЦ РФ ИМБП РАН г. Москва
Швед Д.М.
Shved D.M.
кандидат медицинский наук
старший научный сотрудник
ГНЦ РФ ИМБП РАН г. Москва
Егорова А.А.
Egorova A.A.
младший научный сотрудник
ГНЦ РФ ИМБП РАН г. Москва

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРАКТИКЕ ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ КОСМОНАВТОВ В ДОЛГОВРЕМЕННОМ КОСМИЧЕСКОМ ПОЛЁТЕ

ON THE POSSIBILITY OF USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE TECHNOLOGIES IN THE PRACTICE OF PSYCHOLOGICAL SUPPORT FOR COSMONAUTS DURING LONG-TERM SPACE FLIGHTS

Аннотация. В докладе рассматриваются специфические для условий космического полета требования к ассистенту на основе искусственного интеллекта. Выделены основания для различия космической и «земных» моделей ИИ-помощника. Сформулированы первые шаги для реализации модернизации системы психологического сопровождения экипажей.

Ключевые слова: ИИ-помощник, психологическое сопровождение космонавтов в полёте, психологический мониторинг, психологическая поддержка, длительный космический полёт.

Abstract. The report examines the specific requirements for a possible artificial intelligence-based assistant for spaceflight conditions. The basis for distinguishing space and terrestrial AI assistant models is highlighted. The first steps for implementing the modernization of the crew psychological support system are outlined.

Keywords: AI assistant, in-flight psychological support for cosmonauts, psychological monitoring, psychological support, long-term spaceflight.

Современная система психологического сопровождения экипажей в длительном космическом полете (ДКП) существенно не менялась с конца 80-х годов прошлого века. Однако в течение первых десятилетий 21-го века активно появляются новые методические подходы в науке, разрабатываются новые технологии, вместе с тем, заметно усложняются программы космических полетов, увеличивается их продолжительность.

В наши дни в повседневной жизни на Земле активно используются различные виды ассистентов на основе искусственного интеллекта (ИИ-помощников), которые могут выполнять большой диапазон бытовых и профессиональных функций человека [1], например, выполнять функцию психологического консультанта.

В рамках реконструкции земной среды (как одного из традиционных видов психологической поддержки космонавтов в ДКП

[2]) логично поставить вопрос о возможности применения ИИ-помощника как дополнительного инструмента психолога в процессе сопровождения полета. ИИ-помощнику возможно делегировать часть функции мониторинга психоэмоционального состояния космонавтов и осуществления психологической поддержки на его основе.

Продолжительная работа в условиях ДКП выдвигают особые требования к космонавтам, формируя у них исключительные профессиональные качества: высокий уровень интеллекта, широкий кругозор, одновременное сочетание исполнительности и автономности в действиях. То есть, модели ИИ-помощников, разработанные для широкого круга пользователей на Земле, не могут соответствовать требованиям космической среды. В настоящее время можно выделить 8 основных оснований для различия:

1. Несоответствие модели пользователя.
2. Инверсия нормы восприятия стресс-среды.
3. Отсутствие контекстуального понимания среды.
4. Риск возникновения ятрогении.
5. Этические проблемы конфиденциальности в малой группе.
6. Проблема тонкой настройки (fine-tuning).
7. Культурные и гендерные предубеждения.
8. Технические ограничения.

Для дальнейшей разработки модели космического ИИ-помощника требуется решение новых, не стоявших ранее перед космическим психологом, задач:

– разработка концептуальной модели и необходимых функциональных опций;

– решение биоэтических вопросов, обусловленных внедрением нового психологического инструмента в практику психологического сопровождения полета;

– разработка требований к аппаратуре, которая должна продолжительное время работать на борту космической станции (космического корабля).

Таким образом, модернизация современной системы психологического сопровождения за счет обновления технической базы на основе цифровых технологий возможна. Одним из первых шагов в этом процессе может стать разработка ИИ-аналитика, встраиваемого в оперативный регламент актуальной инфраструктуры космической станции.

Литература

1. Рулев Д.Н., Ашманов С.И., Калери А.Ю. [и др.]. Подход к разработке программного обеспечения голосового ассистента

космонавта // Пилотируемые полёты в космос. 2024. № 3(52). С. 16–24. EDN: DKBLXP.
2. Козеренко О.П., Холланд А.В. Психологическая поддержка экипажей // Космическая биология и медицина. М.: Наука, 2004. С. 310–325.

УДК 612.118
eLIBRARY.RU: 89.27.29

Серова А.В.
Serova A.V.
младший научный сотрудник
ГНЦ РФ – ИМБП РАН
г. Москва
Журавлева О.А.
Zhuravleva O.A.
кандидат медицинских наук
ведущий научный сотрудник
ГНЦ РФ – ИМБП РАН
г. Москва
Воронцов А.Л.
Vorontsov A.L.
научный сотрудник
ГНЦ РФ – ИМБП РАН
г. Москва
Лабецкая О.И.
Labetskaya O.I.
младший научный сотрудник
ГНЦ РФ – ИМБП РАН
г. Москва
Маркин А.А.
Markin A.A.
кандидат медицинских наук
ведущий научный сотрудник, зав. лаб.
ГНЦ РФ – ИМБП РАН
г. Москва

ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОБМЕНА ЖЕЛЕЗА И СИСТЕМЫ ЭРИТРОНА У КОСМОНАВТОВ ПОСЛЕ ОРБИТАЛЬНЫХ ПОЛЁТОВ РАЗЛИЧНОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ НА МЕЖДУНАРОДНУЮ КОСМИЧЕСКУЮ СТАНЦИЮ

DYNAMICS OF INDICES OF IRON METABOLISM AND THE ERYTHRON SYSTEM OF COSMONAUTS AFTER ORBITAL FLIGHTS OF VARYING DURATION TO THE INTERNATIONAL SPACE STATION

Аннотация. У 40 космонавтов после полетов на Международной космической станцию (МКС) продолжительностью от 8 до 371 суток исследовали динамику показателей метаболизма железа и системы эритрона, а также их взаимное влияние. Ранний период восстановления характеризовался неспецифической воспалительной реакцией, запускающей процессы перераспределения и депонирования железа в тканях с последующим его высвобождением для синтеза гемоглобина вследствие активации стрессового эритропоэза.

Ключевые слова: космические полеты, С-реактивный белок, обмен железа, гепсидин, эритропоэтин, эритропоэз.

Abstract. The dynamics of iron metabolism and the erythron system, as well as their mutual effects, were studied in 40 astronauts after flights to the International Space Station (ISS) lasting from 8 to 371 days. The early recovery period was characterized by a nonspecific inflammatory response, which triggers iron redistribution and deposition in tissues, followed by its release for hemoglobin synthesis due to the activation of stress erythropoiesis.

Keywords: spaceflights, C-reactive protein, iron metabolism, hepcidin, erythropoietin, erythropoiesis.

К.Э. Циолковский писал: «Человечество не останется вечно на земле, но в погоне за светом и пространством сначала робко проникнет за пределы атмосферы, а затем завоюет себе всё околосолнечное пространство» [1]. С течением времени часть его гениальных идей претворилась в жизнь, в особенности идея освоения ближайшего космоса. Построение орбитальных станций сделало возможным длительное пребывание космонавтов в условиях микрогравитации под действием различных факторов космической среды, которые оказывают неблагоприятное влияние на организм человека.

Железо является одним из важных микроэлементов, необходимых для многих биологических процессов: синтеза ДНК, аминокислот,

коллагена, стероидов, нейротрансмиттеров, митохондриального дыхания, окислительного фосфорилирования, связывания и транспорта кислорода гемоглобином, детоксикации ксенобиотиков и элиминации продуктов эндогенного распада [2].Таким образом, изменения в метаболизме железа в организме человека затрагивают все уровни функционирования: системный, органный, тканевой, клеточный, молекулярный и генетический [3]. На сегодняшний день данные, полученные российскими учеными за период эксплуатации Международной космической станции (МКС) в этой области исследования, немногочисленны. С.М. Иванова с коллегами, изучая морфофункциональное состояние эритроцитов и обмен железа, отмечали снижение концентрации данного микроэлемента в сыворотке крови в периоде восстановления на фоне повышения уровня эритропоэтина, объясняя данные изменения усилением процессов гемоглобинообразования и интенсификацией эритропоэза [4,5].

Цель данного исследования – изучение динамики содержания регуляторных гормонов обмена железа и эритропоэза в крови космонавтов после полетов различной продолжительности на МКС и их взаимосвязи с другими показателями метаболизма железа и системы эритрона.

В исследовании участвовали 40 космонавтов мужского пола в возрасте от 36 лет до 61 года, совершившие полеты на МКС длительностью от 8 до 371 суток, которые были разделены на 3 группы в зависимости от продолжительности полетов. У каждого из обследуемых проводилось взятие венозной крови за 35 суток до начала полета, на 1-е сутки и на 7-е сутки периода восстановления. В сыворотке крови определяли концентрации С-реактивного белка (СРБ) методом иммунотурбидиметрии, гепсидина и эритропоэтина методом иммуноферментного анализа.

Статистическую обработку данных проводили, используя методы из пакета прикладных программ GraphPad Prism 8.0.2. (GraphPad Software Inc., США). Нормальность распределения выборки проверялась с помощью критерия Шапиро-Уилка. Для оценки достоверности различий между значениями фонового периода и периода восстановления использовали критерий Фридмана для связанных выборок с поправкой Данна на множественные сравнения. Корреляционный анализ полученных данных с другими показателями метаболизма железа и системы эритрона проводился с помощью непараметрического критерия ранговой корреляции Спирмена.

На 1-е сутки после приземления у всех космонавтов был достоверно повышен уровень СРБ, что указывало на развитие

неспецифической воспалительной реакции. Концентрация гепсидина статистически значимо снижалась только в группе космонавтов, совершивших орбитальные полеты от 8 до 14 суток. Содержание эритропоэтина относительно фонового периода достоверно не менялось.

На 7-е сутки периода восстановления отмечалось увеличение уровня эритропоэтина в крови космонавтов, совершивших полеты от 125 до 215 суток ($p < 0,05$). Корреляционный анализ выявил обратную зависимость между количеством эритроцитов и общим числом суток, проведенных на околоземной орбите ($r = -0,543$, $p = 0,002$), и прямые корреляционные связи между продолжительностью космического полета и такими показателями, как ширина распределения эритроцитов по объему ($r = 0,578$, $p = 0,001$) и средний объем эритроцитов ($r = 0,447$, $p = 0,008$). Полученные данные свидетельствует о том, что у космонавтов по мере увеличения суммарной продолжительности пребывания в условиях невесомости уменьшается эритроцитарная масса, что в раннем послеполетном периоде может негативным образом сказываться на эффективности переноса кислорода к тканям.

Таким образом, факторы космического полёта и стресс-реакция при реадаптации к земным условиям способствуют развитию неспецифического воспаления с последующим перераспределением и депонированием железа в тканях и активацией стрессового эритропоэза. Выраженность изменений в системе эритрона зависит от продолжительности орбитальных экспедиций.

Литература

1. Воробьёв Б. Воздухоплавание в наше время // Современный мир. — 1912. — № 7. — С. 260.
2. Полякова О.А., Клепикова М.В., Литвинова С.Н. и др. Проблема дефицита железа и железодефицитной анемии в общемедицинской практике // Профилактическая медицина. — 2022. — Т. 25. — № 12. — С. 127-134.
3. Heath A.L., Fairweather-Tait S.J. Clinical implications of changes in the modern diet: iron intake, absorbtion and status // Best Practical & Reasearch Clinical Haematology. — 2002. — V. 15. — Issue 2. — P. 225-241.
4. Иванова С.М., Моруков Б.В., Лабецкая О.И. и др. Морфобиохимические исследования системы красной крови у членов экипажей основных экспедиций на Международную космическую станцию // Авиакосмическая и экологическая медицина. — 2006. — Т. 40. — № 3. — С. 9-15.

5. Иванова С.М., Моруков Б.В., Лабецкая О.И. и др. Состояние красной крови космонавтов в полетах на Международной космической станции // Авиакосмическая и экологическая медицина. — 2007. — Т. 41. — № 6. — С. 28-33.

УДК 613.693
eLIBRARY.RU: 89.01.09

Резниченко А.С.
Reznichenko A.S.
Гуськов С.Г.
Guskov S.G.
Дворников М.В.
Dvornikov M.V.
доктор медицинских наук, профессор
Максимова И.Д.
Maksimova I.D.
Меденков А.А.
Medenkov A.A.
доктор медицинских наук
кандидат психологических наук, профессор
Мнациканян А.З.
Mnatsikanyan A.Z.
Научно-исследовательский испытательный институт
(авиационной и космической медицины и военной эргономики)
ФГБУ «Национальный медицинский исследовательский центр
высоких медицинских технологий имени А.А. Вишневского»
Минобороны России

О ЮБИЛЕЯХ УЧЁНЫХ ИНСТИТУТА АВИАЦИОННОЙ И КОСМИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ И ИХ ВКЛАДЕ В ОТЕЧЕСТВЕННУЮ АВИАКОСМИЧЕСКУЮ МЕДИЦИНУ И ПСИХОЛОГИЮ

ABOUT ANNIVERSARIES OF SCIENTISTS OF THE INSTITUTE OF AVIATION AND SPACE MEDICINE AND THEIR CONTRIBUTION TO THE DEVELOPMENT OF AVIATION AND COSMONAUTICS

Аннотация. Статья посвящена юбилейным датам со дня рождения видных ученых института авиационной и космической медицины: 100-

летию А.Д. Воскресенскому, А.Н. Козлову, Н.В. Писаренко, И.Г. Попову, Ф.В. Романову. и их вкладу в теорию и практику авиакосмической и космической медицины, психологии, практическое обеспечение безопасности авиационных и космических полетов. Приводятся факты и данные об их научной деятельности в период исследования проблем учета человеческого фактора при создании, испытании и эксплуатации авиационной и космической техники.

Ключевые слова: авиационная психология, безопасность полетов, авиакосмическая медицина, подготовка космонавтов, система жизнеобеспечения.

Abstract. The article is devoted to the anniversaries of the birth of prominent scientists of the Institute of Aviation and Space Medicine: the 100th anniversary of A.D. Voskresensky, A.N. Kozlov, N.V. Pisarenko, I.G. Popov, and F.V. Romanov. and their contribution to the theory and practice of aerospace and space medicine, psychology, and the practical provision of aviation and space flight safety. The article provides facts and data on their scientific activities during the period of research on the problems of taking into account the human factor in the creation, testing, and operation of aviation and space equipment.

Keywords: aviation psychology, flight safety, aerospace medicine, cosmonaut training, life support system.

Продолжаем традиции анализа и обобщения вклада выкидных ученых в историю становления и развитии отечественной авиакосмической медицины, внесшим большой вклад в развитие идей К.Э. Циолковского. В этом году мы отмечаем юбилеи видных деятелей авиационной и космической медицины, зарекомендовали себя как талантливые ученые и организаторы научных исследований медико-биологических проблем пилотируемых космических полетов.

ВОСКРЕСЕНСКИЙ Алексей Дмитриевич (р. 8.02.1926, г. Ульяновск) — специалист в области авиационной и космической медицины, кандидат медицинских наук (1966), полковник медицинской службы. В Вооруженных силах с марта 1943 по 1978. Участник Великой Отечественной войны. Матрос-радиотелеграфист Краснознаменного Черноморского Флота. Окончил Военно-морскую медицинскую академию (1953). врач кораблей и частей Тихоокеанского флота (1953-1960); младший (1960), старший (1963) научный сотрудник, начальник лаборатории (1966) ИАиКМ; заместитель начальника филиала авиационной медицины ГосНИИ ГА (1975); старший научный сотрудник ИМБП (1978-1992).

А.Д. Воскресенский известен физиологическими исследованиями сердечно-сосудистой системы при гравитационных воздействиях (перегрузки полета, длительная невесомость). Успешно применял методы многомерного статистического анализа для решения конкретных задач авиационной и космической медицины Автор и соавтор более 100 научных работ, в том числе монографии. Награжден орденом Отечественной войны II степени, медалями.

ГРИДУНОВ Джон Иванович (р. 06.10.1926 г. Серхетабаде (Кушка) Тахта-Базарского района Марыйской области Туркменской ССР (ныне Республики Туркменистан) – умер 12.08. 2015 г., похоронен в Москве на Митинском кладбище). Выдающийся испытатель авиационной и космической техники, средств защиты и спасения летчиков и космонавтов. В 1941 году Джон Гридунов пытался поступить в летное авиационное училище, но не прошёл медкомиссию по состоянию здоровья. Поступил в Ворошиловградскую специальную среднюю школу ВВС, по окончании которой зачислен во 2-ю Московскую военную авиационную школу механиков спецслужб ВВС, в городе Серпухов. В 1944 год был призван в ряды РККА. Служил техником в 999-м штурмовом Таллиннском ордена Суворова авиационном полку, а после окончания войны – в 58-м Бомбардировочном авиационном Старорусском Краснознамённом ордена Суворова полку и в 80-м Ближнебомбардировочном Киркенесском Краснознамённом полку.

В 1949 году учился на курсах в ВВИА им. Н.Е.Жуковского. С этого времени он стал заниматься художественной самодеятельностью, участвуя в работе драмкружка Дома офицеров, играя в спектаклях. С 1950 года служил в должности старшего инструктора по культурной и массовой работе Дома офицеров ВВИА имени Н.Е. Жуковского. С 1961-го по 1971 год Начальник клуба ГНИИИ АКМ МО СССР. В эти годы стал нештатным испытателем и активно участвовал в экспериментах в барокамере, на центрифуге при испытаниях защитного снаряжения летного состава и космонавтов. Он участник уникальных 8-ми суточных испытаний скафандра в барокамере в стратосферных условиях по лунной программе. При испытаниях системы мягкой посадки перенес рекордную величину ударной перегрузку в 50 ед. Ему принадлежат негласные рекорды переносимости поперечных перегрузок на центрифуге до 20 ед., длительного пребывания в защитном снаряжении в ледяной воде до 13,5 часов, переносимости дыхания под избыточным давлением в высотном снаряжении на высотах до 30 км. Его ценили врачи экспериментаторы, разработчики снаряжения. Его знали и ценили

космонавты, он доказывал, что у снаряжения есть резервы, а следовательно, есть шанс спастись в экстремальной ситуации. Его представляли к присвоению звания Героя СССР. Он награжден орденом Отечественной войны 2 ст. и многочисленными медалями Федерации космонавтики России.

КОЗЛОВ Алексей Николаевич (р.2.10.1926, г. Тула) специалист в области авиационной биологии, кандидат биологических наук 1970, полковник–инженер. В Вооруженных силах с октября 1943 по 1985. Участник войны с Японией с 9 августа 1945 по 3 сентября 1945. Окончил 1-е Московское ВАУС (1945), Московский заочный электротехнический институт (1964). Механик (1945), инструктор (1948), старший инструктор практического обучения (1949), преподаватель (1950) 1-го Московского ВАУС; старший техник авиаремонтной базы (1955); младший (1962), старший (1970) научный сотрудник, заместитель начальника отдела (1977) ИАиКМ.

Козлов А.Н. известен инженерными разработками средств и методов диагностики функционального состояния летчика и космонавта. Изучал информативность метода ультразвуковой допплер-кардиографии. Занимался ультразвуковой диагностикой сердечно-сосудистой системы. Участвовал в исследованиях по совершенствованию методов аппаратурного контроля за состоянием здоровья космонавтов. Разрабатывал аппаратуру для регистрации физиологических параметров организма человека. Предложил способ дискретного определения ошибок при компенсаторном слежении.

Награжден медалями «За боевые заслуги», «За победу над Германией», «За победу над Японией» и др.

ПИСАРЕНКО Нелли Викторовна (р. 22.10.1926, ныне г. Реж Свердловской обл.) — специалист в области функциональной диагностики, кандидат медицинских наук (1972), подполковник медицинской службы. В Вооруженных силах с октября 1952 по июль 1978. Окончила лечебный факультет 2-го ММИ (1952).

Старший врач полка и врач-специалист авиационной Краснознаменной дивизии особого назначения (1952); младший, старший научный сотрудник ИАиКМ (1960), врач-специалист по спортивной медицине (1978).

Н.В. Писаренко занималась экспертизой и отбором испытателей, изучением воздействия на организм человека факторов авиационного и космического полета (ударных перегрузок, радиальных ускорений, перепадов барометрического давления, температуры и др.). Разрабатывала методы диагностики функционального состояния организма. Занималась вопросами врачебно-летной экспертизы.

Основные научные работы связаны с изучением влияния длительного ограничения подвижности на сердечно-сосудистую систему и разработкой рекомендаций по прогнозированию и профилактике отрицательного влияния гиподинамии на организм человека. Автор и соавтор более 50 научных трудов. Награждена медалями.

ПОПОВ Игорь Геннадьевич (р. 4.07.1926, г. Москва, ум. 18.05.2000) — специалист в области авиационной гигиены, кандидат медицинских наук, полковник медицинской службы. В Вооруженных силах с 1945 по февраль 1985. Окончил Военно-медицинскую академию (1950), адъюнктуру при кафедре военной гигиены ЦИУВ (1956).

Начальник медицинской службы авиационной части (1950-1953); преподаватель ЦИУВ (1956), научный сотрудник Центрального научно- исследовательского военно-технического института (1957); старший научный сотрудник (1960) заместитель начальника отдела (1961), начальник отдела (1964-1985) ИАиКМ; заведующий сектором (1985), старший научный сотрудник (1989-1992) ИМБП, старший научный сотрудник ИАиКМ (1994).

И.Г. Попов занимался вопросами питания и водообеспечения экипажей летательных аппаратов Изучал влияние факторов полета на метаболизм и отдельные показатели функции пищеварения. Разрабатывал рационы питания летчика в полетах большой продолжительности. Исследовал состояние кожи человека в условиях длительного ограничения ее гигиенической обработки. Исследовал особенности водно-солевого и азотистого обменов при питании в условиях гипокинезии. Изучал обмен веществ при малокалорийном питании и полном голодании. Разрабатывал повседневные, бортовые и аварийные пайки для летчиков и космонавтов. Занимался оптимизацией режима труда и отдыха летного состава. Действительный член Академии космонавтики им. К.Э.Циолковского (1992), член-корреспондент Международной академии информатизации. Автор и соавтор более 250 научных трудов, в том числе 7 монографий, 3 изобретений. Под его руководством подготовлено и защищено 7 кандидатских диссертаций.

Награжден орденами Красной Звезды, «За службу Родине в Вооруженных Силах СССР» III степени, медалью «За боевые заслуги» и др., памятными медалями им. С.П.Королева и Ю.А.Гагарина.

РОМАНОВ Федор Васильевич (р. 24.02.1926, д. Поповка Лихославского р-на Тверской обл.) — специалист в области авиационной и космической медицины, подполковник медицинской службы. В Вооруженных силах с октября 1943 по 1976. Окончил

Военно-морскую академию (1953), факультет усовершенствования врачей Военно-медицинской академии (1959). Начальник медицинской службы (1953-1957); младший (1959), старший (1964-1976) научный сотрудник ИАиКМ; начальник научно- организационного отдела НИИ гигиены водного транспорта МЗ СССР (1976-1980); сотрудник Федерального управления медико-биологических и экстремальных проблем при МЗ РФ (1980). Ф.В.Романов известен как организатор научно-информационной службы, один из создателей музея истории авиационной и космической медицины ИАиКМ. Занимался исследованиями проблем жизнеобеспечения человека в замкнутых герметических кабинах пилотируемых космических кораблей. Много внимания уделял вопросам истории авиакосмической биологии и медицины. Автор и соавтор около 40 научных работ. Награжден медалями, в том числе памятной медалью С. П. Королева.

Литература

1. Буянов П.В., Береговкин А.В., Писаренко Н.В. Профилактика отрицательного влияния гипокинезии на сердечно-сосудистую систему человека // Косм. биол. и авиакосм. мед. - 1987. - Т. 21, № 1. - С. 78-82;
2. Воскресенский А.Д., Вентцель МД. Применение методов корреляционного анализа для изучения реакций сердечно-сосудистой системы человека в космическом полете на корабле «Восход» // Косм, исследования. - 1965. - Т. 3, № 6. - С. 927-934;
3. Козлов А.Н. Ультразвуковая допплер-кардиография в системе медицинского контроля // Косм. биол. и мед. - 1972. - Т. 6, № 2. - С. 43-46).
4. Комиссарова Д.В., Песляк А.М., Пономарева И.П. Испытатель космической техники и возможностей человека (к 90-летию Д.И. Гридунова) Сборник докладов 51х Научных чтений памяти К.Э. Циолковского г. Калуга: 2016
5. Меденков А.А., Рысакова Л.С., Денисова Т.В. Деятели авиационной и космической медицины и психофизиологии. - М.: Полет, 2004. - 424 с.
6. Песляк А.М. Русский Джон: из тачанки - на Луну. М.: Onebook.ru, 2014. - 243 с.
7. Попов И.Г. Гигиена питания летного состава // Авиационная медицина: Руководство. - М.: Медицина, 1986. - С. 191- 206.

Секция 5
«АВИАЦИЯ И ВОЗДУХОПЛАВАНИЕ»

УДК 629.733.5
eLIBRARY.RU: 73.37.33

Власова Н.М.
Vlasova N.M.
старший научный сотрудник
Филиал ГМИК им. К.Э. Циолковского
«Научно-мемориальный музей
профессора Н.Е. Жуковского», г. Москва

АЛЬБОМ «АРКТИЧЕСКИЙ ПОЛЁТ ДИРИЖАБЛЯ ЛЦ-127 С 24 ПО 31 ИЮЛЯ 1931 ГОДА» КАК ИСТОРИЧЕСКИЙ ИСТОЧНИК

THE ALBUM "ARCTIC FLIGHT OF THE AIRSHIP LZ 127 FROM JULY 24 TO 31, 1931" AS A HISTORICAL SOURCE

Аннотация. Данный материал демонстрирует потенциал экспедиционных альбомов как полифункциональных исторических источников, интегрирующих научные, дипломатические, медийные и бытовые аспекты раннесоветского освоения Арктики. Ключевое внимание уделяется роли советской делегации в международной экспедиции, в задачи которой входили аэрологические и метеорологические исследования, аэрофотограмметрическая съемка полярных земель. Исследование выполнено на материалах личного фонда участника экспедиции инженера-воздухоплавателя Ф.Ф. Ассберга из собрания Научно-мемориального музея профессора Н.Е. Жуковского.

Ключевые слова: дирижабль ЛЦ-127, арктическая экспедиция 1931 г., Ф.Ф. Ассберг, исторический источник, советско-немецкое сотрудничество, материальная культура экспедиций.

Abstract. This paper demonstrates the potential of expedition albums as multifunctional historical sources that integrate scientific, diplomatic, media, and everyday aspects of early Soviet Arctic exploration. Particular attention is devoted to the role of the Soviet delegation in the international expedition, whose objectives included aerological and meteorological research, as well as aerial photogrammetric surveying of polar regions. The study is based on materials from the personal archive of F.F. Assberg, an

airship engineer and expedition participant, held in the collections of the N.E. Zhukovsky Research and Memorial Museum.

Keywords: LZ 127 Graf Zeppelin, 1931 Arctic expedition, F.F. Assberg, historical source, Soviet-German cooperation, material culture of expeditions.

Арктические экспедиции начала 1930-х гг. остаются в фокусе междисциплинарных исторических исследований. Полет дирижабля ЛЦ-127 «Граф Цеппелин» в Арктику в июле 1931 г. является одним из ключевых эпизодов международного освоения высоких широт в межвоенный период. Несмотря на наличие опубликованных официальных отчетов и дневников участников, личные архивные комплексы советских делегатов изучены фрагментарно. Альбом инженера-воздухоплавателя Ф.Ф. Ассберга представляет собой комплекс материалов, сочетающий личные, официальные, медийные и материальные источники, что позволяет реконструировать многомерную картину экспедиции и выявить механизмы формирования исторической памяти о событии.

Исследование выполнено на материалах фонда Ф.Ф. Ассберга из собрания Научно-мемориального музея профессора Н.Е. Жуковского. В комплекс входят: девять писем с подробными ежедневными отчетами о ходе экспедиции (включая конверты с почтовыми штемпелями и пометами); радиотелеграммы; схемы и карты маршрута; барограмма полета; бортовое меню; уникальный документ – письмо, написанное Ф.Ф. Ассбергом на бумажной тарелке, переданное с экипажем ледокола «Малыгин» [1] и отмеченное радистом Э.Т. Кренкелем как феномен, сопоставимый по редкости с «королевой всех марок» – одноцентовой Британской Гвианой [2, с. 191]; вырезки из советских и немецких газет, а также материалов русской эмигрантской печати; фотоматериалы, фиксирующие технические узлы дирижабля, рабочее пространство экипажа и арктические ландшафты [1].

Методология исследования опирается на классический источниковедческий анализ, контекстуальный и сравнительный методы. В ходе анализа установлено, что рукописные отчеты Ф.Ф. Ассберга сочетают строгую научную фиксацию с элементами личного дневника, что позволяет проследить адаптацию советских специалистов к международным условиям экспедиции и неформальные аспекты взаимодействия с иностранными коллегами. Газетные вырезки из советских и немецких газет, а также материалов русской эмигрантской печати демонстрируют идеологическую

поляризацию восприятия полета: советские издания акцентировали успехи отечественной науки и дипломатический прорыв, немецкая пресса подчеркивала технологическое превосходство и логистику, а эмигрантские материалы содержали ироническую оценку участия СССР. Уникальные артефакты (барограмма, аэрофотоснимки, письмо на тарелке) выступают как материальные свидетельства условий полета и экспедиционной коммуникации. Сопоставление письма на тарелке с известной филателистической аналогией, проведенное Э.Т. Кренкелем, подчеркивает статус документа как раритетного свидетельства эпохи, обладающего высокой мемориальной и историографической ценностью.

Альбом и сопутствующие документы фонда Ф.Ф. Ассберга представляют собой многомерный исторический источник, позволяющий реконструировать научный, бытовой, медийный и символический контексты арктического полета дирижабля ЛЦ-127 1931 г. Его изучение расширяет понимание механизмов международного сотрудничества в Арктике и трансформации экспедиционного опыта в культурную память.

Литература

1. ГМИК НЕЖ КП 4361/72.
2. Кренкель Э.Т. РАЕМ – мои позывные. – М.: «Советская Россия», 1973. – 496 с.

УДК 629.7.083.03
eLIBRARY.RU: 73.37.41

Рыбалкина А.Л.
Rybalkina A.L.
кандидат технических наук, доцент
доцент кафедры
Кожевников И.В.
Kozhevnikov I.V.
инженер первой категории
МГТУ ГА, г. Москва

ИЗМЕНЕНИЯ В РАБОТЕ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО ПЕРСОНАЛА ЗА 50 ЛЕТ

CHANGES IN THE WORK OF MAINTENANCE STAFF OVER 50 YEARS

Аннотация. Представлен анализ изменений в работе инженерно-технического персонала (ИТП), обслуживающего воздушные суда, за 50 лет. Рассмотрены изменения в конструкции воздушных судов, системе их технического обслуживания, роли технического обслуживания и графике работы технического персонала.

Ключевые слова: воздушное судно, техническое обслуживание, инженерно-технический персонал.

Abstract. An analysis of changes in the work of maintenance staff servicing aircraft over 50 years is presented. The changes in the aircraft design, their maintenance system, the role of maintenance and the work schedule of technical personnel are considered.

Keywords: aircraft, maintenance, maintenance staff.

Техническое обслуживание воздушных судов (ТО ВС) за 50 лет сильно изменилось. Изменились воздушные суда. Раньше дальнемагистральные самолеты были трех- или четырехдвигательные. В то время все работы мог делать один работник: авиамеханик, техник, техник без допуска под контролем авиатехника, имеющего допуск на самостоятельное ТО данного типа. Обслуживание во внебазовом аэропорту осуществлялось под руководством бортинженера или бортмеханика.

Затем появились двухдвигательные самолеты. К двухдвигательным самолетам применяются повышенные требования по безопасности, которые изложены в программе Extended-range Twin-engine Operational Performance Standards (ETOPS) [1]. По этой программе часть работ выведены в отдельную позицию критических работ, которые выполняются исполнителем и двумя инспекторами. Примерами критических работ являются замена аварийных трапов пассажирской кабины или замена генератора двигателя.

Помимо этого, как следствие перехода с механических на электронные приборы произошло сокращение численности экипажа. Изменилась система контроля и управления ВС: раньше была тросовая проводка, сейчас - электрогидравлическая.

Произошли изменения в работе ИТП:

1. Улучшилась система диагностирования. Появился встроенный контроль из кабины экипажа, что упрощает техническое обслуживание ВС и сокращает время обслуживания.

2. Появилась возможность провести тесты всех систем, диагностировать дефекты и устранить некоторые из них из кабины экипажа. Например, отказ двигателя, створка реверса не доходит на 2 см. Можно сделать тест, а затем створки реверса переложить обратно. Тест занимает 15 минут, что значительно быстрее, чем деактивирование реверса или устранение дефекта.

3. Появились дополнительные лючки, что обеспечило более удобный доступ к агрегатам и узлам, так как не нужно снимать дополнительные агрегаты.

4. Периодичность технического обслуживания увеличилась. Раньше базовое оперативное техническое обслуживание проводилось 1 раз в сутки. Сейчас реже, например, на самолетах Airbus возможно обслуживание 1 раз в 3 дня. Следовательно, сократился простой ВС. Также время между тяжелыми формами ТО может быть увеличено заводом-изготовителем в процессе эксплуатации, если становится понятно, что периодичность можно увеличить.

5. Появился перечень допустимых отказов. До Ил-86 перечня допустимых отказов не было. На Ил-86 можно было лететь без ВСУ, без одной СКВ и т.д. Перечень допустимых отказов есть на Ил-96, RRJ, МС-21. Также перечень допустимых отказов (MEL) есть на самолетах иностранного производства.

6. Появились композитные материалы, следовательно, уменьшился вес и увеличилась прочность ВС. Композитные материалы не требуют проверки на коррозию, усталость металла, состояние заклепочных швов. Поэтому сокращается время инспекции неразрушающего контроля.

7. Изменилась система развлечения. Он стала более сложная, требуется больше работ по техническому обслуживанию. Сейчас система развлечения также используется для демонстрации аварийно-спасательного оборудования. Раньше это делали только бортпроводники.

8. Появились камеры, которые показывают экипажу и пассажирам ВС руление, взлет. Их также необходимо обслуживать.

Также произошли изменения в условиях работы ИТП:

1. Появилась система ACARS, с помощью которой можно передать информацию о дефектах во время полета. Благодаря этому можно подготовиться заранее, заказать необходимые запчасти к приземлению ВС.

2. Улучшилась доступность полетной информации. Раньше полетную информацию снимали вручную после каждого рейса, сейчас информация передается по Wi-Fi в цех обработки информации. Так можно передать информацию о превышении веса, грубой посадке и т.д.

3. Время простоя самолета уменьшилось за счет внедрения нового оборудования, спецавтотранспорта и инструмента. Так, если раньше погрузка и загрузка самолета производились вручную, то сейчас для этого используется погрузчик контейнеров и грузов FMC.

4. Спецодежда и средства индивидуальной защиты совершенствуются. Появилась водоотталкивающая спецодежда.

5. Раньше документация была бумажная. Сейчас документация (карты-наряд) ведется в электронном и бумажном виде. Сократилось время на заказ запчастей, инструментов, оборудования, блоков, так как можно сделать заказ дистанционно в электронном виде.

График работы технического состава за 50 лет не изменился. Работа ИТП в дневные и ночные смены обусловлена необходимостью круглосуточного ТО ВС. Количество ИТП в смене рассчитывается на максимальное количество прилетов и вылетов.

Роль ТО за 50 лет не изменилась. Основной задачей технического обслуживания является поддержание работоспособного состояния ВС и связано с высокой ответственностью в обеспечении безопасности полетов.

Таким образом, за 50 лет изменилось качество выполняемого ТО, так как появился более подробный анализ и тестирование систем. Поиск и доставка запчастей стали быстрее. Сократилось время поиска и устранения дефектов.

Литература

1. ETOPS: как двухдвигательные самолёты летают через океан. [Электронный ресурс] URL: https://skymoments.ru/articles/chto-takoe-etops (дата обращения: 27.05.2026).

УДК 629.734
eLIBRARY.RU: 55.47.00

Морозов И.В.
Morozov I.V.
инженер
независимый исследователь

ЗАРОЖДЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ИДЕИ СТРАТОСФЕРНОГО ПЛАНЕРА

STRATOSPHERIC GLIDER/SAILPLANE ORIGIN AND DEVELOPMENT

Аннотация. Рассмотрены предпосылки возникновения идеи стратосферного планера и ее практическая реализация от первых экспериментов до настоящего времени.

Ключевые слова: высотные полеты, история авиации, планер, рекорд высоты, стратосфера.

Abstract. Background for the stratospheric glider/sailplane origin and its implementation from first tests to the present days were evaluated.

Keywords: altitude record, aviation history, glider, high-altitude flights, sailplane, stratosphere.

В 1930-е гг. были сделаны важные практические шаги по освоению стратосферы. Для авиации высотные полеты представляли интерес в связи с перспективами значительного увеличения скорости и дальности полета, возможности избегать неблагоприятных метеоусловий и зенитной артиллерии противника, энтузиастами ракетной техники рассматривались как значимый шаг к началу освоения космического пространства.

В то время как поддержание мощности поршневого двигателя внутреннего сгорания на высоте являлось главной проблемой, стоявшей на пути развития стратосферной авиации, советский авиаконструктор А.Я. Щербаков в 1935 г. предложил совершать высотные полеты на «стратопоезде» из планеров, буксируемом самолетом, летящим на меньшей высоте. То есть высотный самолет как система «планер + двигатель» разделялся на «двигатель» – буксировщик с мотором, необходимая мощность которого обеспечивалась благодаря полету на сравнительно небольшой высоте, и «планер» – планер, летящий в стратосфере с превышением над «мотором»-буксировщиком. Использование цепочки из нескольких

планеров – «стратопоезда» – позволяло поднять замыкающий планер еще выше.

Возможно, такой принцип уже тогда не был новым (например, были известны опыты с подъемом на большую высоту цепочки воздушных змеев), но теперь речь шла о создании полноценного летательного аппарата тяжелее воздуха для полетов в стратосфере, каких тогда еще не существовало. Подниматься на высоту 20 и более километров в те годы могли только стратостаты. Создававшиеся для этой цели «стратопланы» – специализированные высотные самолеты с гермокабинами – не продемонстрировали заметных успехов, а авиационные рекорды высоты устанавливались на легких самолетах, переделанных из обычных, и способных лишь на кратковременные стратосферные «прыжки».

Планеризм в это время также активно развивался, предлагая различные направления для практического использования, и освоение стратосферы с помощью планера стало одним из таких новшеств. Возможно, именно поэтому, учитывая стремительный технический прогресс и атмосферу энтузиазма, предложение А.Я. Щербакова в середине 1930-х гг. не выглядело чем-то слишком необычным и получило поддержку.

После экспериментов с планером Г-14, оснащенным гермокабиной (впервые в мире), началась постройка специализированного стратосферного планера СП-1. Он предназначался для высотных исследований и имел одноместную (для пилота) и двухместную (для двух наблюдателей) гермокабины («стратокамеры» по терминологии А.Я. Щербакова). Помимо соответствующих размеров, СП-1 имел нехарактерную для обычного спортивного планера схему полутороплана, что, вероятно, было обусловлено требованиями к высотности. Испытания планера (пока без гермокабин) начались в 1939 г., но во время 19-го буксировочного полета СП-1 потерпел аварию [1, с. 171–172].

Схему с подъемом планера с помощью оболочки стратостата развивал в 30-е гг. другой советский конструктор П.И. Гроховский.

Вскоре после окончания Второй мировой войны, когда широко применялись транспортные и десантные планеры, ввиду стремительного развития конструкций самолетов (прежде всего, появления реактивной техники) планеры стали не нужны в качестве средства для подъема в стратосферу для решения практических задач. Планеризм снова стал видом активного отдыха и спорта.

В 1961 г. П. Бикл (США) достиг высоты 14 102 м на обычном спортивном планере. В 1973 г. в воздух поднялся построенный другим

американским энтузиастом Б. Лэмсоном планер L-106, который нередко ошибочно называют первым планером с гермокабиной, однако он не предназначался для стратосферных полетов.

Современные исследования показывают, что идея стратосферной буксировки планера состоятельна и соответствующие технические проблемы на современном техническом уровне вполне могут быть решены [2]. Более того, продолжается ее развитие – например, разрабатывавшийся НАСА проект воздушно-космической платформы TGALS.

Пока что дальнейшее практическое воплощение идея стратосферного планера получила благодаря проекту Perlan, связанному со вновь появившимися после 1930-х гг. специализированными высотными планерами. Именно на планере Perlan 2 в 2018 г. была достигнута высота 22 657 м (благодаря формирующимся в горах мощным вертикальным воздушным потокам) – абсолютный рекорд для пилотируемого дозвукового летательного аппарата тяжелее воздуха. Сегодня такие экспериментальные полеты могут использоваться не только для изучения земной атмосферы, но и для отработки технологий по исследованию других планет.

Литература

1. Соболев Д.А. Экспериментальные самолеты России. 1912–1941 гг. – М.: «Русское авиационное общество», 2015. – 296 с.
2. Colozza A.J. High-Altitude Towed Glider. NASA Contractor Report 198493. 1996. June. 12 p.

УДК 629.7.017:519.217
eLIBRARY.RU: 73.37.37

Сергеев А.Д.
Sergeev A.D.
студент
МГТУ ГА, г. Москва

МЕТОД КОНСЕРВАТИВНОГО АГРЕГИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЙ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОЦЕНКИ ЛЁТНОЙ ГОДНОСТИ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ

METHOD OF CONSERVATIVE CONDITION AGGREGATION FOR AUTOMATED ASSESSMENT OF FLIGHT AIRWORTHINESS AVIATION SYSTEMS

Аннотация. Рассмотрен метод агрегирования микросостояний для Марковских и полумарковских моделей процессов технической эксплуатации авиационных систем. Предложена формализованная оценка интенсивностей переходов с консервативным подходом. Математически обоснованно сохранение одностороннего неравенства для вероятностей критических состояний. Вычислительная сложность снижена с экспоненциальной до полиномиальной.

Ключевые слова: лётная годность, Марковские процессы, уравнения Колмогорова–Чепмена, агрегирование состояний, консервативное оценивание, надёжность авиационных систем, автоматизация моделирования.

Abstract. A microstate aggregation method for Markov and semi-Markov models of onboard systems is considered. A formalized estimation of transition rates employing a conservative approach is proposed. The preservation of a one-sided inequality for the probabilities of critical states is proven. Computational complexity is reduced from exponential to polynomial.

Keywords: airworthiness, Markov processes, Kolmogorov-Chapman equations, state aggregation, conservative estimation, aviation system reliability, modeling automation.

Экспоненциальный рост пространства состояний делает ручной расчёт марковских моделей непрактичным. Предложен метод редукции, сохраняющий консервативность оценок критических состояний в соответствии с CS 25.1309 [1].

Процесс технической эксплуатации системы описывается системой уравнений Колмогорова-Чепмана [2,3]:

$$\frac{\boldsymbol{dP(t)}}{\boldsymbol{dt}} = \boldsymbol{P(t)} \cdot \boldsymbol{Q}, \tag{1}$$

$$\boldsymbol{P(0)} = \boldsymbol{P_0}, \tag{2}$$

$$\sum_{i=1}^{M} \boldsymbol{P_i(t) = 1}, \tag{3}$$

где

$\frac{dP(t)}{dt}$ – вектор производных вероятностей; $P(t)$ – вектор вероятностей микросостояний; Q – матрица интенсивностей переходов; $P(0) = P_0$ – вектор начальных вероятностей; $\sum_{i=1}^{M} P_i(t) = 1$ – условие нормировки.

Каждое микросостояние задаётся бинарным вектором работоспособности компонентов и результатами контроля. При $M > 100$ прямое решение системы вычислительно неэффективно, а ручная верификация модели практически невозможна.

Целью оптимизации является построить отображение Φ: $S \to S^*$, где $|S^*| = K \ll M$, и сформировать матрицу Q^* такую, что:

$$\frac{\boldsymbol{dP^*(t)}}{\boldsymbol{dt}} = \boldsymbol{P^*(t) \cdot Q^*}, \tag{4}$$

где

$\frac{dP^*(t)}{dt}$ – вектор производных вероятностей макросостояний; $P^*(t)$ – вектор вероятностей макросостояний; Q^* – редуцированная матрица интенсивностей.

Обеспечивается выполнение сертификационного требования:

$$\boldsymbol{P^*_{\text{крит}}(t) \geq P_{\text{крит}}(t), \forall t \in [0, T_{\text{полёта}}]}, \tag{5}$$

где

$P_{\text{крит}}(t)$ – вероятность критического состояния; $P^*_{\text{крит}}(t)$ – оценка вероятности критического состояния.

Классификационная функция $\psi(s_i)$, отображает технические конфигурации в K макросостояний:

$$\boldsymbol{S^* = \{S^*_1, S^*_2, \dots, S^*_K\}, S^*_K = \{s_i \in S: \psi(s_i) = k\}}, \tag{6}$$

где

$\psi(s_i)$ – классификационная функция; S^*_K – k-е макросостояние; K – число макросостояний классификации.

Под микросостояниями $(s_i \in S)$ понимаются детальные конфигурации системы по работоспособности компонентов и результатами контроля. Макросостояния $(S^*_K \in S^*)$ представляют собой укрупнённые классы лётно-годностной классификации, объединяющие микросостояния по влиянию на безопасность: полная исправность, выявленный/скрытый отказ, опасное состояние.

Интенсивность перехода между макросостояниями определяется консервативным правилом:

$$\boldsymbol{\lambda^*_{km}} = \max_{s_i \in S^*_k, s_j \in S^*_m} \boldsymbol{\lambda_{ij}}, \tag{7}$$

где

λ^*_{km} – интенсивность перехода между макросостояниями; λ_{ij} – интенсивность перехода между микросостояниями.

Вывод о консервативности метода основан на правиле $\lambda^*_{km} = \max\{\lambda_{ij}\}$ для переходов в критические макросостояния, что гарантирует одностороннюю оценку риска.

Диагональные элементы вычисляются из условия нормировки:

$$\boldsymbol{\lambda^*_{kk}} = -\sum_{\boldsymbol{m \neq k}} \boldsymbol{\lambda^*_{km}} \tag{8}$$

где

λ^*_{kk} – общая интенсивность выхода из макросостояния k.

Восстановление (переходы в S^*_1 - полная исправность системы) учитывается через средние интенсивности обслуживания μ^*_{k1}, рассчитываемые на основе регламентов ТО и статистики ремонта [3].

При агрегировании критических состояний по правилу $\lambda^*_{km} = max[\lambda_{ij}]$ выполняется неравенство $P^*_{\text{крит}}(t) \geq P_{\text{крит}}(t)$. Это обеспечивает консервативность оценки риска в соответствии с CS 25.1309 [1].

Относительная погрешность для некритических состояний ограничена:

$$\boldsymbol{\delta_k(t)} = \frac{|\boldsymbol{P^*_k(t) - P_k(t)}|}{\boldsymbol{P_k(t)}} \leq \frac{\|\boldsymbol{Q^* - Q_{\text{усп}}}\|_\infty}{\min|\boldsymbol{\lambda_{ij}}|} \cdot (\boldsymbol{e^{L \cdot t} - 1}), \tag{9}$$

где

$\delta_k(t)$ – относительная погрешность; L – Липшицева постоянная; $Q_{\text{усп}}$ – матрица, полученная усреднением.

Для сертификации вводится показатель запаса адекватности:

$$\boldsymbol{\gamma} = \frac{\boldsymbol{P^*_{\text{крит}}(T_{\text{полёта}}) - P^{\text{треб}}_{\text{крит}}}}{\boldsymbol{P^{\text{треб}}_{\text{крит}}}} \cdot \mathbf{100}\%, \tag{10}$$

где

γ – показатель запаса адекватности, %; $P^{\text{треб}}_{\text{крит}}$ – нормативное требование.

Метод считается применим, если $\gamma \geq 10\%$ при $K \leq 9$.

Метод интегрируется в программный конструктор как сквозной вычислительный контур. На вход поступают топология системы, интенсивности отказов и восстановлений, параметры контроля. Автоматически строится граф состояний, редуцируемый функцией ψ. Рассчитывается консервативная матрица интенсивностей с валидацией нормировки и неотрицательности, после чего численно решается уравнение. На выходе формируются вероятности макросостояний на время полёта, статус лётной годности и запас надёжности γ.

Метод снижает сложность с $O(2^N)$ до $O(K^3)$, где N – число компонентов/бинарных состояний, а K – число макросостояний. Устраняет комбинаторный взрыв при сохранении сертификационной консервативности. Результаты готовы к внедрению в конструкторские комплексы автоматизированной оценки лётной годности.

Литература

1. CS-25. Certification Specifications for Large Aeroplanes / European Union Aviation Safety Agency (EASA). – Amendment 27. – 2023.
2. Гнеденко Б.В., Беляев Ю.К., Соловьёв А.Д. Математические методы в теории надёжности. – М.: Наука, 1965. – 524 с.
3. Воробьев В.Г., Зыль В.П., Кузнецов С.В. Основы теории технической эксплуатации пилотажно-навигационного оборудования : монография. – М. : Транспорт, 1999. – 334 с.

УДК 533.6.011
eLIBRARY.RU: 30.17.33

Богданов А.Н.
Bogdanov A.N.
кандидат физико-математических наук
старший научный сотрудник
НИИ механики МГУ имени М.В. Ломоносова

РАЗВИТИЕ КОНЦЕПЦИИ ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ ЛЮДВИГА ПРАНДТЛЯ НА РЕЖИМЫ СВОБОДНОГО ВЯЗКО-НЕВЯЗКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГАЗОВЫХ ПОТОКОВ

DEVELOPMENT OF LUDWIG PRANDTL'S BOUNDARY LAYER CONCEPT TO THE REGIMES OF FREE VISCOUS-INVISCOUS INTERACTION OF GAS FLOWS

Аннотация. Дан анализ проблем математического моделирования процессов обтекания твердых поверхностей газовым потоком с учетом

вязкого трения газа об обтекаемую поверхность (свободного вязко-невязкого взаимодействия). Раскрыта суть модели свободного вязко-невязкого взаимодействия, являющейся развитием концепции Л. Прандтля по выделению в поле в целом невязкого течения области вязкого трения (вязкого пограничного слоя). Модель свободного вязко-невязкого взаимодействия позволяет рассчитывать течения с большими продольными градиентами течения. В частности, к таким течениям относятся отрывные и предотрывные режимы обтекания гладких поверхностей.

Ключевые слова: газовая динамика, аэродинамика, трансзвуковое течение, неклассический пограничный слой, математическое моделирование, уравнения математической физики.

Abstract. This article analyzes the problems of mathematical modeling of gas flow past solid surfaces, taking into account viscous friction between the gas and the flowing surface (free viscous-inviscid interaction). The essence of the free viscous-inviscid interaction model is revealed, which is a development of L. Prandtl's concept of identifying a region of viscous friction (viscous boundary layer) within a generally inviscid flow field. The free viscous-inviscid interaction model allows for the calculation of flows with large longitudinal flow gradients. In particular, such flows include separated and pre-separated flow regimes over smooth surfaces.

Keywords: gas dynamics, aerodynamics, transonic flow, the triple-deck structure, mathematical modeling, equations of mathematical physics.

Весьма плодотворная концепция вязкого пограничного слоя Л. Прандтля со временем обнаружила свою ограниченность. Получаемые на ее основе результаты, в частности, оказывались неверными при приближении полученного аналитического решения к точке отрыва пограничного слоя от гладкой обтекаемой поверхности.

Выход из создавшейся ситуации был найден в разработке многоярусной структуры течения (первоначально – трехъярусной, в англоязычной литературе – the triple-deck structure). Модель предполагала разделение собственно вязкого пограничного слоя на обтекаемой поверхности и невязкого течения вдали от нее некоторым дополнительным слоем переходного течения. Полученные порознь аналитические решения соответствующих областям течения систем уравнений сращивались через условия на границах областей.

Первоначально предложенная для сверхзвукового режима течения, модель свободного вязко-невязкого взаимодействия в последующем была распространена на дозвуковой и трансзвуковой режимы. Для отличия от классических пограничных слоев Прандтля эти многоярусные структуры получили название неклассических

пограничных слоев.

Дальнейшие исследования в этом направлении показали интересные результаты.

Превышение амплитудой возмущений течения некоторой величины потребовало новой нормировки искомых и независимых переменных, что имело следствием смену трехпалубной структуры на четырехпалубную [1].

Асимптотическая модель свободного вязко-невязкого взаимодействия для нестационарного трансзвукового режима течения явила пример так называемых сингулярных возмущений, при формулировке модели для преодоления вырожденности были необходимо сохранены внепорядковые члены асимптотических разложений [2].

Исследование устойчивости течения в режиме свободного вязко-невязкого взаимодействия поставила проблему взаимного расположения частей многоярусной структуры и так называемых критических слоев [3].

Обзор работ, выполненных в этом направлении по 2000 год, имеется в монографии [1].

Литература

1. Жук В.И. Волны Толлмина-Шлихтинга и солитоны. М.: Наука, 2001. 167 с.
2. Богданов А.Н., Диесперов В.Н., Жук В.И, Козлов В.В. Восприимчивость пограничного слоя при трансзвуковом режиме взаимодействия: асимптотический анализ и возможный эксперимент. М.: КДУ, 2023. 116 с.
3. Бетчов Р., Криминале В. Вопросы гидродинамической устойчивости. М.: Мир, 1971. 352 с.

УДК 629.7.072.8
eLIBRARY.RU: 73.37.17

Геворгян В.М.
Gevorgian V.M.
преподаватель-исследователь
пилот ВС А-319/320/321
Шаров В.Д.
Sharov V.D.
доктор технических наук, доцент
профессор кафедры
МГТУ ГА, г. Москва

КОМПЕТЕНЦИИ ПИЛОТОВ КАК ФАКТОР БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЁТОВ

PILOT COMPETENCIES AS A FACTOR OF FLIGHT SAFETY

Аннотация. В представленной статье рассматриваются роль компетенций пилотов в обеспечении безопасности полетов. Анализируются ключевые группы компетенций – нетехнические и технические. Особое внимание уделяется человеческому фактору, подготовке летного состава и современные подходы к оценке и развитию компетенций пилотов.

Ключевые слова: безопасность полетов, человеческий фактор, компетентностный подход подготовки пилотов.

Abstract. This article examines the role of pilot competencies in ensuring flight safety. There are analyzed non-technical and technical key competency groups. Particular attention is paid to human factors, flight crew training, and modern approaches to assessing and developing pilot competencies.

Keywords: human factor, flight safety, competency-based training.

Актуальность темы обусловлена тем, что безопасность полетов является приоритетной задачей мировой авиационной отрасли. Несмотря на высокий уровень технического развития авиационной техники, значительная доля авиационных событий связана с человеческим фактором. В этом контексте компетенции пилотов приобретают особую значимость, так как именно от уровня подготовки летного состава зависит исход нештатной ситуаций. Современные условия эксплуатации воздушного транспорта характеризуются высокой степенью автоматизации, увеличением интенсивности воздушного движения и ростом зависимости от спутниковых навигационных систем, прежде всего от глобальной системы позиционирования GPS. Таким образом, на уровне возможных отказов техники появились новые угрозы, таких как спуфинг (подмена сигнала) и потеря сигнала, которые непосредственно влияют на безопасность полетов и предъявляют повышенные требования к компетенциям пилота.

Целью работы является анализ роли компетенций пилотов в обеспечении безопасности полетов и выявление их влияния на снижение рисков авиационных событий.

Для достижения поставленной цели необходимо решить следующие задачи:
– проанализировать оценки компетенций по поведенческим индикаторам во время тренажерных подготовок;
– оценить зависимость компетенций между собой;
– выявить, как оценки компетенций отражаются в реальных полетах.

Статистическая обработка данных является одним из ключевых инструментов, обеспечивающих достоверность и обоснованность выводов в рамках данного исследования.

На сегодняшний день идет активный переход от традиционной к современной системе подготовки летного состава в авиакомпаниях России [1], и поэтому необходимо всецело адаптировать подготовку и оценку на основе компетенций для обучения пилотов. Данный подход поможет обучить «устойчивого» пилота [2].

Литература

1. Геворгян В.М., Королькова М.А., Шурыгин А.В. Внедрение обучения пилотов на основе компетенций (CBT/A) в авиакомпаниях России: опыт и перспективы. / Труды XXVI Всероссийской научно-практической конференции: «Актуальные проблемы защиты и безопасности». – Санкт-Петербург: РАРАН. – 2023. – Том 2. – С. 359-362.
2. Геворгян, В. М. Подготовка лётного состава для перспективных воздушных судов / В. М. Геворгян, В. Д. Шаров // К.Э. Циолковский: ключевые идеи и современные достижения космонавтики : Материалы 59-х Научных чтений, посвященных разработке научного наследия и развитию идей К.Э. Циолковского, Калуга, 17–19 сентября 2024 года. Часть 1. – Калуга: Эйдос, 2024. – С. 393-395.

УДК 629.7.083.03
eLIBRARY.RU: 73.37.41

Живкович Т.
Zivkovic T.
студентка
МГТУ ГА, г. Москва

ИССЛЕДОВАНИЕ АВИАЦИОННЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ С ВЕРТОЛЁТАМИ ROBINSON

ANALYSIS OF THE CAUSES OF AVIATION ACCIDENTS OF HELICOPTERS ROBINSON

Аннотация. Целью данного исследования является анализ факторов, наиболее часто приводящих к авиационным происшествиям вертолетов Robinson. В рамках работы были изучены типы воздушных судов (ВС), места возникновения авиационных происшествий и их причины отдельно для каждого из трех типов Robinson за период 2020-2024 гг.

Ключевые слова: авиационное происшествие, вертолет, командир воздушного судна, утомляемость

Abstract. The purpose of this research was to investigate and analyze the factors most commonly associated with aviation accidents involving Robinson helicopters. The research focused on the distribution of accidents by aircraft type, accident location, and contributing factors, with a separate analysis conducted for each of the three Robinson helicopters models over the period 2020-2024.

Keywords: aviation accident, helicopter, pilot in command (PIC), fatigue.

Проблемы обеспечения безаварийности полётов неизменно находятся в центре внимания авиационного сообщества в условиях расширения авиационных перевозок [1]. В исследовании был выполнен анализ авиационных происшествий с вертолетами Robinson в гражданской авиации на территории РФ [2], в периоде 2020-2024 гг. На основе полученных данных определены основные причины, способствующие возникновению рассматриваемых авиационных происшествий.

Проанализировано количество авиационных происшествий по типам Робинсона за 2020-2024 гг. Robinson R-44 занял первое место с 40% авиационных происшествий (АП) и их количеством 10, затем Robinson R-66 32% и 8 авиационных происшествий (АП) и Robinson R-44 II на третьем месте 28% и количество 7.

Установлено, что на ряде территорий было зарегистрировано одинаковое количество авиационных происшествий. Это Московская область, Амурская область, Тверская область, Якутия, Архангельская область и Вологодская область.

По результатам проведённого исследования установлены причины авиационных происшествий, представленные в таблице 1.

Таблица 1. Причины авиационных происшествий (АП) вертолетов Robinson в 2020-2024 гг.

Причина АП	Число АП
Потеря пространственной ориентировки в метеоусловиях не соответствующих (ПВП)	9
Ошибки пилотирования связанные с недостатками в обучении, малым опытом полетов и перерывами в полетах	6
Утомляемость командира воздушного судна (КВС)	6
Ошибки пилотирования при наличии порывов ветра или турбулентности	4
Полет ночью, потеря видимости наземных ориентиров и естественного горизонта, белизна подстилающей поверхности	5
Столкновение с проводами (ЛЭП)	3
Низкий уровень полета над водой, ослепление из-за лучей солнца	3
Ошибки при техническом обслуживании, ошибки пилотирования при отказе техники	2
Состояние здоровья КВС	2

Определено, что характер причин авиационных происшествий зависит от того, какой тип вертолета Robinson. В таблице 2 показаны причины авиационных происшествий для Robinson R-44, Robinson R-44 II и Robinson R-66 за период 2020-2024 гг.

Таблица 2. Причины авиационных происшествий для Robinson R-44, Robinson R-44 II и Robinson R-66 за период 2020-2024 гг.

Причина АП	Robinson R-44	Robinson R-44 II	Robinson R-66
Потеря пространственной ориентировки в метеоусловиях не соответствующих (ПВП)	2	3	4
Ошибки пилотирования связанные с недостатками в обучении, малым опытом полетов и перерывами в полетах	4	1	1
Утомляемость (КВС)	1	2	3

Ошибки пилотирования при наличии порывов ветра или турбулентности	2	1	1
Полет ночью, потеря видимости наземных ориентиров и естественного горизонта, белизна подстилающей поверхности	2	1	2
Столкновение с проводами (ЛЭП)	2	1	-
Низкий уровень полета над водой, ослепление из-за лучей солнца	2	-	1
Ошибки при техническом обслуживании, ошибки пилотирования при отказе техники	1	1	-
Состояние по здоровью (КВС)	1	-	1

Анализ авиационных происшествий является важной частью системы обеспечения безопасности полётов. В ходе работы рассмотрены причины происшествий и содействующие факторы, а также направления предотвращения аналогичных событий. Результаты анализа используются для совершенствования эксплуатационных процедур, подготовки лётного состава и снижения уровня рисков для человеческой жизни.

По результатам исследования установлено, что в период 2020-2024 гг. основными причинами авиационных происшествий с вертолётами Robinson явились ошибки пилотирования, связанные с недостатками в обучении, малым опытом полетов и перерывами в полетах и потеря пространственной ориентировки в метеоусловиях, не соответствующих ПВП.

Литература

1. Николайкин, Н.И. Анализ статистики чрезвычайных ситуаций в современной гражданской авиации / Н.И. Николайкин, Б. В. Зубков, А.Л. Рыбалкина // Проблемы анализа риска. – 2008. – Т. 5, № 1. – С. 38-52. – EDN NUFEXJ.
2. База по расследованиям [Электронный ресурс]. URL: https://mak-iac.org/rassledovaniya/ (дата обращения: 03.04.26)

УДК 629.735.33
eLIBRARY.RU: 73.37.00

Шаталин В.И.
Shatalin V.I.
старший преподаватель
Чёрный Б.В.
Chornyi B.V.
студент
МГТУ ГА, г. Москва

СИСТЕМА ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ СТОЛКНОВЕНИЙ TCAS-II КАК ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗДУШНОГО СУДНА ТУ-154М С АНАЛИЗОМ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ

THE TCAS-II COLLISION AVOIDANCE SYSTEM AS AN OBJECT OF RESEARCH FOR THE TU-154M AIRCRAFT WITH THE ANALYSIS OF THE MATHEMATICAL MODEL OF THE SYSTEM IMPLEMENTATION

Аннотация. Рассматривается система предупреждения столкновений воздушных судов TCAS-II как объект исследования воздушного судна Ту-154М. Предлагается выполнить анализ математической модели реализации системы TCAS-II, алгоритмов её работы и рекомендаций по разрешению конфликтной ситуации.

Ключевые слова: воздушное судно Ту-154М**,** TCAS-II, математическая модель, время tau, исследование.

Abstract. The article considers the TCAS-II Aircraft Collision Avoidance System as an object of research of the Tu-154M aircraft. The article proposes to analyze the mathematical model of the TCAS-II system implementation, its operating algorithms, and recommendations for resolving the conflict situation.

Keywords: Tu-154M aircraft, TCAS-II, mathematical model, time tau, research.

Несмотря на широкую применимость системы TCAS-II, вопросы анализа математической модели ее реализации, алгоритмов работы системы и рекомендаций по разрешению конфликтной ситуации остаются актуальными. В настоящей статье выполнен анализ бортовой системы TCAS-II воздушного судна Ту-154М.

Бортовая система предупреждения столкновений (БСПС) TCAS-II (Traffic Collision Avoidance System) компании Rockwell Collins самолета Ту-154М предназначена для обнаружения оборудованных международными ответчиками управления воздушным движением (УВД) конфликтующих воздушных судов (ВС), находящихся в зоне действия системы, отображения их на индикаторах в виде символов и выдачи экипажу рекомендаций на выполнение маневров в вертикальной плоскости для предотвращения столкновений. Бортовая система TCAS может отслеживать и отображать до 30-ти воздушных целей на максимальном расстоянии приблизительно в 40 морских миль и может выдавать рекомендации по разрешению конфликта с тремя ВС одновременно.

Система TCAS отслеживаемого борта работает в паре с транспондером этого же борта, который обменивается информацией с системой TCAS конфликтного борта.

Логика обнаружения столкновений TCAS использует концепцию tau.

Концепция tau представляет собой метод обнаружения потенциально опасного сближения воздушных судов, основанный на оценке времени, остающегося до заданного порога разделения между судами. Параметр tau характеризует время до ближайшей точки сближения (CPA – Closest Point of Approach) между собственным судном и конфликтным бортом. Время tau (τ) [1, 2] определяется как отрицательное значение расстояния между самолетами, деленное на производную этого расстояния, то есть скорость сближения, в формуле:

$$\tau = -\frac{r}{\dot{r}}$$

где r – расстояние между самолетами; $\dot{r}$ – скорость сближения.

Величина tau означает: через сколько времени при текущем темпе изменения расстояния произойдёт минимальное сближение.

На основе анализа технической и летной документации бортовой системы TCAS-II, представлена реализация функциональной схемы работы TCAS-II [3] при выполнении полета с учетом логики обнаружения столкновений в формуле определения времени tau. На функциональной схеме (рисунок 1) показан обмен данными между собственным воздушным судном и конфликтным бортом. На основании полученных ответов определяется относительное положение конфликтного борта, дальность до него, относительную

высоту и параметры его движения. В случае конфликтной ситуации осуществляется координация рекомендаций по разрешению конфликта.

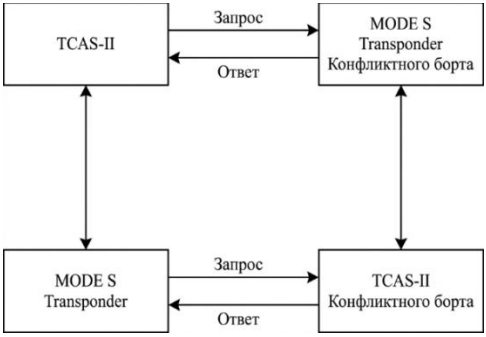


Рис. 1. Функциональная схема работы системы TCAS-II Rockwell Collins

Величина tau совпадает с фактическим временем до CPA только в случае идеального курса до столкновения и отсутствия ускорения. Если же воздушные суда лишь проходят рядом друг с другом, tau является только приближением времени до CPA. В таком случае: tau уменьшается до минимального значения незадолго до CPA, затем резко возрастает, и в момент CPA tau становится неопределённой.

В вертикальной плоскости вместо tau и дальности используются:

1. Время до совпадения высоты (TCA – Time to Co-Altitude).
2. Вертикальное разделение.

В общих случаях рекомендация по разрешению конфликта (RA – Resolution Advisory) выдается при следующих условиях:

1. Дальность и вертикальное разделение меньше минимально допустимого горизонтального расстояния между самолетами (DMOD – Distance Modification) и меньше минимально допустимого вертикального расстояния между самолетами (ZTHR – Z Threshold) соответственно.
2. Величина tau (τ) меньше порога времени TAU (T), которое определяет время реакции на RA и размеры области обнаружения и предотвращения конфликтов.
3. Время до совпадения высоты также меньше TAU.

В докладе рассмотрен принцип работы бортовой системы предупреждения столкновений TCAS-II, включающий логику

обнаружения угроз на основе концепции tau. Выполнен анализ математической модели системы TCAS-II, алгоритмов ее работы и рекомендаций по разрешению конфликтной ситуации. Исследование может использоваться летным и техническим персоналом в авиации и может послужить основой для разработки модернизированного алгоритма работы обновленной бортовой системы TCAS-II.

Литература

1. Кузнецов С.В. Математические модели процессов и систем технической эксплуатации авионики как марковские и полумарковские процессы // Научный вестник МГТУ ГА. 2015. № 213. С. 28–35.
2. Шаталин В.И. Математические модели процессов и систем формирования Основного перечня минимального оборудования на основе марковских и полумарковских процессов / В.И. Шаталин, С.В. Кузнецов. – М.: Сборник докладов «XXIII Научные чтения по авиации, посвященные памяти Н. Е. Жуковского» г. Москва 9-10 апреля 2026 г., 2026. – 20 с.
3. Самолет Ту-154М: Руководство по технической эксплуатации: в 15 кн. – М., 1984.

УДК 629.7.067.8
eLIBRARY.RU: 73.37.17

Воробьев А.В.
Vorobyev A.V.
ведущий инженер
ГосНИИАС, г. Москва
Воробьев В.В.
Vorobyev V.V.
доктор технических наук, профессор
заведующий кафедрой
МГТУ ГА, г. Москва

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ В СИСТЕМАХ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ СТОЛКНОВЕНИЙ БЕСПИЛОТНЫХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ С НАЗЕМНЫМИ ПРЕПЯТСТВИЯМИ

APPLICATION OF COMPUTER GRAPHICS ALGORITHMS IN COLLISION AVOIDANCE SYSTEMS FOR UNMANNED AERIAL VEHICLES WITH GROUND OBSTACLES

Аннотация. В работе показана возможность применения алгоритма Мёллера-Трамбора для определения точки столкновения беспилотного воздушного судна с аппроксимированным рельефом местности в виде поверхности на основе треугольных регулярных сетей и поверхности на основе неоднородных рациональных B-сплайнов в алгоритмах увода летательных аппаратов от трёхмерных поверхностей ограничения.

Ключевые слова: безопасность полётов, предотвращение столкновений, увод с опасной высоты, алгоритм Мёллера-Трамбора, треугольная регулярная сеть, неоднородный рациональный B-сплайн.

Abstract. The paper demonstrates the possibility of using the Möller-Trumbore algorithm to determine the collision point of an unmanned aerial vehicle with an approximated terrain surface in the form of a surface based on triangular regular networks and a surface based on non-uniform rational B-splines in algorithms for diverting aircraft from three-dimensional constraint surfaces.

Keywords: flight safety, collision avoidance, aircraft recovery maneuver, Möller-Trumbore algorithm, triangulated regular network, non-uniform rational B-spline.

В работах [1,2,3] положено начало практического применения алгоритмов увода летательных аппаратов (ЛА) от поверхностей ограничения, представляющих собой комбинацию рельефа местности и искусственных препятствий. Фундаментальной основой данных алгоритмов являются аналитические уравнения пространственных поверхностей ограничения.

Алгоритмы функционирования систем типа TAWS и AutoGCAS, однако, изначально ориентированы на использование дискретной (растровой) модели рельефа.

Для применения в бортовых системах беспилотных воздушных судов (БВС) алгоритмов увода ЛА от пространственных поверхностей

ограничения, необходима аппроксимация исходной дискретной модели рельефа.

Одним из вариантов получения квазианалитического описания угрожающих объектов воздушного пространства (УОВП) является использование треугольной нерегулярной сети TIN (Triangulated Irregular Network) – структуры, формирующейся из произвольно расположенных точек путём их триангуляции, или её «регулярного» варианта – треугольной регулярной сети TRN (Triangulated Regular Network).

В процессе работы алгоритмов увода БВС от УОВП необходимо определить точку столкновения БВС с аппроксимированным рельефом и, далее, построить плоскость столкновения, а уже на основе полученной плоскости столкновения – построить линию ограничения.

Определение точки столкновения БВС с аппроксимированным рельефом сводится к нахождению точки пересечения луча, определяемого вектором скорости БВС, и одного из множества треугольников, из которых состоит поверхность TIN или TRN. Для решения данной задачи, возможно применение широко используемого в современной компьютерной графике алгоритма – алгоритма Мёллера-Трамбора [4]. Суть данного алгоритма, геометрически, сводится к последовательным преобразованиям систем координат (СК) луча и треугольника из исходной СК1, через промежуточную СК2 в финальную СК3 таким образом, чтобы получить координаты (u, v) точки пересечения луча и треугольника, а так же расстояние t от начала луча до точки пересечения луча и треугольника.

В качестве следующего шага к получению аналитического описания пространственных поверхностей ограничения, вместо треугольных сеток TIN и TRN, возможно использование поверхностей, основанных на неоднородных рациональный B-сплайнах, а именно, поверхностей NURBS (Non-Uniform Rational B-Spline) [5].

На рис. 1 представлена поверхность NURBS, аппроксимирующая исходную дискретную модель рельефа.

Определение точки столкновения БВС с аппроксимирующей поверхностью NURBS (рис. 2) возможно как с использованием алгоритма Мёллера-Трамбора и предварительной тесселяции, так и с помощью алгоритма последовательного приближения.

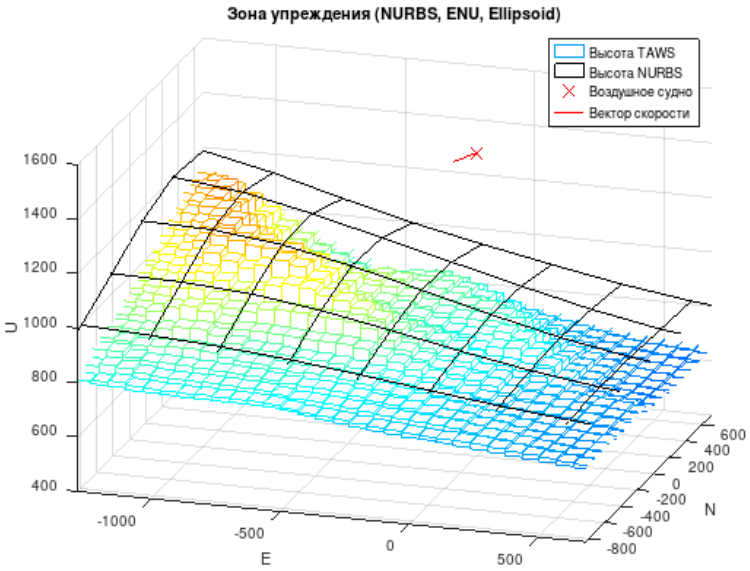


Рис. 1. Зона упреждения (NURBS)

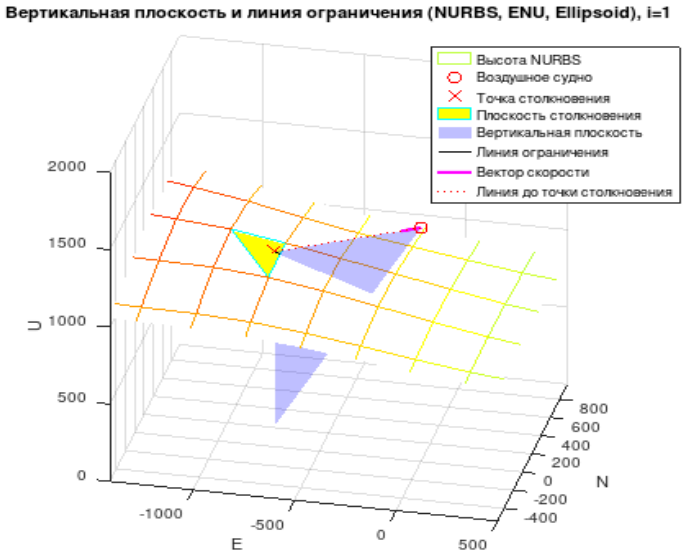


Рис. 2. Вертикальная плоскость и линия ограничения (NURBS)

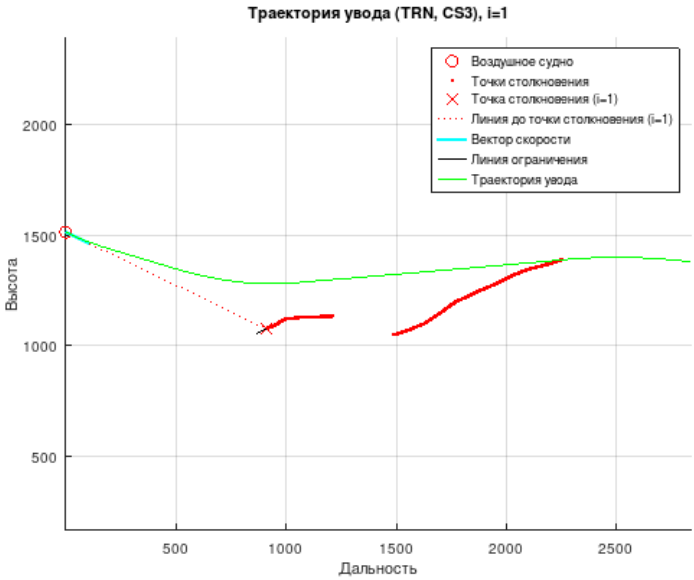


Рис. 3. Траектория увода (2D, TRN)

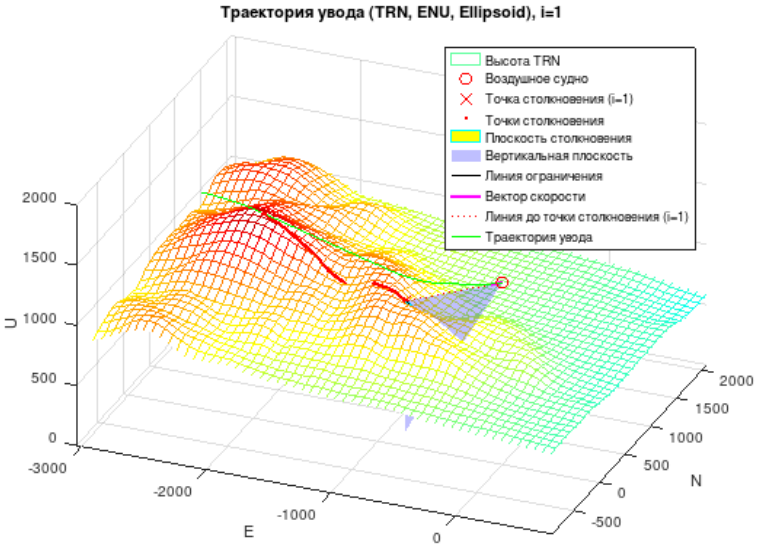


Рис. 4. Траектория увода (3D, TRN)

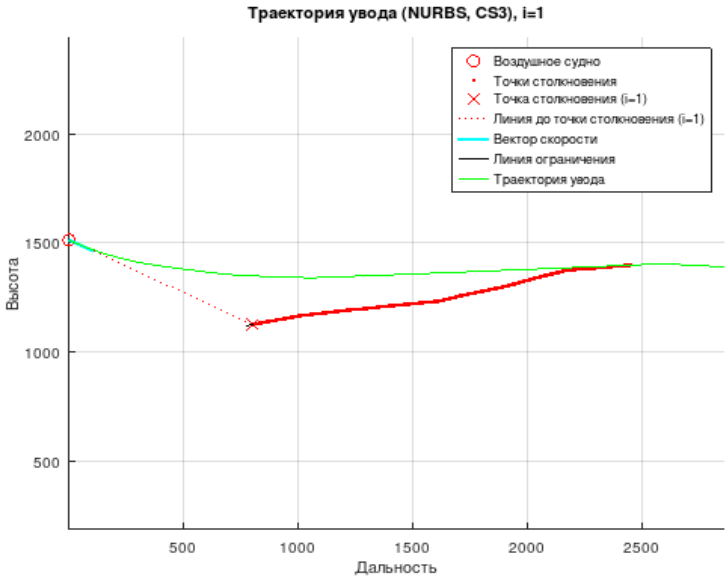


Рис. 5. Траектория увода (2D, NURBS)

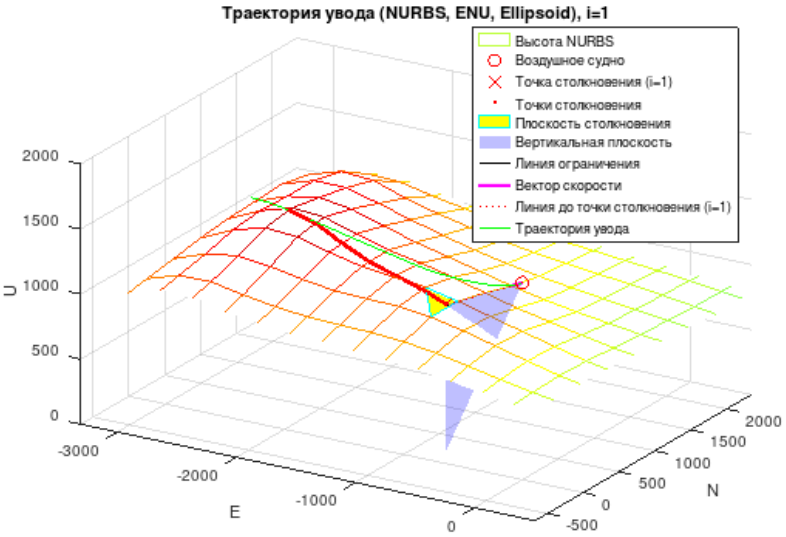


Рис. 6. Траектория увода (3D, NURBS)

На рис. 3, 4, 5 и 6 представлены результаты моделирования в двухмерном (2D) и трёхмерном (3D) пространствах траектории увода БВС в вертикальной плоскости от поверхностей ограничения в виде TRN и NURBS, соответственно.

Очевидно, что при одинаковых начальных условиях моделирования, траектория увода от поверхности ограничения в виде поверхности NURBS позволяет осуществлять манёвр уклонения от препятствия с большим запасом по вертикальной перегрузке, а меньший шаг координат точек поверхности NURBS, с сохранением при этом необходимой точности вычисления точки столкновения БВС с аппроксимирующей поверхностью, позволяет оптимизировать вычислительные ресурсы, что доказывает перспективность применения алгоритма Мёллера-Трамбора и поверхностей NURBS в системах предотвращения столкновений БВС с наземными препятствиями.

Литература

1. Акимов А.Н., Воробьев В.В. Методика и алгоритмы увода летательного аппарата от пространственной поверхности ограничения // Автоматика и телемеханика. 2001. № 7. С. 18–25.

2. Воробьев А.В., Леликов А.М., Стрый В.В. Методика аппроксимации трехмерных поверхностей в целях синтеза алгоритмов предотвращения столкновения летательных аппаратов с препятствиями // Научный Вестник МГТУ ГА. 2024. Т. 27, № 3. С. 23-34. DOI: 10.26467/2079-0619-2024-27-3-23-34.

3. Акимов А.Н., Воробьев А.В., Воробьев В.В., Супряга А.А. Модели описания угрожающих объектов воздушного пространства // Научный Вестник МГТУ ГА. 2026.

4. Möller T., Trumbore B. «Fast, Minimum Storage Ray-Triangle Intersection», Journal of Graphics Tools (1997), 2:1, 21-28, DOI: 10.1080/10867651.1997.10487468.

5. Piegl L., Tiller W. «The NURBS Book». Berlin: Springer, 1997.

УДК: 629.7.03
eLIBRARY.RU: 73.00.00

Яковлева В.Ю.
Yakovleva V.U.
студентка
МГТУ ГА, г. Москва

ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА НА ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАБОЧЕГО ТЕЛА И ПРОДУКТЫ СГОРАНИЯ УГЛЕВОДОРОДНОГО ТОПЛИВА В АВИАЦИОННЫХ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЯХ

INFLUENCE OF ATMOSPHERIC HUMIDITY ON THE THERMODYNAMIC PROPERTIES OF THE WORKING FLUID AND THE COMBUSTION PRODUCTS OF HYDROCARBON FUELS IN AIRCRAFT GAS TURBINE ENGINES

Аннотация. в работе представлены результаты определения термодинамических параметров влажного воздуха. Предложены аналитические зависимости, позволяющие рассчитывать теплофизические свойства рабочего тела в диапазоне температур до 1800 К. Выполнена оценка влияния влажности атмосферного воздуха на приведённые параметры газотурбинного двигателя. Показано, что пренебрежение данным фактором приводит к завышению реальных характеристик компрессора и снижению точности термодинамического расчёта двигателя.

Ключевые слова: влагосодержание, термодинамические параметры, продукты сгорания, изобарная теплоемкость, углеводородное топливо, влажный воздух.

Abstract. The study presents the results of determining the thermodynamic parameters of humid air. Analytical dependences are proposed that make it possible to calculate the thermophysical properties of the working fluid in the temperature range up to 1800 K. The influence of atmospheric humidity on the given parameters of a gas turbine engine has been evaluated. It is shown that neglecting air humidity leads to an overestimation of the actual characteristics of the compressor and a decrease in the accuracy of the thermodynamic calculation of the engine.

Keywords: moisture content, thermodynamic parameters, combustion products, isobaric heat capacity, hydrocarbon fuel, moist air.

Эксплуатационные характеристики авиационных газотурбинных двигателей (ГТД) существенно зависят от параметров окружающей среды. Влажность воздуха изменяет теплофизические свойства рабочего тела (теплоёмкость, газовую постоянную, плотность), что приводит к снижению тяги на 3–4% и росту удельного расхода топлива до 4–5%, особенно при высокой температуре (до 50–60 °C) [0,0,0,0].

Традиционные методы расчёта, основанные на параметрах сухого воздуха, не обеспечивают требуемой точности, что обусловливает актуальность уточнения параметров влажного воздуха и продуктов сгорания [0,0].

В работе предложены аналитические зависимости для определения теплофизических свойств влажного воздуха и продуктов сгорания углеводородного топлива в диапазоне температур до 1800 К. Выполнена оценка влияния влажности на приведённые параметры ГТД $\bar{n}_{\text{пр см}}$ с помощью определения связи между относительными приведенными оборотами компрессора во влажном и сухом воздухе , которую можно представить следующей формулой[0,0]:

$$\bar{n}_{\text{пр см}} = \bar{n}_{\text{пр с}} \sqrt{\frac{k_{\text{с}} R_{\text{с}}/(k_{\text{с}}+1)}{k_{\text{см}} R_{\text{см}}/(k_{\text{см}}+1)}} = \bar{n}_{\text{пр с}}\, \bar{n}_{d\text{к}}, \qquad (1)$$

где:

$\bar{n}_{\text{пр с}}$ – приведенная частота вращения компрессора в сухом воздухе; $k_{\text{с}}$ – показатель адиабаты сухого воздуха; $R_{\text{с}}$ – газовая постоянная сухого воздуха; $k_{\text{см}}$ – показатель адиабаты влажного воздуха; $R_{\text{с}}$ – газовая постоянная влажного воздуха; $\bar{n}_{d\text{к}}$ – поправочный коэффициент, учитывающий влияние влажности атмосферного воздуха на значение приведенной частоты вращения компрессора.

Установлено, что при температуре 50°C и влажности 100% снижение $\bar{n}_{\text{пр см}}$ компрессора составляет около 7,5%, причём более 2% из них обусловлены непосредственно влажностью (рис. 1).

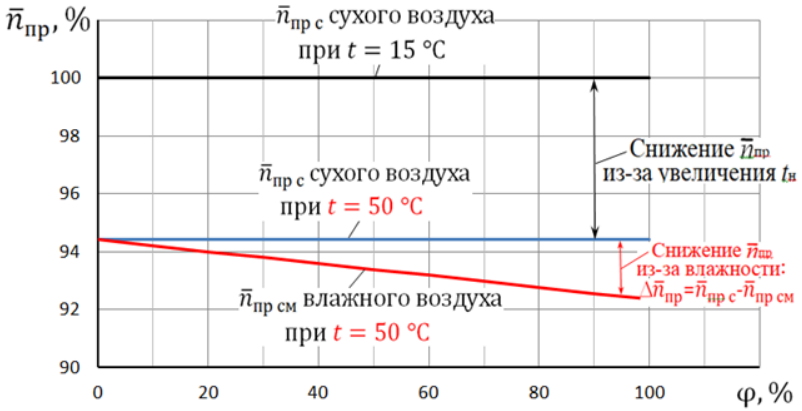


Рис. 1. Влияние влажности воздуха
на приведенные обороты компрессора

Аналогично для параметра приведенной частоты вращения турбины [0,0]:

$$\bar{n}_{dт} = \sqrt{\frac{k_{г\,см}R_{г\,см}/(k_{г\,см}+1)}{k_{гd}R_{гd}/(k_{гd}+1)}} \qquad (2)$$

В формуле (2), как и в формуле (1), $k_{г\,см}$ и $R_{г\,см}$ – показатель адиабаты и газовая постоянная смеси сухого воздуха и влажного воздуха перед турбиной при температуре газа перед турбиной $T_г^*$ в этом сечении, а $k_{гd}$ и $R_{гd}$ – показатель адиабаты и газовая постоянная продуктов сгорания углеводородного топлива во влажном воздухе перед турбиной.

Таким образом, пренебрежение влажностью приводит к завышению приведённых оборотов и ошибкам в оценке характеристик компрессора и двигателя в целом.

Литература

1. Котовский В.Н. Методики расчёта эксплуатационных характеристик авиационных ГТД – М.: Издательский дом Академии имени Н.Е. Жуковского, 2023.
2. Фишбейн Б.Д., Первышин Н.В. Методика расчёта влияния влажности атмосферного воздуха на характеристики турбовентиляторного двигателя. «Известия вузов, Авиационная техника», 1967, № 2.
3. Симкин Э.Л. Основы эксплуатации авиационных газотурбинных двигателей/Учебное пособие под редакцией Б.Г. Мингазова. Казань:

Изд-во Казан. Государственного технического университета, 2001. 450 с.
4. Горюнов И.М. Оценка влияния влагосодержания воздуха на параметры ГТД. Уфимский государственный авиационный технический университет, 2006.
5. Котовский В.Н., Вовк М.Ю. Математическое моделирование рабочего процесса и характеристик ГТД прямой реакции. Изд. «Перо», 2018.
6. Котовский В.Н., Фёдоров Р.М. Расчёт параметров и характеристик авиационных ГТД – М.: Издательский дом Академии имени Н.Е. Жуковского, 2022.
7. Нечаев Ю.Н., Федоров Р.М., Котовский В.Н., Полев А.С. Теория авиационных двигателей, часть 2. / Под редакцией Ю.Н. Нечаева. − М.: Изд. ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2007.
8. Казанджан П.К., Тихонов Н.Д., Шулекин В.Т. Теория авиационных двигателей. – М.: «Транспорт», 2000, 287 с.
9. Кобельков В.Н., Улас В.Д., Фёдоров Р.М. Техническая термодинамика и теплопередача. − М.: Изд. ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2004.
10. Нечаев Ю.Н., Федоров Р.М., Котовский В.Н., Полев А.С. Теория авиационных двигателей, ч.I – М.: ВВИА им. проф. Н.Е. Жуковского, 2006.

УДК 681.518.5
eLIBRARY.RU: 81.83.20

Жемаева Д.А.
Zhemaeva D.A.
инженер учебной лаборатории
Гевак Н.В.
Gevak N.V.
кандидат технических наук, доцент
доцент кафедры
МГТУ ГА, г. Москва

АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ ВЕСОВ РЁБЕР ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ГРАФ-МОДЕЛИ РЛС ОЛП «АЛЬКОР»

ANALYSIS OF APPROACHES TO ESTIMATING THE WEIGHTS OF EDGES IN THE DIAGNOSTIC GRAPH MODEL OF THE «ALKOR» SMR

Аннотация. Рассматриваются подходы к оценке весов ребер диагностической граф-модели РЛС ОЛП «Алькор» различными аналитическими методами. Проведен расчет весов ребер методом экспертного оценивания и методом теории планирования эксперимента. Выявлена качественная взаимосвязь между объемом диагностических параметров и подходами к оценке весов ребер.

Ключевые слова: диагностическая граф-модель, радиолокационная станция обзора летного поля, вес ребра, эффективное множество диагностических параметров, экспертное оценивание, планирование эксперимента.

Abstract. The work approaches to estimating edge weights of diagnostic graph model of the «Alkor» SMR using various analytical methods. The edge weights were calculated using the expert assessment method and the experiment planning theory method. A qualitative relationship has been revealed between the volume of diagnostic parameters and approaches to estimating edge weights.

Keywords: diagnostic graph model, surface movement radar, edge weight, effective set of diagnostic parameters, expert assessment, experiment planning

Составление диагностической модели (ДМ) является ключевым этапом описания системы диагностирования объекта диагностирования (ОД). Диагностическая модель представляет собой формализованное описание ОД, с учетом его структуры, отражающее взаимосвязь между множеством технических состояний (ТС) и множеством диагностических параметров (ДП) [1, с. 19].

Ввиду всех преимуществ и недостатков в качестве математического аппарата для составления ДМ была выбрана теория графов. ОД является радиолокационная станция обзора летного поля (РЛС ОЛП) «Алькор».

Граф-модель объекта представляет собой совокупность вершин (параметров функционирования объекта), формируемых из описания свойств функционирования, ребер, отражающих отношения внутри выбранного множества и отображениями отказов из алфавита.

Решению задачи распознавания предшествуют этапы формирования эффективного множества ДП, описание классов рассматриваемых состояний и формирование алгоритма принятия решений.

Задача определения набора ДП является многокритериальной, а процесс минимизации вершин основана на нахождении минимального устойчивого подмножества. Набор ДП формируется методом покрытия таблиц, идея которого заключается в упорядочивании вершин и связей между ними по некоторому сводному показателю эффективности [1, с. 92-93].

Представляет интерес вопрос оценки взаимосвязей между параметрами. Каждое ребро ДМ рассматривается как ориентированная цепь, характеризующаяся численным значением – весом ребра. Целью исследования является анализ существующих подходов к оценке веса ребра.

Метод экспертного оценивания заключается в количественном оценивании и градации качественного признака, в соответствии с каким-либо свойством. В результате формируется ряд градаций признака и статистический ряд оценок группы экспертов. Вес является средней оценкой или определяется методом голосования [1, с. 118].

Метод применим при оценке неоднозначных факторов, недостатком метода является субъективность оценок.

Представляет интерес рассмотреть взаимное влияние параметров, учитывая не только внутреннюю структуру объекта, но и влияние внутренних и внешних факторов, которые отражают особенности его функционирования и эксплуатации. Ввиду этого целесообразно применять элементы теории планирования эксперимента и многофакторного анализа [2, с. 41-43]. Далее приведены приложения и методы статистического анализа оценок.

Метод множественной корреляции и корреляционно-регрессионный анализ предполагают определение веса как корреляцию параметров. Метод основан на определении коэффициентов уравнения приближенной регрессии методом наименьших квадратов [3, с. 43-44]. Однако подход затруднительно применять в условиях дефицита статистических данных.

Величиной веса ребра при дисперсионном анализе служит выборочная дисперсия, которая представляет математическое ожидание среднего квадрата отклонений, обусловленное влиянием параметра [4, с. 149]. Метод требует знания дисперсии случайной ошибки и параллельность проведения опытов.

Многофакторный эксперимент предполагает выбор вида зависимости признака от факторов, оценка веса производится путем поиска значений коэффициентов регрессии и конечного вида функции чувствительности [2, с. 65].

По результатам анализа применение в работе нашли 2 подхода: метод экспертного оценивания и метод теории планирования эксперимента.

Экспертная оценка носит смысл относительного количества информации, результаты формировались при ранжировании оценок трех экспертов по 100 рангам. Подтверждена гипотеза о согласовании мнений экспертов путем вычисления коэффициента конкордации W и проверки его значимости по критерию χ^2.

Определены веса ребер методами теории планирования эксперимента и вид функциональной зависимости между параметрами ДМ и определяющими параметрами в виде полинома с позиции обеспечения безопасности полетов.

Получена взаимосвязь между алгоритмом оценки весов ребер, множеством значений весов и результатами диагностирования, т.к. множество ТС объекта и достоверность диагностирования зависят от объема ДП.

Литература

1. Диагностирование на граф-моделях: На примерах авиационной и автомобильной техники/Я.Я. Осис, Я.А. Гельфандбейн, З.П. Маркович, Н.В. Новожилова. – М.: Транспорт, 1991. – 244 с.
2. Адлер Ю.П. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий / Ю.П. Адлер, Е.В. Маркова, Ю.В. Грановский. – М.: Наука, 1976. – 280 с.
3. Дубров А.М. Многомерные статистические методы / А.М. Дубров, В.С. Мхитарян, Л.И. Трошин – М.: Финансы и статистика, 2003. – 352 с.
4. Завадский Ю.В. Статистическая обработка эксперимента. Учебн. пособие. – М.: «Высшая школа», 1976. – 270 с.

УДК 629.7
eLIBRARY.RU: 73.37.41

Тарасов Е.А.
Tarasov E.A.
аспирант
Древняк В.В.

Drevnyak V.V.
кандидат технических наук
доцент кафедры
МГТУ ГА, г. Москва

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ МЕР ПО МИНИМИЗАЦИИ ВЛИЯНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО ФАКТОРА НА НАДЁЖНОСТЬ ФИКСАЦИИ КАПОТОВ ДВИГАТЕЛЕЙ УЗКОФЮЗЕЛЯЖНЫХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ (НА ПРИМЕРЕ ВС RRJ-95)

DEVELOPMENT OF ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL MEASURES TO MINIMIZE THE HUMAN FACTOR IMPACT ON ENGINE FAN COWL LOCKING RELIABILITY OF SINGLE-AISLE AIRCRAFT (RRJ-95 CASE STUDY)

Аннотация. Рассмотрена проблема отрыва капотов двигателей узкофюзеляжных воздушных судов (ВС) как результат взаимодействия конструкции, условий технического обслуживания и человеческого фактора. На основе материалов по RRJ-95, типовой цепочки событий и риск-ориентированного подхода предложен комплекс организационных и технических барьеров. Показано, что снижение риска должно обеспечиваться изменением интерфейса «человек – процедура – техника».

Ключевые слова: узкофюзеляжные ВС; капоты двигателя; человеческий фактор; техническое обслуживание; надежность фиксации; безопасность полетов; организационно-технические меры.

Abstract. The paper considers fan-cowl separation on single-aisle aircraft as a result of interaction between design features, maintenance conditions and human factors. Based on RRJ-95 materials, a typical event sequence and a risk-oriented approach, a set of organizational and technical barriers is proposed. Risk reduction should rely on improving the human-procedure-technology interface.

Keywords: single-aisle aircrafts; engine fan cowl; human factor; maintenance; locking reliability; flight safety; organizational and technical measures.

Инциденты с отрывом капотов двигателей относятся к событиям, при которых створки вентилятора отделяются от мотогондолы на этапах разбега или начального набора высоты. Опасность определяется потерей элементов конструкции и вторичными

повреждениями крыла, оперения, механизации, гидравлических, топливных и электрических магистралей. Для RRJ-95 повторяемость таких событий указывает на необходимость системного корректирующего воздействия.

Проведенный анализ материалов по RRJ-95 и зарубежным узкофюзеляжным ВС показывает, что доминирующей причиной отрывов является незавершенное закрытие створок после оперативного технического обслуживания. Типовая цепочка включает открытие капота, отвлечение исполнителя, визуально «закрытое» положение створок при незапертых замках, отсутствие записей о проведенных работах на ВС, формальный предполетный осмотр и отрыв под действием набегающего потока [1].

Устойчивость данной цепочки связана с компоновкой силовой установки. Низкое расположение двигателя снижает риск наземного вихреобразования и попадания посторонних предметов во входное устройство, но уменьшает клиренс и ухудшает эргономику контроля замков. На RRJ-95 замки находятся в нижней части мотогондолы; полноценная проверка их положения требует осмотра снизу, что повышает трудоемкость операции [2].

Комплекс мер предотвращения отрыва капотов должен строиться по принципу многослойной защиты. Первый слой – организационно-процедурный: обязательная регистрация каждого открытия капота в карте оперативного обслуживания и бортовом журнале; запрет буксировки и запуска до закрытия соответствующего пункта; процедура «остановись – вернись – проверь» в случаях прерывания работ; независимая проверка замков вторым специалистом; целевой предполетный контроль при наличии записи об открытии капота.

Второй слой – управление человеческим фактором. Для инженерно-технического персонала целесообразны краткие сценарные тренировки по моделям SHELL, HFACS и «грязной дюжины»: отвлечение, давление времени, усталость, нарушение коммуникации и самоуверенность [3]. Итогом должны быть проверяемые действия: пометки о статусе замков, передача смены по чек-листу, визуальные маркеры «капот открыт» и фиксация причин прерывания работ [4].

Третий слой - технический. Разработка и внедрение системы контроля положения капотов, минимальный вариант которой включает контрастную окраску и механические флажки положения замков, видимые при стандартном обходе. Более эффективный вариант – датчики положения замков с выводом сигнала в кабину экипажа и бортовую систему технического обслуживания. Наиболее рационально

поэтапное внедрение: сначала визуальные индикаторы и средства контроля, затем доработка замков и электронная сигнализация.

Эффективность комплекса следует оценивать по контролируемым показателям: доле работ с корректно оформленным открытием капотов; числу выявленных незакрытых или непроверенных замков до вылета; выполнению независимой проверки; результатам выборочных аудитов обхода; количеству добровольных сообщений персонала.

Таким образом, минимизация влияния человеческого фактора на надежность фиксации капотов RRJ-95 требует объединения трех направлений: формализации процедур, обучения персонала распознаванию типовых ошибок и внедрения технического интерфейса контроля. Наиболее устойчивым решением является создание барьеров, при которых единичная ошибка не может незаметно перейти в опасное состояние ВС.

Литература

1. Отчет по результатам расследования авиационного инцидента с самолетом RRJ-95B RA-89112 ПАО «Аэрофлот» // М.: АМРИПП Росавиации, 2020. 104 с.
2. Тарасов, Е. А. Анализ и структуризация причин и последствий отрыва капотов различных воздушных судов / Е. А. Тарасов // Наука. Техника. Человек: исторические, мировоззренческие и методологические проблемы. – 2023. – Т. 1, № 13. – С. 374-380. – EDN HQUPJQ.
3. Методология ARMS для оценки эксплуатационных рисков в авиационных организациях. Разработано Рабочей группой ARMS. М.: Международная организация гражданской авиации, март 2010. Ред. 4.1. 72 с.
4. AAIB. Report on the serious incident to Airbus A319-131, G-EUOE, London Heathrow Airport, 24 May 2013. Aircraft Accident Report 1/2015. – London: Air Accidents Investigation Branch, 2015.

УДК: 629.7.083.5:004.942
eLIBRARY.RU: 73.37.41

Суровцов А.А.
Surovcov A.A.
аспирант
Киселев М.А.
Kiselev M.A.
доктор технических наук, профессор

заведующий кафедрой
МГТУ ГА, г. Москва

К ПРОБЛЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ДОСТУПНОСТИ РЕГИОНОВ КРАЙНЕГО СЕВЕРА РОССИИ

TO THE PROBLEM OF PROVIDING TRANSPORT ACCESSIBILITY IN THE FAR NORTH REGIONS OF RUSSIA

Аннотация. Рассмотрена проблема обеспечения северного завоза в удаленные населенные пункты Крайнего Севера России. Показано, что использование пилотируемой авиации при нерегулярном спросе и небольших партиях грузов приводит к неполной загрузке воздушных судов и росту стоимости перевозок. Обосновано, что сохранение транспортной доступности таких территорий требует значительных бюджетных дотаций. Проведен анализ возможности применения беспилотных авиационных систем высокой степени автономности. Сделан вывод о необходимости разработки трансформируемой беспилотной авиационной системы, адаптированной к условиям северной логистики.

Ключевые слова: Крайний Север, северный завоз, транспортная доступность, пилотируемая авиация, беспилотные авиационные системы, автономность, грузовая логистика.

Abstract. The problem of ensuring the «Northern Delivery» to remote settlements in Russia's Far North is examined. It is demonstrated that the use of manned aircraft-given irregular demand and small cargo volumes-results in underutilized aircraft capacity and increased transportation costs. It is argued that maintaining transport accessibility for these territories necessitates substantial budgetary subsidies. An analysis was conducted regarding the feasibility of employing highly autonomous unmanned aerial systems. The conclusion reached is that there is a need to develop a reconfigurable unmanned aerial system specifically adapted to the conditions of northern logistics.

Keywords: Far North, Northern Supply, transport accessibility, manned aviation, unmanned aerial systems, autonomy, cargo logistics.

В докладе проанализирована проблема обеспечения транспортной доступности удаленных населенных пунктов Крайнего Севера России [1,2]. Показано, что значительная часть грузопотока в такие районы доставляется с использованием пилотируемой авиации ввиду отсутствия альтернативных способов доставки или сезонным

характером их использования [3,4]. Установлено, что спрос на перевозку грузов в отдаленные поселки имеет нерегулярный характер [5]. Партии в большинстве своем формируются небольшими объемами, зависят от текущих потребностей населения, организаций и объектов инфраструктуры, в следствии чего не обеспечивается полная загрузка воздушного судна. В результате растет стоимость летного часа пилотируемой авиации, удельные затраты на перевозку грузов. В итоге транспортная доступность северных территорий обеспечивается за счет субсидирования и дополнительных расходов государственного бюджета [6]. Экспериментальное использование беспилотных авиационных систем для обеспечения транспортной доступности северных территорий пока не показало ожидаемую эффективность в части снижения стоимости доставки, что связано с ограниченной эффективностью существующих беспилотных решений в условиях Крайнего Севера, их недостаточной грузоподъемностью, ограниченной дальностью полета и зависимостью от наземной инфраструктуры.

В докладе в качестве перспективного способа решения указанной проблемы предлагается использование специальных беспилотных авиационных систем высокой степени автономности. Ключевые особенности таких систем заключаются в высокой степени автономности, способности выполнять взлет и посадку на неподготовленных площадках, адаптации к суровым климатическим условиям, а также в возможности экономичной доставки малых партий грузов на значительные расстояния [7]. Предварительный анализ эффективности использования таких систем указывает на перспективность их применения для повышения транспортной доступности удаленных населенных пунктов, снижения удельной стоимости перевозок и уменьшения зависимости северного завоза от бюджетных дотаций [8].

Литература

1. Ковалев, М.А. Беспилотные летательные аппараты вертикального взлета: сборка, настройка и программирование : учеб. пособие / Д.Н. Овакимян; Самарский нац. исслед. ун-т им. акад. С.П. Королева (Самар. ун-т); М.А. Ковалев . – ISBN 978-5-7883-2025-0 . – Самара : Изд-во Самарского университета, 2023 . – 96 с.
2. Полешкина, И.О. Методика оценки транспортной доступности населенных пунктов Арктической зоны России / И.О. Полешкина // Железнодорожный транспорт. – 2022. – No 5. – С. 32–37. – EDN VPBXDS.

3. Полешкина, И.О. Проблемы оценки транспортной доступности северных регионов / И.О. Полешкина // Транспорт России: проблемы и перспективы – 2021: Материалы Международной научно-практической конференции, Санкт-Петербург, 09–10 ноября 2021 года. Том 1. – Санкт-Петербург: Институт проблем транспорта им. Н.С. Соломенко РАН, 2021. – С. 57–60. – EDN FBIORT.
4. Неруш, Ю.М. Логистика: учебник для вузов / Ю.М. Неруш, А.Ю. Неруш. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2023. – 454 с.
5. Полешкина, И.О. Оценка эффективности продовольственного обеспечения районов Крайнего Севера России / И.О. Полешкина // Экономика региона. – 2018. – Т. 14, No 3. – С. 820–835. – DOI 10.17059/2018-3-10. – EDN UZBOTF.
6. Полешкина, И.О. Транспортная система Республики Саха (Якутия): анализ состояния и проблемы развития / И.О. Полешкина // Мир транспорта. – 2021. – Т. 19, No 4(95). – С. 82–91. – DOI 10.30932/1992-3252-2021-19-4-9. – EDN JFXBFZ.
7. Сергеев, В. И. Логистика снабжения: учебник для вузов / В.И. Сергеев. – 4-е изд., перераб. и доп. – Москва: Издательство Юрайт, 2024. – 462 с.
8. Сергеев, В.И. Логистика снабжения: учебник для вузов / В. И. Сергеев, И.П. Эльяшевич; под научной редакцией В.И. Сергеева. – 5-е изд., перераб. и доп. – Москва : Издательство Юрайт, 2026. – 472 с.

УДК 629.7.01, 621.0
eLIBRARY.RU: 73.37.01

Раков Д.Л.
Rakov D.L.
кандидат технических наук
старший научный сотрудник
Институт машиноведения
им. А.А. Благонравова РАН
Сухоруков Р.Ю.
Sukhorukov R.Yu.
кандидат технических наук
заведующий лабораторией
Институт машиноведения
им. А.А. Благонравова РАН
Печейкина М.А.
Pecheykina M.A.

старший преподаватель
Национальный исследовательский
университет «МЭИ»

АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА БЕСПАРАШЮТНОГО СПАСЕНИЯ

ADAPTIVE PARACHUTELESS RESCUE SYSTEM

Аннотация. В работе рассматривается создание адаптивной активной системы для беспарашютного спасения. Кратко рассматривается вопросы применения морфологического анализа (МА) для синтеза ряда технических решений (ТР). При помощи программы Lane проводятся аэродинамические баллистические и массовые траекторные расчеты путем интегрирования уравнений движения, а также приводится несколько примеров.

Ключевые слова: математическое моделирование, баллистические и массовые расчеты, беспарашютная система спасения, усовершенствованный морфологический анализ.

Abstract. This paper examines the development of an adaptive active system for parachuteless rescue. It briefly discusses the application of morphological analysis (MA) to the synthesis of several engineering solutions (ES). Using the Lane software, aerodynamic ballistic and mass trajectory calculations are performed by integrating the equations of motion, and several examples are provided.

Keywords: mathematical modeling, ballistic and mass calculations, parachuteless rescue system, improved morphological analysis.

Вопросы спасения людей при падении с высоты (спасение из зданий при пожарах, при крушениях вертолетов и самолетов, при десантировании в качестве альтернативы запасному парашюту) актуальны и возможные ТР описаны в [1], так известно устройство спасения, представляющее собой аэродинамическое надувное устройство [2]. Это устройство – система «Спасатель» весит 30 кг и состоит из надувного тормозного устройства и баллона со сжатым воздухом. В дальнейшем это направление получило развитие в ряде ТР и патентов [3] (рис. 1).



а) б)

Рис. 1. Беспарашютные средства спасения
а) Спасатель [2], б) автономное средство [3]

Материалы и методы

Для поиска ТР был использован метод морфологического анализа (МА), который базируется на синтезе морфологической таблицы (МТ), состоящей из атрибутов и альтернатив их исполнения [4,5] и его усовершенствованная версия (Рис. 2), базирующаяся на системном и кластерном анализе и теории множеств [6-9] и построении метрического пространства ТР.

Предложенные ТР базируются на создании кратковременного импульса тяги при приближении спасаемого объекта к поверхности. В случае чрезвычайной ситуации человек надевает устройство на спину и покидает объект. Автоматически раскрываются стабилизирующий надувной баллон, и начинается свободный стабилизируемый полет [10]. Сигналы о расстоянии до поверхности обрабатываются и рассчитывается время подачи импульса на срабатывание двигателя в зависимости от высоты, скорости падения и максимально возможных перегрузок. Падение человека замедляется, и он безопасно приземляется. При помощи программы Lane производился баллистический расчет различных вариантов использования ТР (рис. 2).

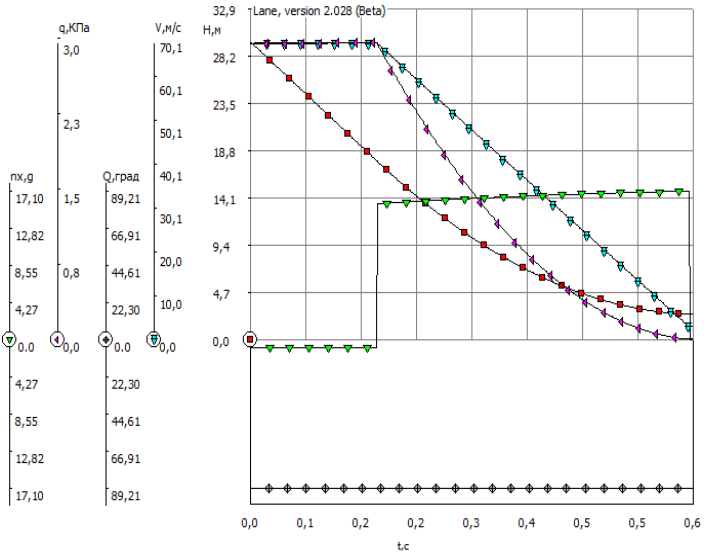


Рис. 2. Расчеты, выполненные при помощи Lane (экранная форма)

Результаты и обсуждение

Предложенный метод позволяет выполнить беспарашютное приземление при падении с высоты в случаях чрезвычайной ситуации. При анализе и синтезе ТР использован усовершенствованный морфологический анализ, позволивший сгенерировать, оценить и кластеризовать множество потенциальных ТР. Области применения изображены на рис. 3. Устройство имеет следующие достоинства – компактность, устойчивую работу в широком диапазоне режимов управления для обеспечения безопасного приземления в различных погодных условиях и на различных площадках, относительную простоту конструкции, малую массу и габариты, удобство применения и адаптивность.

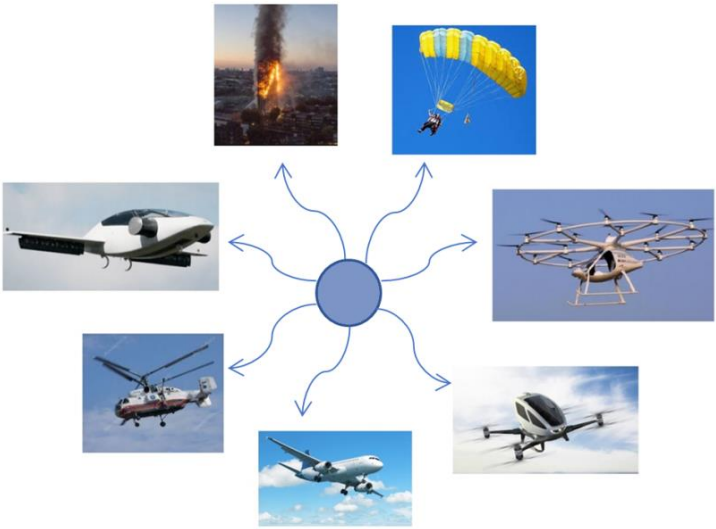


Рис. 3. Области применения ТР

Работа выполнена за счет средств Государственного задания, код (шифр) научной темы, присвоенной учредителем (организацией) FFGU-2024-0022.

Литература

1. Постнов В., Орищенко С., Шевченко Ю. Обеспечение экстренной эвакуации // Строительная инженерия. – 2006. – №8. – С.56-64.
2. Пичхадзе К.М., Воронцов В.А., Защиринский А.М., Пономарев П.А. Системы спуска с орбиты и аварийного спасения на основе надувного тормозного устройства // Полет. – 2003. – № 8. – С. 9-13.
3. Рощин М. Н., Метелев Ю.А., Защиринский А.М., Смелкин Ю.И. Устройство для аварийного спуска человека с высотного объекта, демпферное приспособление для этого устройства, опорная конструкция ранца для этого устройства и система наполнения надувных камер этого устройства. Патент №79246 (Полезная модель) / Опубликовано: 27.12.2008 Бюл. № 36.
4. Zwicky F. Discovery, Invention, Research – Through the Morphological Approach, – 1969.
5. Heller J., Löwer M., Feldhusen J. Rethinking Morphological Analysis Application for Concept Synthesis in Engineering Design // Athens Journal of Technology & Engineering. – 2016. – V. 3(2). – P. 163-176.

6. Раков Д.Л. Прямые и обратные задачи структурного синтеза при поиске новых технических решений // Информационные технологии в проектировании и производстве. – 2007. – № 2. – С. 42-49.
7. Pecheykina M.A., Rakov D.L., Sukhorukov R.Y. Structural Synthesis and the Search for New Engineering Solutions in the Conceptual Design Phase // J. of Machinery Manufacture and Reliability. – 2020. – V. 49(8). – P. 712-719.
8. Rakov D., Thorbeck J. Vergleich von verschiedenen Konzepten für aerostatische stratosphärischen Plattformen // DGLR, – 2002. – V.1. – P. 1217-1224.
9. Todorov V.T., Bardenhagen A., Rakov D. Enhancement Opportunities for Conceptual Design in Aerospace Based on the Advanced Morphological Approach // Aerospace. – 2022. – V. 9 (2). – P. 1-17.
10. Раков Д.Л., Сухоруков Р.Ю. Адаптивное устройство для мягкого приземления при падении с высоты. Патент на полезную модель № 235770 U1, опубл. 16.07.2025.

УДК 629.7
eLIBRARY.RU: 73.37.41

Карташов В.В.
Kartashov V.V.
кандидат технических наук
старший научный сотрудник
доцент кафедры
МГТУ ГА, г. Москва

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ТЕПЛОВОГО КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ

USE OF INTEGRATED THERMAL CONTROL OF THE TECHNICAL CONDITION OF AIRCRAFT

Аннотация. Представлен анализ объективного контроля технического состояния труднодоступных и проблемных зон воздушных судов, который обуславливает необходимость совершенствования методов диагностики. Использование беспилотных воздушных судов (БВС), оснащенных тепловизорами и видео камерами, для мониторинга технического состояния объектов контроля конструкции летательных аппаратов может являться

перспективным направлением по эффективности выявления неисправностей, профилактики, предупреждения и, соответственно, минимизации затрат по их предупреждению. Продвижение использования БВС регламентируются федеральной Стратегией развития беспилотной авиации Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2035 года и региональными Программами развития беспилотных авиационных систем (БАС).

Ключевые слова: беспилотные авиационные системы, беспилотные летательные аппараты, тепловизоры, видеокамеры.

Abstract. Objective monitoring of the technical condition of hard-to-reach and problematic areas of aircraft necessitates the implementation of improved diagnostic methods. The use of unmanned aerial vehicles (UAVs) equipped with thermal imagers and video cameras to monitor the technical condition of aircraft structural control objects may be a promising approach for effectively identifying faults, preventing and preventing them, and, consequently, minimizing the costs associated with their prevention.

The promotion of UAV use is regulated by the Federal Strategy for the Development of Unmanned Aviation of the Russian Federation for the Period up to 2030 and for the Future up to 2035 and by regional Unmanned Aircraft Systems (UAS) Development Programs.

Keywords: unmanned aerial systems, unmanned aerial vehicles, thermal imagers, video cameras.

В последние годы популярность тепловизионной фотосъемки с использованием БВС все возрастает, сферы применения дронов с тепловизорами при этом могут быть совершенно разными: от оценки состояния земельных угодий в сельском хозяйстве до инспектирования ЛЭП, от проведения поисково-спасательных операций до определения очагов лесных пожаров.

Применение термографического контроля технического состояния авиационной техники используется как на самолетах иностранного (Боинг), так и отечественного производства (Супер Джет RRJ-95). Технологии контроля представлены в соответствующих разделах Руководств по неразрушающему контролю (РНК / NDT). [1], [2], [3].

Однако использование термографического контроля в настоящее время проводится с помощью фиксируемых стационарно тепловизоров. Применение видеокамер также проводится преимущественно в стационарных позициях. Использование легких БВС (квадрокоптеров) исключает недостатки только стационарного расположения при контроле технического состояния объектов контроля конструкции воздушных судов. Кроме того, использование

квадрокоптеров уменьшает время контроля, необходимое для перемещения стационарных расположенных тепловизоров и видеокамер, в первую очередь при мониторинге технического состояния труднодоступных зон конструкции.

Немаловажно, что применение БВС проводится в рамках инновационных проектов как на федеральном уровне (Национальный проект развития беспилотной авиации Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2035 года), определенный документом [4], так и на региональном уровне (пример Программы развития БАС Красноярского Края) [5].

Литература

1. Криксунов Л. З., Падалко Г. А. Тепловизоры: справочник. – К.: 1987, 400 с.
2. Ллойд Дж. Системы тепловидения. /Пер. с англ. под ред. А.И. Горячева. – М.: Мир, 1978, 416 с.
3. Криксунов Л.З. Справочник по основам инфракрасной техники, Издательство: Советское радио, год: 1978, 400 с.
4. Федеральный закон от 8 января 1998 г. N 10-ФЗ «О государственном регулировании развития авиации» (с изменениями и дополнениями) [Электронный ресурс]. URL: https: //base.garant.ru /175962/ (дата обращения: 08.01.1998).
5. Официальный интернет-портал правовой информации Красноярского края [Электронный ресурс]. URL: http://красноярскийкрай.рф/dat/bin/docs_attach/196987_1097_r.pdf

УДК 621.452
eLIBRARY.RU: 55.42.33

Андрюшин Д.В.
Andryushin D.V.
аспирант
Национальный исследовательский университет «МЭИ», кафедра ИТНО

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ УСКОРЕНИЯ РАСЧЕТА ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО ЦИКЛА ГТД

A COMPARATIVE ANALYSIS OF METHODS FOR ACCELERATION OF THE GAS TURBINE ENGINE THERMODYNAMIC CYCLE CALCULATION

Аннотация. Проведён сравнительный анализ методов ускорения термодинамического расчёта цикла ГТД (решение системы нелинейных уравнений). Рассмотрены: смена архитектуры данных, кэширование, параллелизм, ML, компилируемые языки, JIT и гибридная точность. Приоритетной признана смена архитектуры данных. Наибольшее ускорение достигается комбинацией данных методов.

Ключевые слова: архитектура данных, газотурбинный двигатель (ГТД), гибридная точность вычислений, графы, закон Амдала, кэширование, машинное обучение, параллельные вычисления, система нелинейных уравнений, термодинамический цикл, ускорение вычислений, хэш-таблицы, JIT-компиляция.

Abstract. A comparative analysis of acceleration methods for thermodynamic cycle calculation of a gas turbine engine (solving a system of nonlinear equations) was performed. The following methods were considered: data architecture redesign, caching, parallelism, ML, compiled languages, JIT compilation, and mixed precision. Data architecture redesign was identified as the priority approach. The greatest speedup is achieved by a combination of these methods.

Keywords: data architecture, gas turbine engine (GTE), hybrid precision, graphs, Amdahl's law, caching, machine learning (ML), parallel computing, system of nonlinear equations, thermodynamic cycle, computational acceleration, hash tables, JIT compilation.

Материал и методы

Термодинамический расчёт ГТД сводится к решению системы нелинейных уравнений совместной работы узлов [1]. Вычислительная сложность этого этапа требует комбинации методов — от низкоуровневой оптимизации и параллелизма до машинного обучения. При этом каждый метод имеет накладные расходы, поэтому необходим баланс точности и быстродействия.

Вычислительная проблема: вычисление якобиана на каждом шаге метода Ньютона требует многократного «прогона» математической модели двигателя.

Цель ускорения – минимизация стоимости вычислений целевых функций на пути к сходимости.

Методы ускорения

Смена архитектуры данных

Смена архитектуры данных – первоочередной шаг: неэффективная организация ограничивает все последующие оптимизации. Представление двигателя направленным графом исключает зацикливание, оптимизирует обход и создаёт возможности для параллелизма. Замена списковых структур на хэш-таблицы снижает сложность с O(n) до O(1) [2].

Гибридная точность вычислений

Начальные итерации в float16/float32 с последующим уточнением в float64 дают ускорение за счёт векторных инструкций при сохранении точности.

Кэширование

Кэширование результатов расчёта узлов при повторяющихся или близких (с заданной точностью) входных параметрах позволяет избежать избыточных вычислений. Метод прост в реализации, однако сопровождается значительным потреблением оперативной памяти.

Конкурентность и параллелизм

Возможны параллелизм по задачам (разные контуры) и по данным (множество точек одновременно). Однако по закону Амдала ускорение ограничено нераспараллеливаемой частью, и при двукратном ускорении 50% кода выигрыш составляет лишь 1.33.

$$A = \frac{1}{(1-P) + \frac{P}{S}} = \frac{1}{(1-0.5) + \frac{0.5}{2}} = 1.33$$

где S – степень паралеллизации; P – доля распараллеливаемого кода.

Использование машинного обучения

ML-модель может давать начальное приближение или готовое решение, обходя итерационный решатель. Однако из-за накладных расходов на векторизацию метод эффективен только в пакетном режиме, а также возможна физическая некорректность на новых данных.

Переход на более быстрые языки программирования

Компилируемые языки (C++, Rust) дают многократное ускорение против интерпретируемых (Python/MATLAB), но выбор — компромисс между скоростью, безопасностью и удобством. Альтернатива — JIT-компиляция с генерацией машинного кода «на лету».

Результаты и обсуждение

Максимальное ускорение расчёта цикла ГТД достигается гибридным подходом:

1. На нижнем уровне – переход на нативный код с гибридной точностью, кэшированием в хэш-таблицах и графовой логикой обхода.
2. На уровне исполнения – многоуровневый параллелизм с соблюдением ограничений с учетом закона Амдала.
3. На верхнем – ML-предикторы начального приближения, б накладных расходов на векторизацию.

Литература

1. Л.Н. Дружинин, Л.И. Швец, А.И. Ланшин. Математическое моделирование ГТД на современных ЭВМ при исследовании параметров и характеристик авиационных двигателей. Труды ЦИАМ №832. 1979.
2. Скиена С.С. Алгоритмы. Руководство по разработке. – 3-е изд.: Пер. с англ. – СПб: БХВ-Петербург, 2022. – 848 с: ил.

УДК 629.7.083.03
eLIBRARY.RU: 73.37.41

Сары Асуде
Sarı Asude
студентка
Лазин И.Ю.
Lazin I.U.
старший преподаватель
МГТУ ГА, г. Москва

ОБ ЭКСПЕРИМЕНТАХ ПО ПРИМЕНЕНИЮ БЕСПИЛОТНЫХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ДЛЯ ВИЗУАЛЬНОГО И ТЕРМОГРАФИЧЕСКОГО НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ САМОЛЁТОВ

ON EXPERIMENTAL USE OF UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS FOR VISUAL AND THERMOGRAPHIC NON-DESTRUCTIVE TESTING OF AIRCRAFT

Аннотация. В рамках исследования проведены эксперименты по визуальной и термографической инспекции обшивки самолета с использованием беспилотного воздушного судна (БВС). В ходе работы

определены высотные параметры, отработан маршрут движения БВС и зафиксированы фактические временные затраты на осмотр элементов конструкции. Результаты эксперимента подтверждают сокращение длительности контрольных процедур по сравнению с традиционным ручным осмотром.

Ключевые слова: техническое обслуживание, инженерно-технический персонал, дефектоскопия, тепловизионной контроль.

Abstract. Within the scope of the study, experiments were conducted on the visual and thermographic inspection of aircraft skin using an unmanned aircraft system (UAS). In the course of the work, altitude parameters were determined, the UAS flight path was optimized, and actual time expenditures for the inspection of structural elements were recorded. The results of the experiment confirm a reduction in the duration of control procedures compared to traditional manual inspection.

Keywords: maintenance, engineering and technical personnel, flaw detection, thermal imaging control.

При обслуживании воздушных судов важно вовремя находить возникающие дефекты, так как от этого зависит безопасность полетов. Для этого используется дефектоскопия авиационных конструкций, комплекс физических методов, позволяющих осуществить контроль качества деталей и узлов авиационных конструкций без их разрушения.

Одним из методов неразрушающего контроля является визуальный и измерительный контроль (ВИК). Он основан на возможностях зрения, когда объект контроля исследуется в видимом излучении [1]. Визуальный контроль означает проверку оборудования и структур с помощью всех чувств человека или любого неспециализированного оборудования для проверки. Статистика показывает, что не менее 80 процентов осмотров воздушных судов проводятся визуально.

Основные недостатки ВИК при техническом обслуживании связаны с физическими ограничениями человеческого зрения и субъективностью оценки. Также ручной визуальный осмотр очень долгий и занимает в среднем 4-5 часов, так как требуется подъем и спуск персонала по стремянкам для обеспечения доступа к высотным конструкциям воздушного судна.

В работе предлагается применение БВС в инспекции ВИК неразрушающего контроля самолета для высоко расположенных конструкций самолетов (крыло, двигатель, верх фюзеляжа). Был проведен эксперимент на учебной авиационная технической базе Егорьевского авиационного технического колледжа. В эксперименте

проводился полет БВС вокруг самолета Ту-154. Маршрут полета был следующий: сначала БПВС летит над носовой частью, затем над левой половиной крыла с двигателем, над правой половиной крыла с двигателем, затем над стабилизатором и килем.

В эксперименте показана возможность увидеть дефекты обшивки самолета на видео с камеры БВС. Время полета составило 18 минут. Высота полета, с которой хорошо заметны дефекты составляет 1,5 м.

Одним из наиболее информативных методов диагностики авиационной техники являются методы контроля тепловых параметров [2]. Тепловизионный контроль композитных материалов разделяют на активный и пассивный методы. Активный метод предполагает предварительный нагрев объекта контроля, а пассивный метод основан на фиксации естественного тепла конструкции.

С помощью тепловизора на воздушном судне можно эффективно обнаружить следующие дефекты:

– расслоение в многослойных конструкциях из композиционных материалов;

– вода, полностью или частично заполняющая ячейки сот в сотовых конструкциях;

– дефекты контакта композитного материала с нижележащим слоем;

– неоднородность толщины композитного материала.

Недостатком тепловизионного контроля является большая длительность по времени и наличие труднодоступных зон, в том числе высотных конструкций.

Поэтому в работе предлагается применение БВС для тепловизионного неразрушающего контроля высоко расположенных конструкций воздушных судов. Проведен эксперимент по выполнению полетов БВС над двумя типами сотовых конструкций с водой в сотах: карбоновой и алюминиевой.

В эксперименте показана возможность увидеть скопления воды в сотах по изменениям термограмм и температурным аномалиям на видео с камеры БВС с тепловизором (рис. 1 и 2). Оптимальная высота полета БВС для фиксации указанных повреждений тепловизионной камерой составляет 1,5 метра.

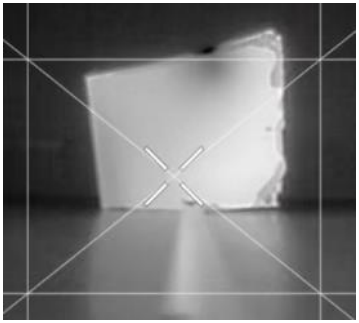


Рис. 1. Изображение воды в алюминиевой сотовой панели с камеры БВС с тепловизором

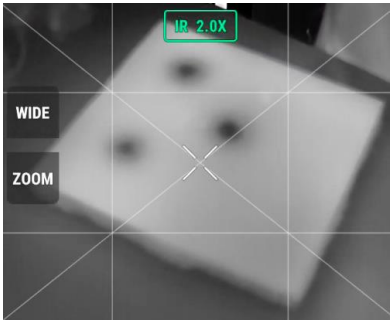


Рис. 2. Изображение воды в карбоновой сотовой панели с камеры БВС с тепловизором

У данного метода есть свои преимущества и недостатки. К недостаткам относятся:

– отсутствие информации о нижних панелях воздушного судна;

– при загрязнении поверхностей не всегда возможно обнаружить дефекты;

– невозможно провести детальный осмотр сотовых конструкций при попадании воды.

Таким образом, использование БВС при визуальном и термографическом неразрушающем контроле сделает более удобным и экономичным неразрушающий контроль самолетов. Применение БВС позволит значительно сократить время, затрачиваемое на неразрушающий контроль.

Литература

1. Калиниченко Н.П. Визуальный и измерительный контроль: учебное пособие для подготовки специалистов I, II и III уровня / Н.П. Калиниченко, А.Н. Калиниченко; Томский политехнический университет. Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2009. - 300 с.

2. Дефектоскопия. [Электронный ресурс]. URL: https://dic.academic.ru/dic.nsf/enc_tech/2125/Дефектоскопия (дата обращения: 22.05.25).

УДК. 656.7.08
eLIBRARY.RU: 73.37.41

Ван С.
Van S.
аспирант
Киселев М.А.
Kiselev M.A.
доктор технических наук, профессор
заведующий кафедрой
МГТУ ГА, г. Москва

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ МЕСТ АВИАЦИОННЫХ КАТАСТРОФ

EVALUATION OF THE POSSIBILITY OF USING UNMANNED AVIATION SYSTEMS FOR DETECTING AIRCRAFT CRASH SITES

Аннотация. В работе выявлены основные факторы, затрудняющие обнаружение мест авиационных катастроф с использованием традиционных подходов. Анализируется состав и наиболее эффективные условия применения специального оборудования, которое может быть использовано в поисковых операциях. Показано, что на существующем научно-техническом уровне в качестве носителя такого оборудования могут рассматриваться беспилотные воздушные суда. Формулируются основные проблемы на пути создания специализированных беспилотных авиационных комплексов для обнаружения мест авиационных катастроф.

Ключевые слова: авиационная катастрофа, поиск места падения воздушного судна, беспилотное воздушное судно, управление группой беспилотных воздушных судов.

Abstract. The paper identifies the main factors that complicate the detection of aircraft crash sites using traditional approaches. The composition and most effective conditions for using special equipment that can be employed in search operations are analyzed. It is shown that, at the current scientific and technical level, unmanned aerial vehicles can serve as carriers of such equipment. The main challenges in developing specialized unmanned aviation complexes for detecting aircraft crash sites are formulated.

Keywords: aviation accident, search for aircraft crash site, unmanned aircraft, unmanned aircraft group control.

Анализ статистики авиационных происшествий за последние 10 лет показывает, что до настоящего времени места около 2% авиационных катастроф, произошедших над сушей, остаются неустановленными, а из катастроф, поиск мест которых занял более 3-х суток, большая часть (чуть менее 80%), произошла над лесом. Среди факторов, затруднивших обнаружение мест авиационных катастроф, следует выделить, в том чисел, технические факторы, обусловленные наличием и качеством специализированного поискового оборудования и средств доставки его в район предполагаемого крушения воздушного судна (ВС) [1,2].

Для повышения эффективности поиска мест авиационных катастроф предлагается создание специализированных поисковых беспилотных авиационных систем (БАС) на базе разнородных беспилотных воздушных судов (БВС), мобильность которых и необходимый радиус действия обеспечивается специальными перемещаемыми дронопортами с автономной системой питания. Возможность создания таких БАС подтверждается представленными вариантами бортового поискового оборудования, возможного к установке на БВС [3-5].

На пути создания эффективных поисковых БАС отдельно рассматриваются следующие проблемы: задача управления группой БВС, обеспечивающей полет БВС с обходом препятствий в виде деревьев с гарантированным обследование заданного района поиска.

Литература

1. Трушин А.В. Методы и алгоритмы дистанционного обнаружения мест авиационных происшествий и идентификации объектов их последствий автореферат дис. ... кандидата технических наук: 05.22.14 Москва, 2021.
2. Кригер и А. Морейра, Космические би- и мультистатические поисково-спасательные системы: потенциал и проблемы, IEEE Proc. – Radar, Sonar Navigat., т. 153, № 3, стр. 184–198, июнь 2006 г. – URL: https://www.researchgate.net/publication/224779551_Spaceborne_Bi-_and_Multistatic_SAR_Potential_and_Challenges (дата обращения: 16.03.2026)
3. Ян Чуньхун, Анализ технологии радиолокации с синтезированной апертурой. Electronics World 2014, выпуск 4, стр. 93. DOI: CNKI: SUN:

ELEW. 0.2014–04-093 – URL: https://wenku.baidu.com/view/ d2ab6d50f78a6529647 d53ae.html (дата обращения: 16.03.2026).
4. Астахов Н.В., Бадаев А.С., Макаров О.Ю., Демихова А.С., Питолин В.М., Применение MIMO-радаров для точного обнаружения целей и оценки их параметров // Радиотехника. 2021. Т. 85. № 6. С. 23–26. - URL: http://radiotec.ru/ru/journal/Radioengineering/number/2021-6/article/20290 (дата обращения: 16.03.2026)
5. Мария Гарсия-Фернандес, Юрий Альварес, Ана Арболея, Борха Гонсалес-Вальдес, Иоланда Родригес Вакейро, Фернандо Лас-Эрас Андрес, Антонио Пино Гарсиа., Радиолокационная система с синтезированной апертурой для обнаружения наземных мин с использованием геопроникающего радара на борту беспилотного летательного аппарата. IEEE Access 2018, 6, 45100–451122018, 6, 45100–45112. – URL: https://www.researchgate.net/publication/326860673_Synthetic_Aperture_Radar_Imaging_System_for_Landmine_Detection_Using_a_Ground_Penetrating_Radar_on_Board_a_Unmanned_Aerial_Vehicle (дата обращения: 16.03.2026).

УДК 656.7.052:629.735.33
eLIBRARY.RU: 73.37.11

Ситкевич В.Е.
Sitkevich V.E.
аспирант
МГТУ ГА, г. Москва

АНАЛИЗ НАГРУЗКИ ДИСПЕТЧЕРА ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ СМЕШАННОГО ПИЛОТИРУЕМОГО И БЕСПИЛОТНОГО ТРАФИКА

ANALYSIS OF THE WORKLOAD OF A CONTROLLER WHEN SERVICING MANNED AND UNMANNED TRAFFIC

Аннотация. На основе сценарного прогноза операций БВС до 2030 года, оценки пилотируемого и беспилотного трафика, а также загрузки диспетчерского пункта показано, что традиционная схема ОрВД не масштабируется в аэроузлах с высокой концентрацией беспилотных операций. Получены значения нагрузки диспетчерского пункта и индекс конфликтной экспозиции для традиционной и гибридной системы ОрВД и управление трафиком беспилотных ВС (УТБ).

Полученные результаты позволяют обосновать необходимость распределения функций между системой ОрВД и специализированными сервисами УТБ.

Ключевые слова: БВС, БАС, аэронавигационное обслуживание, ОрВД, УТБ, прогноз операций, загрузка диспетчера.

Abstract. Based on a scenario-based forecast of UAV operations to 2030, an assessment of manned and unmanned traffic, and control tower workload, it is shown that traditional ATM systems are not scalable at airports with a high concentration of unmanned operations. Control tower workload values and a conflict exposure index were obtained for traditional and hybrid ATM and UAS systems. The results support the need to distribute functions between the ATM system and specialized UAS services.

Keywords: UAV, UAS, air navigation services, ATM, UTM, operation forecast, controller workload.

Материалы и методы

Исходной базой анализа являются официальные показатели развития БАС и данные об обслуженных полётах пилотируемой авиации [1,2]. Поскольку прямой государственный прогноз числа операций БВС на 2030 год отсутствует, был использован сценарный прогноз годового объёма операций (1):

$$A_U(2030) = A_U(2025) \cdot (1 + g)^5, \quad (1)$$

где

A_U – годовое число операций БВС; $A_U(2025)$=178000 операций; g – среднегодовой темп роста, принятый равным 11, 20 и 25%, как консервативный, базовый и оптимистичный прогноз соответственно.

Расчёт по формуле (1) даёт соответственно 0,299; 0,443 и 0,543 млн операций БВС в год.

Переход от годового прогноза БВС к локальной пиковой интенсивности задан выражением (2):

$$\lambda_U = \frac{A_U \cdot s}{365 \cdot h}, \quad (2)$$

где

λ_U – число операций БВС в час в крупном аэроузле; s – доля национального беспилотного трафика в одном аэроузле; h – число пиковых часов в сутки.

Для иллюстрации принято s=0,15 и h=6. При этом λ_U составляет 20,5; 30,3 и 37,2 операций/ч для консервативного, базового и оптимистичного сценариев. Интенсивность пилотируемого трафика в

смешанном аэроузле (обслуживающего беспилотную и пилотируемую авиацию) принята λ_M=12 операций/ч.

Результаты и обсуждения

В качестве предельного критерия принята логика оценки пропускной способности, при которой ёмкость сектора ОВД ограничивается рабочей нагрузкой диспетчера [3]. Значения коэффициентов получены по результатам имитационного эксперимента при заданных временных весах операций диспетчера (3):

$$W_{trad} = 14 + 0{,}7\lambda_M + 0{,}5\lambda_U + 0{,}015\lambda_M\lambda_U + 0{,}005\lambda_U^2, \quad (3)$$

где

W_{trad} – нагрузка диспетчера в существующей системе, мин/ч; λ_M – число операцией пилотируемых ВС операции/ч; λ_U – операции БВС/ч; 14 мин/час – постоянно присутствующая мониторинговая и координационная нагрузка; линейные члены – прямое сопровождение операций; мешанный и квадратичный члены – рост числа потенциальных взаимодействий «пилотируемое – БВС» и «БВС – БВС».

Формула для гибридной архитектуры ОрВД и УТБ, где рутинные функции авторизации, мониторинга соответствия и разрешения конфликтных ситуаций БАС вынесены в цифровой контур (4):

$$W_{trad} = 14 + 0{,}7\lambda_M + 0{,}08\lambda_U + 0{,}003\lambda_M\lambda_U + 0{,}0008\lambda_U^2, \quad (4)$$

где

W_{hyb} – нагрузка гибридной схемы, мин/ч; уменьшенные коэффициенты отражают снижение доли ручного сопровождения БВС [4-6].

Риск совместного трафика оценён через индекс конфликтной экспозиции [7] (5):

$$E = \lambda_M\lambda_U + 0{,}5\lambda_U^2, \quad (5)$$

где

E – индекс потенциальных взаимодействий «пилотируемое ВС – БВС» и «БВС – БВС»; K – коэффициент нагрузки относительно порога 42 мин/ч.

Результаты расчётов представлены в табл. 1.

Таблица 1. Расчёт нагрузки и конфликтной экспозиции при s=0,15, h=6, λ_M=12

Сценарий	**A_U2030, млн**	**λ_U, оп/ч**	**W_{trad}; K**	**W_{hyb}; K**	**E**
g=11%	0,299	20,5	38,4; 0,92	25,1; 0,60	456

g=20%	0,443	30,3	47,6; 1,13	26,6; 0,63	823
g=25%	0,543	37,2	54,6; 1,30	27,8; 0,66	1138

Из табл. 1 следует, что традиционная схема при базовом сценарии уже превышает предельный уровень: K=1,13. В ускоренном сценарии перегрузка достигает 30 %. Гибридная схема во всех трёх вариантах остаётся ниже порога: K=0,60-0,66.

Таким образом, существующая система ОрВД в РФ остаётся достаточной для малочисленных, сегрегированных операций БВС. Для массовых регулярных совместных операций в общем воздушном пространстве она не масштабируется, потому что переносит сложность смешанного трафика на человека-диспетчера и процедурно-голосовой контур. Решение состоит в согласовании данных, процедур, цифровых сервисов и зон ответственности между ЕС ОрВД и специализированным контуром управления беспилотным трафиком.

Литература

1. Стратегия развития беспилотной авиации Российской Федерации на период до 2030 года и на перспективу до 2035 года: распоряжение Правительства РФ от 21.06.2023 № 1630-р. – М., 2023.
2. Концепция интеграции беспилотных воздушных судов в единое воздушное пространство Российской Федерации: официальные материалы Росавиации. – 2025.
3. Unmanned Aircraft System Traffic Management (UTM): Concept of Operations. Version 2.0. – Washington: FAA, 2020. – 73 p.
4. Barrado C. et al. U-Space Concept of Operations // Aerospace. – 2020. – Vol. 7. – № 3. – P. 24.
5. Capacity Analysis Methodology. – Brussels: EUROCONTROL, 2024.
6. EASA. Opinion No 01/2020. High-level regulatory framework for the U-space. – Cologne: EASA, 2020. – 57 p.
7. Shakhatreh H. et al. Unmanned Aerial Vehicles: A Survey on Civil Applications and Key Research Challenges // IEEE Access. – 2019. – Vol. 7. – P. 48572-48634.

УДК 623.746
eLIBRARY.RU: 55.47.07

Титов Д.В.
Titov D.V.
руководитель группы общего проектирования
АО «НЦВ Миль и Камов»
аспирант

Московский авиационный институт
(национальный исследовательский университет)
Парненков А.Е.
Parnenkov A.E.
кандидат технических наук
доцент кафедры 102 «Проектирование вертолетов»
МАИ (национальный исследовательский университет)

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЛИКА МНОГОЦЕЛЕВОГО КОРАБЕЛЬНОГО БЕСПИЛОТНОГО ВОЗДУШНОГО СУДНА ВЕРТОЛЁТНОГО ТИПА

SPECIFICS OF THE FORMATION OF A RATIONAL TECHNICAL DESIGN OF A MULTIROLE SHIP-BASED HELICOPTER-TYPE UNMANNED AERIAL VEHICLE

Аннотация. Потребитель проявляет интерес к применению беспилотных воздушных судов вертолетного типа (БВС ВТ), сравнимых по характеристикам с пилотируемыми вертолетами. Размерность летательного аппарата имеет прямую зависимость от функциональных возможностей. Выбор технического облика БВС ВТ в виде носителя со съемными модулями позволяет реализовать функциональные возможности более тяжелого класса в меньшей размерности.

Ключевые слова: беспилотное воздушное судно вертолетного типа, технический облик, съемный модуль, корабельное базирование.

Abstract. Operators are showing interest in using helicopter-type unmanned aerial vehicles (HTUAV) comparable in performance to manned helicopters. The size of the aircraft is directly related to its performance capabilities. Technical design of HTUAV with detachable modules allows for the implementation of the performance of a heavier class in a light sizing.

Keywords: helicopter-type unmanned aerial vehicle, technical design, detachable module, ship-based.

Для беспилотных авиационных систем (БАС) характерна возможность более свободного формирования технических обликов, обусловленная уменьшением размерности, исключением некоторых компоновочных ограничений и расширением области применения. При этом критически важно сделать правильный выбор среди

множества альтернативных обликов беспилотного воздушного судна вертолетного типа (БВС ВТ) на этапе общего проектирования, поскольку стоимость изменений проекта возрастает с каждым последующим этапом ввиду уменьшающейся степени свободы проектировщика [1].

Потребитель выдвигает новые требования к функциональным возможностям, которым дроны, составляющие большинство парка БАС, не удовлетворяют. Есть интерес к БВС ВТ, которые могут не только расширить возможности пилотируемых вертолетов (ПВ), но и заменить их в условиях эксплуатации, где есть риск потери экипажа.

Подход к формированию парка БВС ВТ

Опыт эксплуатации ЛА показал, что оптимизация потребного парка по критерию наименьшей стоимости при заданной эффективности приводит к парку, состоящему из ЛА разной размерности (например, легкого, среднего и тяжелого классов), под которой понимают максимальную взлетную массу (МВМ), поскольку с ростом размерности растут затраты на производство и эксплуатацию, а ограниченных функциональных возможностей достаточно для решения части задач полного спектра.

Установив взаимно однозначное соответствие функциональных возможностей i-го класса БВС ВТ и i-го класса ПВ, из уравнения существования можно вывести коэффициент, связывающий массу БВС ВТ i-го класса и ПВ i-го класса через массу, зависимую от функциональных возможностей, и массу, зависимую от размещения экипажа:

$$k_i = \frac{m_{эi} + m_{пэПВi}}{m_{ФВi}} = \frac{f(Э)}{f(ФВ)},$$

где

$m_{эi}$ – масса экипажа ПВ i-го класса; $m_{пэПВi}$ – масса систем и оборудования, обеспечивающих размещение экипажа, ПВ i-го класса; $m_{ФВi}$ – масса систем и оборудования, обеспечивающих функциональные возможности i-го класса; $Э$ – параметры, характеризующие размещение экипажа ПВ; $ФВ$ – параметры, характеризующие функциональные возможности.

Ввиду одинаковых требований к размещению экипажа, а также оборудования и систем, обеспечивающих его работоспособность, массу, зависимую от размещения экипажа, можно считать постоянной для разных классов ПВ одного назначения. С увеличением МВМ разница в размерности между БВС ВТ и ПВ будет нелинейно уменьшаться [2].

Подход к формированию облика БВС ВТ

Существуют следующие подходы к формированию технического облика БВС ВТ [3]:

1. Универсальный. БВС ВТ оснащен целевым оборудованием (ЦО) для решения полного спектра задач.

2. Специализированный. На судне находится группа БВС ВТ, каждый решает ограниченный спектр задач.

3. Универсальный со съемным оборудованием. На БВС ВТ предусмотрена возможность установки ЦО для решения полного спектра задач. ЦО устанавливается при подготовке к полетам.

4. Универсальный со съемными модулями (СМ). Развитие предыдущего в сторону удобства технического обслуживания и эксплуатации. ЦО размещается в контейнерах, формируя СМ. БВС ВТ является носителем и имеет на борту оборудование для выполнения полетного задания и универсальное ЦО.

Выбор подхода определяется концепцией применения БВС ВТ и набором требований к ЦО для решения задач из состава общего спектра.

Выбор технического облика БВС ВТ как универсального носителя с СМ позволяет БВС ВТ легкого класса обладать функциональными возможностями ПВ тяжелого класса в рамках выполнения конкретной задачи из полного спектра. При этом, как показано на рисунке 1, на судне, где базируется один ПВ возможно размещение группы БВС ВТ, численность которой определяется МВМ и массой полезной нагрузки, что обеспечивает определенную гибкость в решении поставленных задач.

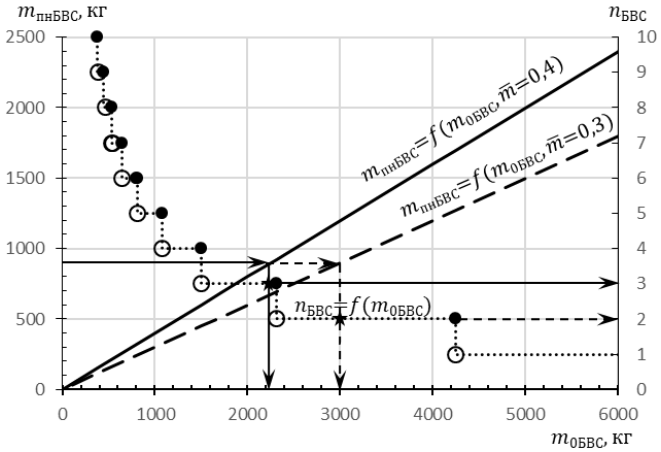


Рис. 1. Возможная численность группы БВС ВТ, размещенных в ангаре корабля одиночного базирования в зависимости от взлетной массы и массы полезной нагрузки

Вывод. Таким образом была продемонстрирована рациональность подхода к формированию технического облика БВС ВТ с размещением ЦО в СМ, позволяющего более гибко работать с ограничениями размерности в зависимости от функциональных возможностей и учитывающего неодновременность выполнения полного спектра задач в рамках одного полета.

Литература

1. Проектирование самолетов / Погосян М.А., Лисейцев Н.К., Долгов О.С. и др. Под редакцией М.А. Погосяна, Н.К. Лисейцева, Д.Ю. Стрельца. – М.: Инновационное машиностроение, 2018. – 864 с.
2. Титов Д.В., Парненков А.Е. Подход к определению рациональной размерности беспилотного воздушного судна вертолетного типа по критерию функциональных возможностей // Тезисы 24-й Международной конференции «Авиация и космонавтика», Москва, 17-21 ноября 2025 г. – Москва : Изд-во «Перо», 2025. – С. 50.
3. Титов Д.В., Парненков А.Е. Особенности формирования предварительного технического облика корабельного беспилотного воздушного судна вертолетного типа из условий размещения бортового целевого оборудования // Тезисы 23-й Международной конференции «Авиация и космонавтика», Москва, 18-22 ноября 2024 г. – Москва: Изд-во «Перо», 2024. – С. 49-50.

УДК № 629.7:351.814.332
eLIBRARY.RU: 73.37.11

Гаспарян Г.А.
Gasparyan G.A.
аспирант
Чехов И.А.
Chekhov I.A.
кандидат военных наук
доцент кафедры
МГТУ ГА, г. Москва

МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КРИТИЧНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ СЕТИ МАРШРУТОВ ОБСЛУЖИВАНИЯ ВОЗДУШНОГО ДВИЖЕНИЯ

AIR TRAFFIC ROUTE NETWORK ELEMENTS CRITICALITY ASSESSMENT AND PREDICTION MODEL

Аннотация. В работе предложена модель прогнозирования критичности звеньев пространственно-временной маршрутной сети обслуживания воздушного движения. Для оценки критичности используются структурные признаки сети, показатели центральности и адаптивный перколяционный анализ с автоматическим определением порога. Прогнозирование выполняется на основе модели градиентного бустинга по вектору признаков, включающему структурные, нагрузочные и временные характеристики.

Ключевые слова: воздушное пространство, воздушное движение, пропускная способность, организация потоков воздушного движения, обслуживание воздушного движения, стандарты ИКАО.

Abstract. This paper proposes a model for predicting critical links in a spatio-temporal air traffic route network. Criticality is assessed using structural network features, centrality measures, and an adaptive percolation analysis with automatic threshold detection. Prediction is performed with a gradient boosting model based on a feature vector that combines topological, load-related, and temporal parameters.

Keywords: airspace, air traffic, airspace capacity, air traffic flows, air traffic control, ICAO standards.

Увеличение пропускной способности воздушного пространства (ВП) за счёт совершенствования структуры сети маршрутов обслуживания воздушного движения (ОВД) и перераспределения потоков воздушного движения (ВД) является одной из часто используемых стратегий адаптации ВП под рост ВД согласно концепции CNS/ATM [1].

Материал и методы

Повышение пропускной способности ВП и сокращение задержек воздушных судов требуют не только выявления уже перегруженных участков, но и заблаговременного прогнозирования их перехода в критическое состояние. В условиях динамической воздушной обстановки критичность отдельных звеньев меняется во времени, поэтому статическая оценка сети не позволяет в полной мере учитывать реальные колебания нагрузки.

Материалами исследования послужили данные о пространственно-временной структуре сети маршрутов ОВД Московской воздушной зоны (МВЗ), а также данные о ВД, содержащие указания контрольных точек (КТ), временные метки пролёта и сведения о скоростях прохождения участков маршрутов. На их основе создавалась взвешенная сеть маршрутов в виде графа $G = (V, E)$ [2]. В качестве основных методов использовались теория графов, анализ центральности рёбер, адаптивный перколяционный анализ и метод градиентного бустинга для прогнозирования критичности звеньев [3]. Для каждого временного интервала T_k каждому ребру e_j сопоставлялся динамический вес, учитывающий как среднюю скорость перемещения ВС, так и её нестабильность:

$$\bar{W}_j = \frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n} W_{j,i}, \tag{1}$$

$$\sigma_j = \sqrt{\frac{1}{n}\sum_{i=1}^{n}(W_{j,i} - \bar{W}_j)^2}, \tag{2}$$

$$w'_j = \alpha \cdot \frac{\bar{W}_j}{W^{max}} - \beta \cdot \left(1 - \frac{\sigma_j}{W^{max}}\right) \tag{3}$$

где

$W_{\max} = \max_j \bar{W}_j$; $\alpha + \beta = 1$ (выбраны $\alpha = 0{,}7$ и $\beta = 0{,}3$ для того, чтобы основной вклад в динамический вес вносила средняя путевая скорость, а её значительный разброс снижал надёжность участка).

Для автоматического выделения критических звеньев применяется адаптивный перколяционный анализ [4]. Рёбра сортируются по возрастанию динамического веса, затем последовательно удаляется доля $q \in [0; 1]$ слабейших рёбер и для каждого шага вычисляется размер наибольшей связной компоненты (НСК) графа (G_q) [5]. Порог определяется как точка наиболее резкого изменения связности:

$$q_c = argmin \frac{d\text{НСК}}{dq}. \tag{4}$$

После этого все рёбра, входящие в первые $\lfloor q_c \cdot |E| \rfloor$ по динамическому весу, обозначаются как критические.

Результаты и обсуждение

В результате критичность ребра оценивается по совокупности структурных и динамических признаков (1–4). В состав вектора признаков для временного окна *t* включаются:

$$x_j^{(t)} = [w_j'^{(t)}, W_j^{(t)}, \sigma_j^{(t)}, c_j^{(t)}, R_{e_j}^{(t)}, B_{e_j}, deg_{e_j}, C_{e_j}, P_c, t, \sin(2\pi t/P), \cos(2\pi t/P), \ldots],$$

где

$c_j^{(t)}$ – центральность по нагрузке; B_{e_j} – посредническая центральность; deg_{e_j} – степень ребра; C_{e_j} – кластерность ребра; $R_{e_j}^{(t)}$ – показатель потери устойчивости; P_c – перколяционный показатель и др. признаки.

После формирования признаков выполняется обучение модели с использованием градиентного бустинга и оценка критичности каждого звена вычисляется вероятность того, что звено e_j будет критическим в интервале $t + 1$ при наблюдаемых признаках $x_j^{(t)}$(рассчитывается как значение функции прогноза вероятности обученной модели):

$$\hat{y}_j^{(t+1)} = \mathrm{P}\left(y_j^{(t+1)} = 1 \middle| x_j^{(t)}\right).$$

Апробация модели выполнена на основе данных о ВД в МВЗ за август 2024 года. На их основе строились пространственно-временная взвешенная сеть (рис. 1), после чего выполнялся расчёт критичности звеньев согласно модели и проверялся эффект перенаправления потока с выделенного критического участка на альтернативный маршрут.

После выявления звена EKSER – OTKOL как критического и перенаправления части потока моделирование показало, что медианное уменьшение суммарной задержки при таком перенаправлении составляет 4,0 мин на звено. В среднем для различных сценариев воздушной обстановки объём вмешательства находится в диапазоне 5–15% от потока, что даёт устойчивый эффект сокращения времени задержки при загруженном ВП.

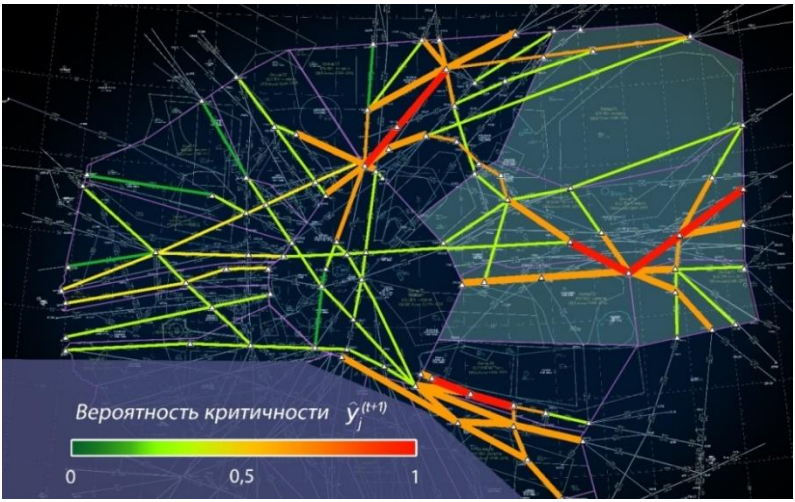


Рис. 1. Тепловая карта сети маршрутов ОВД, построенная с применением модели прогнозирования критичности

Разработанная модель позволяет перейти от статического выявления критических звеньев к их прогнозированию по набору структурных и временных признаков, что создаёт основу для заблаговременного перенаправления потоков ВД и снижения суммарных задержек ВС.

Литература

1. ИКАО. Правила аэронавигационного обслуживания; Организация воздушного движения. Doc 4444. Изд. 15. – Монреаль, ИКАО, 2007.
2. Козырев В.П. Теория графов // Итоги науки и техники. Серия «Теория вероятностей. Математическая статистика Теоретическая кибернетика». – 1972. – Том 10. – С. 25-74.
3. Sun Y., Wang S., Xu X., Shen L. Identification of critical links based on the optimal reliable path in stochastic traffic networks // PLoS ONE. – 2024. – № 19(1). – P. e0298173.
4. Гаспарян Г.А. Обнаружение критически важных звеньев в пространственно-временных маршрутах с использованием теории сложных сетей // Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык. – 2025. – № 3 (46). – С. 131-161.
5. Mazzarisi P., Zaoli S., Lillo F., Delgado L., Gurtner G. New centrality and causality metrics assessing air traffic network interactions // Journal of Air Transport Management. – 2019. – Vol. 85. – Article 101801.

УДК 656.072; 004.9
eLIBRARY.RU: 73.37.00

Степкина В.С.
Stepkina V.S.
студентка
Степкина О.С.
Stepkina O.S.
студентка
МГТУ ГА, г. Москва

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АЭРОПОРТА

THE USE OF DOMESTIC DIGITAL TECHNOLOGIES IN AIRPORT OPERATIONS

Аннотация. В статье рассматривается значимость внедрения отечественных информационных технологий в авиационную отрасль. Описывается комплексная цифровая экосистема, созданная в России. Осуществлён сравнительный анализ данной системы с зарубежными. Приведено несколько критериев, соответствие которым позволяет рекомендовать аэропорт к применению цифровой экосистемы.

Ключевые слова: цифровые технологии, импортозамещение, цифровая экосистема, цифровой двойник, автоматическая диспетчеризация, ИИ моделирование.

Abstract. The article examines the importance of the introduction of domestic information technologies in the aviation industry. A complex digital ecosystem created in Russia is described. A comparative analysis of this system with foreign ones has been carried out. There are several criteria that allow the airport to be recommended for the use of the digital ecosystem.

Keywords: digital technologies, import substitution, digital ecosystem, digital twin, automatic dispatching, AI modeling.

Введение. Перед предприятиями страны стоят задачи по применению российского ПО, разработки и внедрению отечественных технологий [1-3].

Согласно Указу Президента необходимо осуществить переход к 2030 году не менее 80% российских организаций ключевых отраслей экономики на использование базового и прикладного российского программного обеспечения [1]. По распоряжению правительства РФ

необходимо применять в авиаотрасли современные отечественные решения на базе сквозных цифровых технологий [2]. По распоряжению правительства РФ следует обеспечить повышение качества транспортных услуг в части скорости обслуживания пассажиров [3].

Методы и результаты исследования

Направления цифровизации в аэропортах: управление пассажиропотоком; обработку багажа; операционное управление; обеспечение безопасности и обслуживание грузовых перевозок [4]. Использование отечественных цифровых технологий обеспечивает снижение зависимости от импортного ПО, адаптацию решений к российским условиям, снижение стоимости внедрения.

На примере аэропорта Шереметьево изучена отечественная технология – комплексная цифровая экосистема (см. рис.1.) [5,6].

Для оценки функциональных преимуществ отечественной цифровой экосистемы проведён сравнительный анализ с зарубежными ПО, которые использовались в аэропорту Шереметьево (см. таблицу 1).



Рис. 1. Схема цифровой экосистемы (разработано авторами по [5])

Таблица 1. Сравнительный анализ ПО

Отечественное ПО	Зарубежное ПО
«Цифровой двойник» с ИИ-прогнозированием	**AnyLogic**
Прогнозирует пассажиропотоки, имеет данные по каждому самолету и информацию, находящаяся в аэропорту. Интегрируется с другими цифровыми моделями.	Система рассматривает различные ситуации, например, какое число людей будет в зонах, если рейс переместить на 1 час. Имеет данные: расписание действующих рейсов, время прохождения пунктов контроля [7].
ИИ Моделирование нагрузки на терминал	**AnyLogic**
Моделирует нагрузку на все зоны аэропорта на каждый день, час и минуту.	Моделируется пространство, где показывается плотность движения пассажиров. Моделирует работу аэропорта за весь день за один час[8].
Автоматическая диспетчеризация ресурсами	**GroundStar**
Создаёт задачи для персонала и техники, подбирая наиболее оптимальных исполнителей.	Планирование, распределение и анализ использования персонала, вспомогательного оборудования. Прогнозирует спрос на ресурсы в будущем[9].

Вывод: ПО AnyLogic недостаточно эффективно. Отечественное ПО достигло такого же уровня развития, как мировой аналог GroundStar.

Цифровую экосистему целесообразно внедрять в аэропорты, которые являются хабами и активно взаимодействуют с зарубежными аэропортами, особенно с хабами Китая.

Заключение. В настоящий момент Россия разработала отечественную более эффективную цифровую экосистему. Она включает в себя модули, которые интегрированы между собой. Также позволяет справляться с нагрузками в зонах аэропорта путём распределения ресурсов, что позволяет улучшать качество обслуживания растущего пассажиропотока.

Литература

1. О национальных целях развития Российской Федерации на период до 2030 года от 21 июля 2020 - docs.cntd.ru: [Электронный ресурс] –

URL: https://docs.cntd.ru/document/565341150?marker7D20K3 08.05.2026.
2. О комплексной программе развития авиационной отрасли Российской Федерации до 2030 года от 25 июня 2022 – docs.cntd.ru: [Электронный ресурс] – URL:https://docs.cntd.ru/document/350899839 08.05.2026.
3. О Транспортной стратегии Российской Федерации до 2030 года с прогнозом на период до 2035 года от 27 ноября 2021 – docs.cntd.ru: [Электронный ресурс] – URL: https://docs.cntd.ru/document/727294161?ysclid=mp577pycnp16841365 08.05.2026.
4. Россия на пути к умным аэропортам: современные ИТ-инновации |Главпортал: [Электронный ресурс]-URL: https://glavportal.com/materials/rossiya-na-puti-k-umnym-aeroportam-sovremennye-it-innovacii 22.05.2026.
5. Аэропорт Шереметьево экономит более 1 млрд рублей в год благодаря цифровой экосистеме | RUБЕЖ: [Электронный ресурс] – URL: https://ru-bezh.ru/meropriyatiya/news/26/02/08/aeroport-sheremetevo-ekonomit-bolee-1-mlrd-rubley-v-god-blagodar 10.05.2026.
6. Шереметьево представил революционную ИИ-экосистему для аэропортов на ЦИПР-2025 | RUБЕЖ: [Электронный ресурс] – URL: https://ru-bezh.ru/meropriyatiya/news/25/06/05/sheremetevo-predstavil-revolyutsionnuyu-ii-ekosistemu-dlya-aerop 10.05.2026.
7. AnyLogic: имитационное моделирование для бизнеса: [Электронный ресурс] – URL: https://www.anylogic.ru/ 10.05.2026.
8. Имитационное моделирование обслуживания пассажиров в аэропорту: [Электронный ресурс] – URL: https://cyberleninka.ru/article/n/imitatsionnoe-modelirovanie-obsluzhivaniya-passazhirov-v-aeroportu/viewer 11.05.2026.
9. Groundstar: Advenced aviation digital decision support-INFORM: [Электронный ресурс] – URL:https://www.inform-software.com/en/software/groundstar 11.05.2026.

УДК 656.7.084.12
eLIBRARY.RU: 73.37.17

Власова А.В.
Vlasova A.V.
кандидат технических наук, доцент
доцент кафедры
Пахомов А.П.
Pakhomov A.P.
аспирант
МГТУ ГА, г. Москва

МЕТОДОЛОГИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ОРНИТОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ В АЭРОПОРТУ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

METHODOLOGY OF AUTOMATED CONTROL OF THE ORNITHOLOGICAL SITUATION AT THE AIRPORT BASED ON A COMPLEX OF TECHNICAL MEANS

Аннотация. Для повышения эффективности обеспечения орнитологической безопасности полетов в районе аэродрома необходимо повсеместно в аэропортах внедрять и применять комплекс средств автоматизации контроля орнитологической обстановки (КСА КОО). Эта интегрированная система обеспечит сбор, обработку, анализ и визуализацию данных о птицах в режиме реального времени, что позволит своевременно оповещать службы и экипажи о потенциальных угрозах и формировать основу для принятия эффективных мер по управлению рисками. В статье представлена модель взаимодействия между подсистемами КСА КОО, службами аэропорта и экипажем.

Ключевые слова: орнитология, повышение безопасности полетов, комплекс средств автоматизации контроля орнитологической обстановки.

Abstract. To improve the effectiveness of ornithological flight safety in the aerodrome area, it is necessary to implement and utilize a comprehensive automated ornithological monitoring system (AOMS) at airports. This integrated system will collect, process, analyze, and visualize bird data in real time, enabling timely alerts to services and crews of potential threats and forming the basis for effective risk management measures. This article presents a model of interaction between the AOMS subsystems, airport services, and crew.

Keywords: ornithology, improving flight safety, a set of automated means for monitoring the ornithological situation.

Исследования зарубежных (FAA, EASA) и национальных (ФАВТ, МАК) отраслевых организаций свидетельствуют, что аэропорты с их сложной и разнообразной экосистемой, активно привлекают птиц благодаря наличию источников кормовой базы, как естественной, так и антропогенной, водоемов и открытых пространств. Наличие птиц в районе аэродромов неизбежно приводит к столкновениям их с воздушными судами. В 2025 году на территории Российской Федерации произошло 54 инцидента из-за столкновения воздушных судов с птицами, в 2024 году – 72 инцидента. В 2025 году в Управление инспекции по безопасности полетов Росавиации поступило 1848 сообщений о случаях столкновений воздушных судов с птицами, которые не привели к инцидентам [1].

Для предотвращения событий, связанных со столкновением птиц с воздушными судами, используют средства для отпугивания или уничтожения птиц из общего перечня, приведенного в Федеральных авиационных правилах № 331 «Правила борьбы с опасностью, создаваемой объектами животного мира на аэродромах гражданской авиации» [2]. Однако эффективность любых методов отпугивания птиц напрямую зависит от качества их предварительного мониторинга и своевременного обнаружения в районе аэродрома [3].

Существующие подходы к контролю орнитологической обстановки зачастую основаны на ручном мониторинге, который имеет ряд ограничений: ограниченный охват территории, зависимость от человеческого фактора, невозможность контроля в условиях плохой видимости и недостаточная оперативность реагирования. Поэтому предлагается автоматизировать процесс мониторинга за орнитологической обстановкой в районе аэродрома предполагая применение различных методов в рамках одного комплекса.

Материал и методы

Представим модель КСО КОО в виде блок-схемы, а также дополним блоками взаимодействия со службами аэропорта и экипажами воздушных судов, для полноты представления модели (рисунок 1).

Эффективность КСА КОО во многом определяется слаженностью взаимодействия его подсистем, применением различных методов, а также корректным обменом информацией между системой, службами аэропорта и экипажами воздушных судов.



Рис. 1. Модель взаимодействия между подсистемами КСА КОО, службами аэропорта и экипажами ВС

Такая архитектура позволит перейти от визуального наблюдения, имеющего ряд ограничений, описанных выше, к непрерывному автоматизированному контролю за орнитологической обстановкой в районе аэродрома. Что снизит число столкновений воздушных судов с птицами на самых критических этапах полета – взлете и посадке. Каждая из составляющих модели требует детального изучения с точки зрения необходимости и возможности применения в том или ином аэропорту.

Данная система, на ряду с КСА управления воздушным движением (УВД), может являться одной из составляющих системы обеспечения безопасности полетов воздушных судов [4].

Литература

1. Материалы расследований инцидентов и производственных происшествий Росавиации [Электронный ресурс]. Режим доступа: https://archive.aviaregistr.ru/ (дата обращения 25.05.2026).
2. Приказ Министерства транспорта Российской Федерации от 2 октября 2023 года №331 «Об утверждении Федеральных авиационных правил «Правила борьбы с опасностью, создаваемой объектами животного мира на аэродромах гражданской авиации»» [Электронный

ресурс]. Режим доступа: https://docs.cntd.ru/document/1303560160 (дата обращения 10.06.2026).
3. Власова, А.В. Обнаружение птиц в районе аэродрома как фактор обеспечения орнитологической безопасности полетов воздушных судов / А.В. Власова, Б.П. Елисеев // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. – 2025. – Т. 28, № 4. – С. 26-39. – DOI 10.26467/2079-0619-2025-28-4-26-39. – EDN TQQMPH.
4. Шаров, В.Д. Анализ выполнения стандартов ИКАО в программе безопасности полётов гражданской авиации России / В.Д. Шаров // Crede Experto: транспорт, общество, образование, язык. – 2026. – № 1. – С. 6-28. – DOI 10.51955/2312-1327_2026_1_6. – EDN IAGAQU.

УДК 656.7.08:629.7.072
eLIBRARY.RU: 73.00.00

Босулаев М.Д.
Bosulaev M.D.
магистрант
МГТУ ГА, г. Москва

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ДОПУСКА КУРСАНТОВ К САМОСТОЯТЕЛЬНЫМ ПОЛЁТАМ НА ОДНОДВИГАТЕЛЬНЫХ ВОЗДУШНЫХ СУДАХ

DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR ADMITTING CADETS TO SOLO FLIGHTS ON SINGLE-ENGINE AIRCRAFT

Аннотация. В докладе предложен многофакторный подход к допуску курсантов лётного училища к самостоятельным полётам на однодвигательных воздушных судах. Предложена концепция оценки сочетания факторов: подготовки обучаемого, характера упражнения, эксплуатационного состояния воздушного судна и остаточного ресурса двигателя.
Ключевые слова: курсант, самостоятельный полёт, однодвигательное воздушное судно, риск, допуск, двигатель, ресурс.

Abstract. The report proposes a multifactor approach to admitting flight school cadets to solo flights on single-engine aircraft. The concept of assessing a combination of factors is proposed, including the trainee’s level of preparation, the type of flight exercise, the operational condition of the aircraft, and the remaining engine life.

Keywords: cadet, solo flight, single-engine aircraft, risk, admission, engine, service life.

Первоначальная подготовка пилотов в учебных заведениях гражданской авиации Российской Федерации осуществляется на однодвигательных воздушных судах DA40 и C-172S. В соответствии с действующим законодательством РФ подготовка включает глобально две большие ступени: первая – подготовка на уровне пилота-любителя или частного пилота (до 45 часов налета), вторая – подготовка коммерческого пилота (до 130 часов налета). Особенностью подготовки пилотов на первом этапе является выполнение самостоятельных полетов, которые определяются как полёты, в которых пилот-курсант является единственным лицом на борту воздушного судна [1, с.9]. Следовательно, курсант самостоятельно принимает решения, контролирует параметры полёта и отвечает за безопасное завершение задания. По данным отчетов МАК в 2004 – 2026 гг. в учебных заведениях гражданской авиации, специализирующихся на подготовке пилотов произошло 12 авиационных событий, из которых: 6 авиационных инцидентов (50%), 1 серьезный авиационный инцидент (8,3%), 2 аварии (16,7%) и 3 катастрофы (25%). В случаях, где удалось определить формат полёта, 7 событий произошли с инструктором – 77,8 %, 2 события – при самостоятельных полётах – 22,2 %; при этом оба самостоятельных случая были связаны с первым самостоятельным полётом курсанта [2].

Цель доклада – разработать алгоритм допуска курсанта к выполнению самостоятельного полета, учитывающего техническое состояние воздушного судна, а именно остаточный ресурс двигателя и уровень подготовки курсанта.

Действующая программа подготовки уже содержит требования, направленные на безопасность самостоятельных полётов. Курсант, не прошедший предварительную подготовку или показавший недостаточную подготовку, к полётам не допускается [1, с.17–18]. Окончательное решение о допуске к первому самостоятельному полёту, а также ко всем остальным самостоятельным упражнениям принимает лицо командно-лётного состава от заместителя командира авиационной эскадрильи и выше по результатам лётной проверки, а непосредственно перед планируемым самостоятельным упражнением проводится устный опрос (контроль готовности) [1, с.19]. К сожалению, реализуемая модель планирования самостоятельных упражнений не учитывает комбинацию определенных факторов, а именно малого остаточного ресурса силовой установки и налета

курсанта. Малый остаточный ресурс силовой установки сам по себе не говорит о её неисправности, однако согласно теории надёжности, ресурс относится к показателям долговечности, а отказ и вероятность отказа рассматриваются как показатели безотказности технической системы [3, с.10-12]. Курсант с меньшим налётом имеет меньший опыт лётной эксплуатации воздушного судна, поэтому при планировании самостоятельного упражнения его готовность к действиям при отказе силовой установки и принятию решений в особой ситуации целесообразно оценивать более осторожно [1, с.5, 31], несмотря на единые стандарты подготовки. В связи с этим предлагается проактивный алгоритм планирования, учитывающий более широкий спектр факторов. В этой связи допуск к самостоятельному полёту целесообразно рассматривать не только как ответ на вопрос «можно или нельзя», но и как оценку предпочтительности сочетания «курсант – воздушное судно – упражнение». Разработанный алгоритм представлен на рисунке 1.

Стоит отметить, что на сегодняшний день допуск курсантов к самостоятельным полетам осуществляется при выполнении обязательных условий, поэтому предложенный алгоритм создает более жесткие рамки для допуска к самостоятельным упражнениям, что может способствовать повышению безопасности полетов (БП). Безусловно, разработанный алгоритм требует более детальной проработки на уровне планирования полетной смены, распределения воздушных судов между инструкторским составом. Ограничение по остаточному ресурсу силовой установки в настоящей работе выбрано, как наиболее критический фактор при выполнении полетов на однодвигательном воздушном судне.

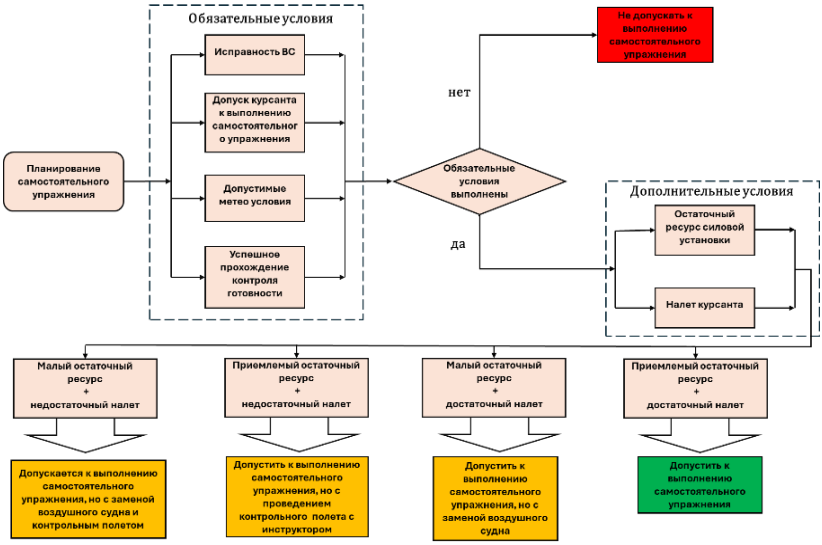


Рис. 1. Блок-схема разработанного алгоритма

В дальнейшем концепция может быть развита через балльную шкалу факторов, матрицу риска, статистику замечаний по воздушным судам и данным индивидуальной подготовки курсантов.

Таким образом, предложенный алгоритм допуска курсантов к самостоятельным полётам позволяет дополнить существующий порядок допуска анализом сочетания факторов и создать дополнительный инструмент для планирования учебной лётной смены.

Литература

1. Программа учебной и производственной практики подготовки коммерческих пилотов в ФГБОУ ВО «УИ ГА им. Б.П. Бугаева» и его филиалов. – Ульяновск: УИ ГА, 2024. – 278 с.
2. Расследования авиационных происшествий и инцидентов [Электронный ресурс] // Межгосударственный авиационный комитет. – URL: https://mak-iac.org/rassledovaniya/ (дата обращения: 25.05.2026).
3. Кириакиди С. К., Сатин В. А. Надёжность летательных аппаратов: учебное пособие. – Воронеж: Изд-во ВГТУ, 2009. – 107 с.

УДК 629.7.08
eLIBRARY.RU: 73.37.41

Преферансов Д.И.
Preferansov D.I.
аспирант, ассистент кафедры
Киселев М.А.
Kiselev M.A.
доктор технических наук, профессор
заведующий кафедрой
МГТУ ГА, г. Москва

К ПРОБЛЕМЕ ОБОСНОВАНИЯ ОБЛИКА ТРЕНАЖЁРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ АВИАЦИОННОГО ПЕРСОНАЛА

CHALLENGES OF JUSTIFYING THE DESIGN OF A SIMULATOR FOR AVIATION PERSONNEL TRAINING

Аннотация. В работе проанализированы подходы к реализации практической подготовки различных категорий авиационного персонала. Выделены отличия в использовании тренажеров при подготовке летного состава и специалистов по техническому обслуживанию воздушных судов, которые увеличивают стоимость и сроки подготовки специалистов по техническому обслуживанию. Предлагаются мероприятия (организационные и технические), реализация которых позволит снизить сроки и стоимость подготовки специалистов по техническому обслуживанию воздушных судов. Среди таких мероприятий указываются обеспечение возможности получения свидетельств авиационного персонала студентами и выпускниками авиационных технических учебных заведений среднего и высшего образования, а также разработка и внедрение линейки специализированных тренажеров подготовки специалистов по техническому обслуживанию воздушных судов. Обоснован облик и требования к тренажёру по подготовке специалистов по техническому обслуживанию воздушных судов.

Ключевые слова: технические средства обучения, подготовка авиационного персонала, требования к тренажёрам

Abstract. The paper analyzes approaches to implementing practical training for various categories of aviation personnel. Differences in the use of simulators during the training of flight crews and aircraft maintenance specialists have been identified; these differences increase the cost and duration of training for aircraft maintenance specialists.

Measures (organizational and technical) are proposed whose implementation will reduce the time and cost of training aircraft maintenance specialists. Among such measures are:
– enabling students and graduates of aviation technical educational institutions (both secondary and higher education) to obtain aviation personnel certificates;
– developing and introducing a range of specialized simulators for training aircraft maintenance specialists.

The design concept and requirements for a simulator intended for training aircraft maintenance specialists have been substantiated.

Keywords: technical training tools, training of aviation personnel, requirements for simulators.

Анализ нормативной документации, определяющей порядок подготовки авиационного персонала в Российской Федерации (РФ), указывает на наличие отличий в подготовке летного состава и специалистов по техническому обслуживанию воздушных судов (ТО ВС): выдача свидетельств авиационного персонала для ИТС происходит только в рамках дополнительного профессионального обучения в авиационных учебных центрах. Реализуемые в государственных ВУЗах и колледжах РФ программы подготовки студентов технических специальностей, бакалавров и инженеров по направлению «Техническая эксплуатация летательных аппаратов и двигателей» не предполагают инициацию выдачи свидетельств авиационного персонала по их окончании [1]. Однако, государственные учебные заведения, осуществляющие подготовку лётного состава, могут инициировать выдачу свидетельств авиационного персонала своим курсантам после окончания, что открывает возможность выпускникам летных ВУЗов и училищ приступить к работе в авиакомпаниях практически сразу после окончания первичной профессиональной подготовки. Таким образом, сроки, а значит и стоимость подготовки специалистов по ТО ВС могут быть уменьшены при переходе на модель подготовки летного состава [2]. В докладе представлено обоснование облика и номенклатуры технических средств обучения ИТС по аналогии с DOC 9625 и ФАП 229 для лётного состава, а также необходимые изменения в законодательстве для совершенствования системы подготовки:

1) Формулируются необходимые изменения в законодательстве, направленные, во-первых, на изменение учёта практик студентов технических специальностей по аналогии с пилотами, во-вторых,

изменения по приёму практического экзамена при получении свидетельства авиационного персонала.

2) Обосновывается номенклатура технических средств обучения специалистов по ТО ВС.

3) Формулируются облик и основные требования к виртуальному тренажёру для подготовки ИТС с разбором процедур технического обслуживания ВС [3-5].

Литература

1. Артемов А.Д., Пигин С.В. Некоторые аспекты допуска выпускников авиационных вузов к эксплуатации гражданских воздушных судов // Научный вестник МГТУ ГА. 2025 Т. 28, № 5 С. 50-62. DOI: 10.26467/2079-0619-2025-28-5-50-62.

2. Косачевский, С.Г. Оценка эффективности методики первоначальной профессиональной подготовки пилотов для эксплуатации самолетов с электронными системами отображения информации / С.Г. Косачевский, Д.В. Айдаркин, Д.В. Качан // Научный вестник Московского государственного технического университета гражданской авиации. – 2018. – Т. 21, № 5. – С. 8-22. – DOI 10.26467/2079-0619-2018-21-5-8-22. – EDN YLKWCD.

3. Howard M., Gutworth M., & Jacobs, R. A meta-analysis of virtual reality training programs. [Текст] / Howard M., Gutworth M., & Jacobs, R. // Comput. Hum. Behav. – 2021. – № 121. URL: https://doi.org/10.1016/J.CHB.2021.106808.

4. Holuša, V., Vaněk, M. Virtual Reality as a Tool for Sustainable Training and Education of Employees in Industrial Enterprises [Текст] / Holuša, V., Vaněk, M // Sustainability. – 2023. – URL: https://doi.org/10.3390/su151712886.

5. Manolakis K., Papagiannakis G. Virtual Reality simulation streamlines medical training for healthcare professionals [Текст] / Manolakis K., Papagiannakis G. // Journal of Dentistry. – 2022. – URL: https://doi.org/10.1016/j.jdent.2022.103987.

УДК 629.735
eLIBRARY.RU: 55.47.29

Сафарян К.Р.
SafaryanK.R.
студент
МГТУ ГА, г. Москва

РЕКОНФИГУРАЦИЯ ЗАКОНА УПРАВЛЕНИЯ ПРИ ПОЛНОМ ОТКАЗЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ

RECONFIGURATION OF THE CONTROL LAW IN CASE OF THE CONTROL SYSTEM FAILURE

Аннотация. В статье рассмотрен один из возможных способов реализации резервной системы автоматического управления полётом самолёта при полном или частичном отказе системы управления. Предложен концепт создания САУ, которая при полном или частичном отказе системы управления позволит произвести реконфигурацию закона управления переходом на управление только изменением тяги авиадвигателей. Произведено моделирование предложенной системы в среде динамического моделирования SimInTech.

Ключевые слова: реконфигурация закона управления, отказ системы управления, отказ гидросистемы, потеря управления, система автоматического управления, автопилот, управления тягой авиадвигателя.

Abstract. The article discusses one of the promising ways to develop a standby automatic flight control system for aircraft in the event of a control system failure. A concept for an automatic flight control system (AFCS) is proposed that, in case of a complete or partial control system failure, would allow for the reconfiguration of the control law, transitioning to engine thrust-only control. The proposed system was modeled using the SimInTech dynamic simulation environment.

Keywords: control law reconfiguration, control system failure, hydraulic system failure, loss of control, automatic flight control system, autopilot, aircraft engine thrust control.

Несмотря на значительный прогресс в области построения систем управления полётом, общие принципы остаются неизменными. Меняются лишь промежуточные звенья между органом управления и исполнительными устройствами. Переход от прямых обратимых

систем к бустерным, а далее – к электродистанционным, безусловно, повысил безопасность полётов [1]. Однако вероятность полного отказа системы управления все ещё присутствует, и в случае её наступления, воздушное судно определённо потерпит катастрофу [2].

Предлагаемая система является лишь дополнением к уже существующим самолётным системам, поэтому её разработка, создание и внедрение не будут сопряжены с большими экономическими издержками (рис. 1). Предполагается, что её реализация возможна добавлением лишь одного вычислителя, включаемого в электронную систему управления двигателями (ЭСУД).

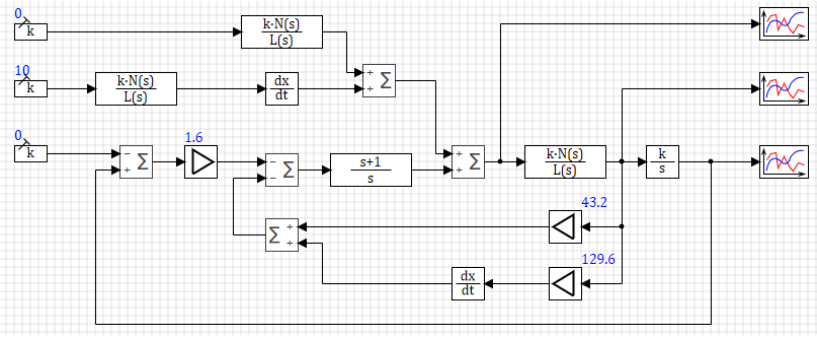


Рис. 1. Модель предлагаемой системы в среде динамического моделирования SimInTech

Таким образом создание альтернативной резервной системы обосновано, так как она без значительного увеличения массы и стоимости предполагает повышение отказоустойчивости системы управления самолётом.

Закон управления предлагаемой системы автоматического управления имеет вид:

$$\frac{TS}{TS+1}\cdot\Delta\delta_{\text{АД}} = K_{\omega_z}^{\text{АД}}\omega_z + K_{\vartheta}^{\text{АД}}\cdot(\Delta\vartheta - \Delta\vartheta_{\text{зад}})$$

где

$\Delta\delta_{\text{АД}}$ – приращение отклонения рычага управления двигателями (РУД); T – постоянная времени регулятора; $K_{\omega_z}^{\text{АД}}$ – передаточный коэффициент авиадвигателя по угловой скорости тангажа; ω_z – угловая скорость тангажа; $K_{\vartheta}^{\text{АД}}$ – передаточный коэффициент

авиадвигателя по углу тангажа; $\Delta\vartheta$ – приращение угла тангажа; $\Delta\vartheta_{зад}$ – приращение заданного угла тангажа.

Литература

1. Кузнецов С.В., Воробьев В.Г. Автоматическое управление полётом самолётов. – М.: Транспорт, 1995. – 447 с.
2. Шаталов А.С., Топчеев Ю.И., Кондратьев В.С. Летательные аппараты как объекты управления. – М.: Машиностроение, 1972. – 239 с.

УДК: 629.7
eLIBRARY.RU: 06.73.21

Ольчев К.А.
Olchev K.A.
младший научный сотрудник
ИИЕТ им. С.И. Вавилова РАН, г. Москва

ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ИЗ МАГНИЯ И ТИТАНА И ПОПЫТОК ИХ ВНЕДРЕНИЯ В СЕРИЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО

THE HISTORY OF THE DEVELOPMENT OF MAGNESIUM AND TITANIUM AIRCRAFT AND ATTEMPTS TO INTRODUCE THEM INTO SERIAL PRODUCTION

Аннотация. В докладе рассмотрена история создания летательных аппаратов из титана, магния и попытки их внедрить в серийное производство. Рассмотрены причины использования этих металлов в авиапромышленности, рассмотрен вопрос, почему большинство летательные аппаратов из магния и титана не были серийными машинами.

Ключевые слова: авиация, титан, магний, производство цветных металлов, серийное производство.

Abstract. The report examines history of development of aircraft made from titanium and magnesium, as well as attempts to put them into mass production. It discusses the reasons for using these metals in the aviation and reasons why the majority magnesium and titanium aircraft did not enter mass production.

Keywords: aviation, titanium, magnesium, production of non – ferrous metals, mass production.

Во второй половине 30-х годов XX века в авиации наметилась тенденция перехода от смешанной конструкции самолета к цельнометаллической: дерево и сталь заменялись дюралюминием. Это было связано со многими факторами, главным из которых отметим долговечность цельнометаллической конструкции. Это было важно для гражданской авиации, где ценились долговечность и возможность эксплуатировать самолеты в различных климатических условиях.

В отечественной авиации процесс перехода на цельнометаллические конструкции замедлялся по причине недостаточного производства алюминия. Поэтому предпринимались попытки найти альтернативу алюминию.

Одной из таких альтернатив стали сплавы на основе магния. Магний обладает высокой удельной прочностью. Масса конструкции, сделанная из магния заметно легче аналогичной по объему из дюралюминия. Однако магниевые сплавы обладают невысокими механическими характеристиками. Из-за малой пластичности магниевые детали тяжело подвергаются механической обработке. Не последним по важности был вопрос защиты магниевых сплавов от коррозии.

Первым сплавом на основе магния стал сплав «электрон», разработанный в 1908 году Густавом Пистором и Вильгельмом Мошелем в Германии. И первыми, кто смог изготовить самолет из электрона, стали инженеры фирмы «Альбатрос». В 1931 году они создали биплан L-81, крыло, хвостовое оперение и фюзеляж которого был сделан из электрона. Официально это был разведчик, но фактически это был экспериментальный самолет. В течении шести лет самолет каждые полгода проверяли на прочность, при этом не было обнаружено не изменения прочностных свойств, ни следов коррозии.

Первым отечественным самолетом из электрона стал Э-1, созданный коллективом под руководством А.Л. Гиммельфарба. Поддержку группе при создании самолета оказал завод ГАЗ № 1, который разрабатывал методы обработки магниевых сплавов и методы их защиты от коррозии. Э-1 совершил первый полет в 1934 году и, как «Альбатрос», был экспериментальной машиной. Самолет подвергали проверкам на коррозионную стойкость до 1938 года. По завершении испытаний в 1938 году состоялось совещание в НИИВВС по использованию электрона, по результатам которого электрон был рекомендован для изготовления деталей, не относящихся к силовому набору самолета [1].

Последней попыткой изготовить самолет из магниевых сплавов стал американский истребитель Р-56 фирмы Northrop. Он был создан из магниевых сплавов с целью экономии алюминия. Р-56 впервые взлетел в 1943 году и, по результатам испытаний, остался опытной машиной.

В первой половине 50-х годов летательные аппараты достигли сверхзвуковых скоростей. И тут выяснилась проблема аэродинамического нагрева. При продолжительном полете на скоростях больше 2 Маха конструкция самолета нагревалась до 350-400 градусов по Цельсию. Дюралюминиевые сплавы не обладали достаточной жаропрочностью. Жаропрочные стали же обладали значительной массой для использования в авиации.

Тогда конструкторы обратили свое внимание на титан. Титан обладает небольшой удельной массой и хорошей жаропрочностью. Однако он требовал специальных методов его обработки и имел высокую себестоимость. Так на 1954 год 1 тонна титана стоила 486 тыс. рублей [2].

Впервые отечественные авиаконструкторы использовали титан при создании сверхзвуковой крылатой ракеты «Буря». Из титана были изготовлены передние кромки крыльев и носовой обтекатель [3]. Во время разработки «Бури» были разработаны новые методы обработки титана и удалось снизить его себестоимость. Однако ракета «Буря» не была принята на вооружение из-за её стоимости.

Первым самолетом из титана был американский бомбардировщик XB-70 «Валькирия». Применение титана обуславливалось высокой скоростью полета, как и на «Буре». Из-за высокой стоимости проекта и совершенствования баллистических ракет проект был закрыт.

Опыт по применению титана при создании «Бури» пригодился при создании первого отечественного самолета из титана – Т-4 «Сотка». Предполагалось, что самолет Т-4 будет совершать полеты на крейсерской скорости 3000 км/ч, что исключало применение в конструкции самолета дюралюминиевых сплавов. «Сотка» совершила свой первый полет в 1972 году, но, ввиду дороговизны проекта, осталась опытной машиной. Строительство самолетов целиком из титана было признано бесперспективным из-за высокой стоимости, но было рекомендовано использовать титан в силовом наборе самолетов.

Единственными серийными самолетами из титана можно назвать разведывательные самолеты А-12 и SR-71, разработанные в США. Но и они были построены малой серией.

Литература

1. Соболев Д.А. Экспериментальные самолёты России, 1912-1941. – М.: Русавиа, 2015. – 295 с.
2. Мухин М.Ю. Авиапромышленность СССР в 1945-1964 гг. – М.: Кучково поле, 2020. – 317 с.
3. Первов М.А. История отечественного ракетостроения. Т.1. – М.: Столичная энциклопедия, 2014. – 752 с.

Секция 6
«КОСМОНАВТИКА И ОБЩЕСТВО. ФИЛОСОФИЯ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО»

УДК 008:52; 629.78
eLIBRARY.RU: 89.00.00

Кричевский С.В.
Krichevsky S.V.
доктор философских наук, профессор
главный научный сотрудник
ИИЕТ им. С.И. Вавилова РАН
г. Москва

УСТОЙЧИВОЕ ОСВОЕНИЕ КОСМОСА: НОВАЯ КОНЦЕПЦИЯ (К 100-ЛЕТИЮ ПУБЛИКАЦИИ ПЛАНА К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО (1926) И К 90-ЛЕТИЮ А.Д. УРСУЛА)

SUSTAINABLE SPACE EXPLORATION: A NEW CONCEPT (ON THE 100TH ANNIVERSARY OF THE PUBLICATION OF K.E. TSIOLKOVSKY'S PLAN (1926) AND ON THE 90TH ANNIVERSARY OF A.D. URSUL)

Аннотация. В русле плана К.Э. Циолковского (1926), трудов А.Д. Урсула (26.07.1936–5.11.2020) по освоению космоса и устойчивому развитию, Повестки дня ООН «Космос–2030» (2024), разработана новая концепция устойчивого освоения космоса в парадигмах экспансии и экоразвития. Представлены методологические основания концепции, модели освоения космоса в XX–XXI вв. и нового процесса устойчивого освоения космоса, перспективы реализации плана Циолковского до 2126 г.

Ключевые слова: Циолковский К.Э., Урсул А.Д., безопасность, космическая деятельность, устойчивое освоение космоса, устойчивое развитие, человечество, экспансия и экоразвитие.

Abstract. In line with the K.E. Tsiolkovsky plan (1926), the works of A.D. Ursul (07.26.1936 – 11.25.2020) on space exploration and sustainable development, the UN Space 2030 Agenda (2024), a new concept of sustainable space exploration in the paradigms of expansion and eco-development has been developed. The methodological foundations of the concept, models of space exploration in the XX–XXI centuries and the new

process of sustainable space exploration, prospects for the implementation of the Tsiolkovsky plan until 2126 are presented.

Keywords: Tsiolkovsky K.E., Ursul A.D., safety, space activities, sustainable space exploration, sustainable development, humanity, expansion and eco-development.

100 лет назад К.Э. Циолковский (1926) опубликовал «общий план космических достижений … ступени … развития» для экспансии человечества в космос [1, с. 79, 80, 114–117]. В 2026 г. 90-летие А.Д. Урсула (26.07.1936–5.11.2020), развившего идеи Циолковского [2–5], и 65-летие 1-го полета человека в космос (Ю.А. Гагарин, 12.04.1961), начала экспансии, жизни людей вне Земли.

«Лишь взгляд на освоение космоса … Циолковского оказывается совместимым со стратегией устойчивого развития» [4, с. 124]. В русле трудов Циолковского и Урсула [1–5], Повестки дня ООН «Космос–2030» [6], работ автора [7, 8] разработана новая концепция устойчивого освоения космоса (УОК) в парадигмах экспансии и экоразвития. Впервые оглашена на конференции (Екатеринбург, 6.04.2026), кратко см. в [9], полный текст в [10].

Освоение космоса – «всеобъемлющий процесс познания, исследования, освоения, колонизации, использования, применения космоса человеком для выживания, безопасности и развития» [7, с. 21].

Устойчивое развитие (УР), «sustainable development», концепции УР – в трудах А.Д. Урсула и др., в дискурсе социоприродного развития, универсального эволюционизма, ноосферогенеза с 90-х гг. XX в. [3–6], дополнены концепциями управления эволюцией и экспансией (А.В. Яблоков и др., 2014–2025) [8–10].

Устойчивое освоение космоса – процесс экспансии и экоразвития, с обеспечением безопасности и УР человека и социума, с сохранением устойчивости ОС Земли и космоса. Идеи УР для освоения космоса, переход к долгосрочной устойчивой космической деятельности (ДУКД) обсуждаются в России и мире с 10-х гг. XXI в., в т.ч. в ООН: проблемы доступа в космос, «космического мусора», безопасности КД, устойчивости ОС, использования внеземных ресурсов [6, 9, 10].

Новая концепция УОК охватывает процесс на Земле и в космосе, в т.ч. переход к постоянной жизни человека вне Земли, в логике «устойчивая КД – УОК – УР человечества», не ограничивается ДУКД (это лишь часть, инструмент, «двигатель» УОК). Предложены: модель освоения космоса в XX–XXI вв.; модель нового процесса УОК в XXI в.; междисциплинарная концептуальная модель УОК.

Есть 2 стратегии освоения космоса: (1) «ограниченная» и (2) «безграничная» экспансия [7, с. 353–356]. 2-я соответствует плану Циолковского (1926), за 100 лет выполнены 8 из его 16-ти пунктов [1, с. 115–116], впереди 8, с ростом сложности, 5 из них (пп. 9–13) [1, с. 117] можно выполнить за следующие 100 лет, до 2126 г., при оптимистическом сценарии развития человечества, КД, УОК, преодолении глобального кризиса на Земле.

С 20-х гг. XXI в. в КД начался переход от эпохи рекордов к УОК. Но в новой реальности на Земле глобальный кризис перехода к новому миропорядку, с ростом милитаризации, хаоса, опасных тенденций, что препятствует переходу к мирному УОК, необходимому для объединения мирового сообщества в решении проблем безопасности и развития, прекращения и предотвращения войн, сохранения ОС на Земле и в космосе [8–10].

Мирное УОК, экспансия и жизнь людей вне Земли – важное дополнение, «балансир», ограничитель, альтернатива опасной экспансии на Земле, ускоритель развития, шанс для спасения человечества. Россия может внести важный вклад в мирное УОК для экологичной экспансии и УР в XXI в. в сотрудничестве с др. странами.

Предлагается: 1. Инициировать, разработать, принять в ООН новую Повестку дня «Космос–2050: Устойчивое освоение космоса» на 2030–2050 гг. в продолжение и развитие Повестки дня ООН «Космос – 2030». 2. Организовать в России и мире исследования, обсуждение и решение комплекса проблем УОК.

Литература

1. Циолковский К.Э. Исследование мировых пространств реактивными приборами: (переиздание работ 1903 и 1911 гг. с некоторыми изм. и доп.). – Калуга: 1-я Гостип. ГСНХ, 1926. – 128 с.
2. Урсул А.Д. Освоение космоса (философско-методологические и социологические проблемы). – М.: Мысль, 1967. – 230 с.
3. Урсул А.Д. Путь в ноосферу. Концепция выживания и устойчивого развития цивилизации. – М.: Луч, 1993. – 274 с.
4. Урсул А.Д., Урсул Т.А. Безопасность и устойчивое развитие: взаимосвязь земного и космического аспектов // XXXIII Научные чтения, посвященные разработке творческого наследия К.Э. Циолковского. Тезисы докладов. – М.: ИИЕТ РАН, 1998. – С. 124–125.
5. Урсул А.Д. Освоение космоса в стратегии устойчивого развития // Актуальные проблемы авиационных и аэрокосмических систем: процессы, модели, эксперимент. – 2016. – Т. 21. – № 1. – С. 200–205.

6. Повестка дня ООН «Космос–2030»: космос как двигатель устойчивого развития. – Вена: ООН, 2024. – 30 с.
7. Кричевский С.В. Освоение космоса человеком: Идеи, проекты, технологии экспансии. История и перспективы. Изд. 2-е, испр. и доп. – М.: Ленанд, 2022. – 448 с.
8. Кричевский С.В. Сумма экспансии на Земле и в космосе, эволюция технологий и управление экоразвитием при переходе к новому миропорядку // Управление техносферой: электрон. журнал. – 2025. – Т. 8. – Вып. 3. – С. 360–379.
9. Кричевский С.В. Человек, постоянно живущий вне Земли // Независимая газета. – Приложение «Наука». – № 4(462). – 14.04.2026.
10. Кричевский С.В. Устойчивое освоение космоса в парадигмах экспансии и экоразвития // Управление техносферой: электрон. журнал. – 2026. – Т. 9. – Вып. 3. – (в печати).

УДК 341.229; 341.218; 008.2
eLIBRARY.RU: 89.00.00

Ударцев С.Ф.
Udartsev S.F.
доктор юридических наук
Университет «КАЗГЮУ» им. М.С. Нарикбаева
г. Астана, Казахстан

КОНЦЕПЦИЯ ГЛОБАЛЬНОГО ПРАВА А.Д. УРСУЛА

THE CONCEPT OF GLOBAL LAW BY A.D. URSUL

Аннотация. В тезисах, посвященных концепции глобального права, сформулированной А.Д. Урсулом, раскрываются её основные черты и, прежде всего, правà человечества нового пространственного и качественного измерения, обеспечивающего устойчивое развитие и формирование земной космической цивилизации, а в дальнейшем – метаправа.

Ключевые слова: А.Д. Урсул, глобализация, человечество, глобальное право, устойчивое развитие, космическая деятельность, космическая цивилизация.

Abstract. The theses devoted to the concept of global law formulated by A.D. Ursul reveal its main features and, above all, the rights of humanity of a new spatial and qualitative dimension, ensuring sustainable development

and the formation of an earthly cosmic civilization, and subsequently – meta-law.

Keywords: A.D. Ursul, globalization, humanity, global law, sustainable development, space activities, space civilization.

1. Выдающийся учёный в сфере космической философии Аркадий Дмитриевич Урсул (1936-2000) является автором концепции глобального права (ГП) как всемирного правового комплекса устойчивого развития. В отличие от других идей «всемирного права» как права «всемирного государства» или как высшей ступени развития права, или системы международного права в целом, идеи Урсула – это теоретическое видение планетарной по своему содержанию ступени эволюции права, имеющей естественное продолжение в следующих уровнях космического права. По мнению Урсула становления ГП (планетарного) как права формирующейся космической цивилизации (КЦ), а в перспективе – метаправа, является важным элементом космической эволюции, возможной формой организации, управления и регулирования отношений КЦ.

2. Урсул подчеркивал взаимосвязь процессов глобализации и космизации в эволюции цивилизации как являющихся «закономерным следствием социально-экономического и технологического» ее развития. Он замечал: «Благодаря освоению космоса буквально все глобальные, да и многие другие проблемы… начинают обретать свое космическое продолжение и существование» [1, с. 18]. В космическом плане процессы глобализации формируют КЦ. Суть и историческую «цель» глобализации он видел в «формировании целостности человечества» [1, с. 19]. Ученый признавал объективность процессов интеграции человечества, писал о «взаимодействии прогрессивных и регрессивных процессов и тенденций мирового развития» [1, с. 16], о наличии «позитивных и негативных эффектов глобализации» как формы развития мирового сообщества и, возможно, превышении пока отрицательных её эффектов. Будущее, полагал он, принадлежит «управляемой глобализации» как «глобализации через переход к устойчивому развитию» [2, с. 1289].

3. Объективно развивающаяся космическая деятельность (КД) стимулирует глобализацию, требует, по крайней мере, международного объединения сил и ресурсов, а по наиболее крупным проектам – практически всего человечества. КД будет все более выходить за пределы существующей политической и правовой формы организации общества, содействуя становлению глобального и сверхглобального управления и правового регулирования, их

институциональному оформлению. Освоение космоса Урсул рассматривал как «мировую, общечеловеческую, глобальную проблему». Однако «глобализирующееся человечество, а вместе с ним и ряд его проблем, с началом космической эры перерастают планетарные масштабы» [1, с. 26].

4. Формирование глобализирующегося человечества, по мнению Урсула, потребует содержательной «кардинальной трансформации» нравственных и правовых норм, изменения не только пространственных, но и качественных параметров права. Допуская разные варианты развития ГП, он полагал, что одним из наиболее вероятных вариантов может быть формирование его как права устойчивого развития на национальном, транснациональном и международном уровнях [2, с. 1290-1291].

5. «Прообразом и маяком» ГП признавалось космическое право – отрасль международного права, проникающая и в национальное право. Глобальное право Урсул связывал с концепцией устойчивого развития «как будущей формы развития цивилизации». Он полагал, что международное космическое право во многом предвосхитило ряд принципов, позже вошедших в концепцию стратегии устойчивого развития и «представляет собой юридическую реализацию концепции космоглобализма и космоглобалистики» [1, с. 33].

6. Как сторонник глобального господства (верховенства) права Урсул признавал, что носители суверенитета на национальном уровне должны быть готовы к разумным взаимным уступкам и компромиссам [см.: 3]. ГП постепенно соединится с космическим правом, которое само будет эволюционировать в «глобально-космическое» [2, с. 1295].

7. По Урсулу процесс глобализации права должен сопровождаться взаимодействием и сближением национальных правовых систем, постепенной стандартизацией и унификацией международного права в планетарном масштабе, появлением юридической глобалистики и глобального измерения юриспруденции [см.: 2, с. 1292]. При этом ГП как право устойчивого развития будет смещать ориентацию основных принципов с государств, как это имеет место в современном международном праве, на другие субъекты и человечество в целом, и должно быть скорее превентивным или опережающим [см.: 2, с.1294].

Литература

1. Урсул А.Д. Космоглобалистика: взаимосвязь глобальных и космических процессов // Философия и космология / Philosophy & Cosmology 2012. – Киев, 2013. – С. 7-51.

2. Урсул А.Д. Глобализация права и глобальное право: концептуально-методологические проблемы // Право и политика. – 2012. – № 8. – С. 1284-1297.
3. Урсул А.Д. Становление права устойчивого развития в условиях глобализации // Соционауки. Ноосфера XXI века. – Вып. 2. [Электронный ресурс]. URL: https://www.socionauki.ru/almanac/noo21v/number_2/4_2_2.php (дата обращения: 5.07.2026).

УДК 341.229; 341.218; 008.2
eLIBRARY.RU: 89.00.00

Ударцев С.Ф.
Udartsev S.F.
доктор юридических наук
Университет «КАЗГЮУ» им. М.С. Нарикбаева
г. Астана, Казахстан

А.Д. УРСУЛ И В.В. РУБЦОВ О МЕТАПРАВЕ

A.D. URSUL AND V.V. RUBTSOV ON METALAW

Аннотация. Тезисы посвящены совместным трудам В.В. Рубцова и А.Д. Урсула, в которых они, вслед за американским теоретиком международного космического права Эндрю Хейли и некоторыми другими, рассматривают метаправо как совокупность правовых норм, регулирующих отношения между космическими цивилизациями. Отмечены некоторые особенности трактовок проблемы Рубцовым и Урсулом и современное значение их работ.

Ключевые слова: метаправо, принципы метаправа, взаимодействие космических цивилизаций, Эндрю Хейли, А.Д. Урсул, В.В. Рубцов.

Abstract. This thesis examines the joint work of V.V. Rubtsov and A.D. Ursul, in which they, following the American theorist of international space law, Andrew Haley, and several others, examine metalaw as a set of legal norms regulating relations between space civilizations. Certain aspects of Rubtsov and Ursul's interpretations of the problem and the contemporary significance of their work are highlighted.

Keywords: metalaw, principles of metalaw, interaction of space civilizations, Andrew Haley, A.D. Ursul, V.V. Rubtsov.

1. В связи с 90-летием со дня рождения Аркадия Дмитриевича Урсула, важно вспомнить, что он и его бывший аспирант Владимир Васильевич Рубцов, в соавторстве, в числе первых в сфере философии права в СССР, ещё в 1980-х гг. начали изучение проблемы метаправа, адаптируя его к новым историческим условиям и развивая идеи К.Э. Циолковского о социальных космических регуляторах и космической этике.

2. Первым идею метаправа выдвинул в 1956 г. Эндрю Галлахер Хейли (Andrew Gallagher Haley, 1904-1966) – известный американский юрист в сфере космического права, президент Американского ракетного общества, в 1957-1959 гг. – президент Международной астронавтической федерации (IAF), автор монографии «Space Law and Government» (N.-Y., 1963). Отмечая заслуги Хейли в постановке проблемы и осмыслении этики и метаправа применительно к контактам гипотетических космических цивилизаций (КЦ), соавторы позитивно оценивают многие его идеи. Не возражали они и против «великого принципа метаправа» Хейли: «Поступай с другими так, как они хотели бы, чтобы ты с ними поступал» [1, с. 183]. Соавторы обращают внимание также на работы о метаправе выдающегося австрийского юриста по космическому праву Эрнста Фазана (Ernst Fasan, 1926-2021), его юридическую концепцию основных принципов взаимоотношений разумных существ.

3. Соглашаясь с условностью термина, соавторы понимают метаправо как «совокупность правовых норм, регулирующих отношения между различными цивилизациями» [1, с. 183]. В основе метаправа должны лежать некие «межцивилизационные соглашения», но не только они. Возможен и выход за рамки «общества равных», «согласования воль» и «межцивилизационных договоров», что может зависеть от более развитой КЦ. При не урегулированных контактах, их правовой основой могут быть «принципы контакта» как проекция на ситуацию «внутрицивилизационных» правовых и этических норм [см.: 1, 184-185]. Возможный процесс контакта с высокоразвитыми КЦ будет проходить под их контролем [см.: 2, с. 141]. При этом допускается возможность «скрытого» (тайного) контакта КЦ, что может быть связано с разным уровнем развития КЦ. Субъектами метаправа, признаются отдельные КЦ, а объектами – те блага, на которые распространяются их притязания [см.: 2, с. 139].

4. Урсул и Рубцов выдвигают гипотезы о неразрывной связи уровня развития КЦ и их социальной организации, а также о возможности в рамках некоторых планетных систем существования нескольких КЦ и в этих пределах – «смешанных» или «конфликтующих» общественных

систем. Они допускают, что в тенденции, для КЦ межзвездного уровня, возможно существование «соответствующей ему высокоразвитой социальной структуры» и определенной общности социальных регуляторов этих КЦ.

5. Соавторы пишут, что если бы в Галактике возникла федерация КЦ, то она была бы неким «космическим аналогом» ООН и до определенной степени регулировала бы взаимоотношения входящих в нее КЦ. Двусторонние и многосторонние соглашения между КЦ определяли бы их взаимные права и обязанности, а нарушители подвергались бы санкциям со стороны «галактического сообщества» [2, с. 138]. При этом, масштабы космоса, скорость взаимосвязи КЦ, уровни их развития, воля и мораль более развитой КЦ могут влиять на формы организации, управления и регулирования отношений между КЦ. Не исключали они и теоретическую возможность существования агрессивных КЦ, по крайней мере «ненамеренно агрессивных» [2, с. 140].

6. С началом новой волны КД, формированием космической государственности, рассекречиванием государствами части материалов об НЛО и программах изучения иного разума, с развитием ИИ, работы Урсула и Рубцова о метаправе и метаэтике актуализируются. Требуется дальнейшее осмысление нравственных и правовых основ взаимодействия человечества с иным разумом. Разработка проблемы метаправа из сфер философии и философии права переходит в общую теорию права, затрагивает международное и национальное космическое право.

Литература

1. Рубцов В.В., Урсул А.Д. Контакт цивилизаций и проблема метаправа // К. Э. Циолковский: философские и социально-политические проблемы освоения космического пространства. Труды XXI–XXIII Чтений, посвящённых разработке научного наследия и развитию идей К. Э. Циолковского (Калуга, 1986, 1987, 1988 гг.). – М.: ИИЕТ АН СССР, 1991. – С. 181-190.

2. Рубцов В.В., Урсул А.Д. Проблема внеземных цивилизаций: философско-методологические аспекты. – Кишинев: Штиинца, 1987. – 336 с.

УДК 001.32
eLIBRARY.RU: 89.00.00

Кричевский С.В.
Krichevsky S.V.
доктор философских наук, профессор
главный научный сотрудник
ИИЕТ им. С.И. Вавилова РАН
г. Москва

А.Д. УРСУЛ (1936-2020): ВКЛАД В СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ «ФИЛОСОФСКОЙ» СЕКЦИИ ЧТЕНИЙ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО

A.D. URSUL (1936-2020): CONTRIBUTION TO THE CREATION AND DEVELOPMENT OF THE «PHILOSOPHICAL» SECTION OF K.E. TSIOLKOVSKY'S READINGS

Аннотация. А.Д. Урсул (1936–2020) – один из инициаторов, создателей, организаторов и первых руководителей секции «К.Э. Циолковский и философские проблемы освоения космоса», начавшей работать на IX Чтениях К.Э. Циолковского (1974). Идеи и труды А.Д. Урсула, его яркий образ, пример жизни и деятельности, многолетнее участие в работе Чтений, вклад в создание и развитие философской секции играют важную роль в продолжении исследований наследия Циолковского, философских и социально-гуманитарных проблем освоения космоса, космонавтики и общества в России и мире, в сохранении традиций.

Ключевые слова: Урсул А.Д., идеи и труды, космонавтика и общество, освоение космоса, устойчивое развитие, философские и социально-гуманитарные проблемы, философская секция, Чтения К.Э. Циолковского.

Abstract. A.D. Ursul (1936-2020) was one of the initiators, creators, organizers and first leaders of the section «K.E. Tsiolkovsky and philosophical problems of Space exploration», which began working at the IX Readings of K.E. Tsiolkovsky (1974). The ideas and works of A.D. Ursul, his vivid image, an example of life and work, his long-term participation in the Readings, his contribution to the creation and development of the philosophical section play an important role in continuing research on Tsiolkovsky's legacy, philosophical and socio-humanitarian problems of space exploration, cosmonautics and society in Russia and the world, and in preserving traditions.

Keywords: Ursul A.D., ideas and works, cosmonautics and society, space exploration, sustainable development, philosophical and socio-humanitarian problems, philosophical section, Readings by K.E. Tsiolkovsky.

Аркадий Дмитриевич Урсул (1936-2020) – выдающийся и всемирно известный учёный, доктор философских наук, профессор, заслуженный деятель науки РФ, академик АН Молдавии, активно участвовал в Чтениях К.Э. Циолковского с 60-х гг. XX века, был членом Оргкомитета [1].

А.Д. Урсул еще в 1964 г., одним из первых в СССР и мире опубликовал монографию [2] и защитил кандидатскую диссертацию по философским проблемам освоения космоса. В них ещё до создания и начала работы Чтений К.Э. Циолковского были изложены основания для будущей философской секции. В 1969 г. Аркадий Дмитриевич защитил диссертацию доктора философских наук по методологическим проблемам теории информации, в 1971 г. ему присвоили учёное звание профессор. С 1970 г. он возглавлял сектор философских вопросов естествознания Института философии АН СССР. Вполне закономерно, что он стал одним из инициаторов, создателей, организаторов и первых руководителей секции «К.Э. Циолковский и философские проблемы освоения космоса» (она начала работать на IX Чтениях 1974 г.).

На 1-м заседании философской секции Аркадий Дмитриевич сделал доклад (в соавторстве с Ю.А. Школенко) на тему: «О некоторых концепциях в связи с космизацией этики» и был ответственным редактором (вместе с Е.Т. Фаддеевым) 1-го сборника трудов секции, где опубликован и текст этого доклада [3, с. 18-28]. На X Чтениях в 1975 г. он сделал доклад на тему: «Альтернатива грядущего: гибель или бессмертие?», на XI Чтениях в 1976 г. – доклад «Развитие идей К.Э. Циолковского о характере деятельности цивилизаций в космосе» (в соавторстве с В.В. Рубцовым). Тексты этих 2-х докладов вошли в сборник 1978 г. (ответственные редакторы А.Д. Урсул, Е.Т. Фаддеев, Ю.А. Школенко) [4, с. 20-31, 132-148].

Доклады и тексты Аркадия Дмитриевича всегда вызывали большой интерес. Их тематика охватывала: философские и социально-гуманитарные проблемы освоения космоса; изучение и развитие идей К.Э. Циолковского; теорию и практику космонавтики и общества в России и мире; применение потенциала космонавтики на Земле и в космосе в интересах нашей страны и человечества; проблемы безопасности и устойчивого развития, экологии и

природопользования, космических перспектив автотрофности человечества, освоения внеземных природных ресурсов, обеспечения геокосмической безопасности, внеземных цивилизаций, информатизации, глобализации, космоглобалистики, ноосферогенеза, универсального эволюционизма, права, этики и др. Выделим его монографию «Путь в ноосферу» (1993) [5].

Аркадий Дмитриевич в завершающий период жизни участвовал в работе секции: на 55-х Чтениях (2020) с докладом «Алгоритмы достижения геокосмической устойчивости» [6], а в сборнике 56-х Чтений (посмертно) вышел его текст «Космический майнинг для устойчивого развития» (2021) [7] (в соавторстве с Т.А. Урсул).

Идеи и труды А.Д. Урсула, его яркий образ и пример жизни, научной, образовательной и общественной деятельности, многолетнее участие в работе философской секции Чтений К.Э. Циолковского, вклад в её создание и развитие, играют важную роль в продолжении исследований наследия Циолковского, философских и социально-гуманитарных проблем освоения космоса, космонавтики и общества в России и мире, в сохранении традиций [1–8].

Литература

1. Урсул Т.А., Кричевский С.В., Мапельман В.М. Аркадий Дмитриевич Урсул. К 85-летию со дня рождения // К.Э. Циолковский и прогресс науки и техники в XXI веке. Ч. 2. – Калуга: Эйдос. – С. 4-10.
2. Урсул А.Д. Освоение космоса (философско-методологические и социологические проблемы). – М.: Мысль, 1967. – 230 с.
3. Труды Девятых чтений, посвященных разработке научного наследия и развитию идей К.Э. Циолковского: Секция «К.Э. Циолковский и философские проблемы освоения космоса». – М.: ИИЕТ АН СССР, 1975. – 111 с.
4. Труды Десятых и Одиннадцатых чтений, посвященных разработке научного наследия и развитию идей К.Э. Циолковского: Секция «К.Э. Циолковский и философские проблемы освоения космоса». – М.: ИИЕиТ АН СССР, 1978. – 160 с.
5. Урсул А.Д. Путь в ноосферу. Концепция выживания и устойчивого развития цивилизации. – М.: Луч, 1993. – 274 с.
6. Урсул А.Д., Урсул Т.А. Алгоритмы достижения геокосмической устойчивости // Научное значение трудов К.Э. Циолковского: история и современность. Ч. 2. – Калуга: Эйдос, 2020. – С. 37-39.
7. Урсул А.Д., Урсул Т.А. Космический майнинг для устойчивого развития // К.Э. Циолковский и прогресс науки и техники в XXI веке. Ч. 2. – Калуга: Эйдос, 2021. – С. 42-45.

8. Батурин Ю.М. Космоглобалист и философ Аркадий Урсул // Независимая газета. – Приложение «Наука». – № 7(465). – 19.05.2026.

УДК 629.7(092)(571.17)
eLIBRARY.RU: 02.41.00

Кувшинов Д.Ю.
Kuvshinov D.Yu.
доктор медицинских наук
заведующий кафедрой нормальной физиологии
им. проф. Н.А. Барбараш
ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России
г. Кемерово
Шиллер В.В.
Schiller V.V.
кандидат исторических наук
заведующий кафедрой истории
ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России
г. Кемерово

Ю.А. ГАГАРИН И КУЗБАСС КОСМИЧЕСКИЙ (К 65-ЛЕТИЮ ПЕРВОГО ПОЛЁТА ЧЕЛОВЕКА В КОСМОС)

Y.A. GAGARIN AND THE SPACE OF KUZBASS (ON THE 65TH ANNIVERSARY OF THE FIRST HUMAN SPACEFLIGHT)

Аннотация. Кузбасс тесно связан с космосом – родиной лётчиков-космонавтов А.А. Леонова, Б.В. Волынова, А.С. Гребёнкина. В честь полёта Ю.А. Гагарина названа первая в СССР и мире улица Гагарина в г. Кемерово, установлены бюсты Ю.А. Гагарина в Кемерово и Новокузнецке. С 2022 г. проводятся Международный фестиваль Юрия Гагарина и конференция «Через тернии к звёздам: освоение космоса» в КемГМУ. Исследование космоса не только технический, но и масштабный философский проект.

Ключевые слова: Ю.А. Гагарин, Кузбасс, космос, прогресс, космонавтика, гуманизм.

Abstract. Kuzbass is closely connected with space the birthplace of cosmonaut pilots A.A. Leonov, B.V. Volynov, A.S. Grebenkin. In honor of Yuri Gagarin's flight, the first Gagarin Street in the USSR and the world was named in Kemerovo, and busts of Yuri Gagarin were erected in Kemerovo and Novokuznetsk. The International Yuri Gagarin Festival has

been held since 2022, and the KemSMU conference «Through Thorns to the Stars: Space Exploration» has been held. Space exploration is not only a technical, but also a large-scale philosophical project.

Keywords: Yuri Gagarin, Kuzbass, space, progress, cosmonautics, humanism.

12 апреля 1961 года произошло одно из грандиознейших событий в истории человечества – первый полёт человека в космос. Космонавт Юрий Алексеевич Гагарин открыл новую страницу для дальнейшего прогресса в освоении космоса. Траектория полёта Ю.А. Гагарина проходила над Сибирью, в т.ч. и над Кузбассом. В 2026 году мы отметили 65-летие этого свершения. Безусловно, столь знаковое событие потрясло воображение современников, вызвав триггерную реакцию научных открытий, философских осмыслений, творческих озарений. Главный конструктор ОКБ-1 С.П. Королёв писал о Ю.А. Гагарине: «Он открыл людям дорогу в неизвестный мир. Но он сделал и нечто большее – он наделил людей верой в их собственные силы, в их возможности, дал стимул идти увереннее, смелее». Премьер-министр Индии Джавахарлал Неру подчеркнул: «Полёт Гагарина – это величайшее достижение человеческого разума и мужества. Это событие, которое навсегда изменило наше представление о границах возможного» (цит. по [1]).

Кемеровская область – Кузбасс не могли оставаться в стороне от этого общемировой признания. На карте Кузбасса появились памятные места, связанные с полетом Ю.А. Гагарина. 13 апреля 1961 года Кемеровский городской совет переименовал улицу Магистральную в улицу Гагарина [2]. Кемерово стало первым в СССР и мире населённым пунктом, где имя космонавта было увековечено в названии улицы [3]. На ней установлено две мемориальные доски.

На юге Кузбасса, в городе Новокузнецке, в 1966 году был разбит Парк культуры и отдыха имени Ю.А. Гагарина площадью около 20 га. В парке находятся планетарий имени А.А. Фёдорова (первого его директора) и бюст Ю.А. Гагарина (скульптор В.И. Дудник, архитектор Ю.М. Журавков). Новое здание планетария было открыто 10 апреля 1981 года, а сам он работает с 1959 года [4]. В Кемерово бюст Ю.А. Гагарина установлен в 1986 году (скульптор Б.И. Дюжев, архитектор Б.П. Лерман). Постановлением Коллегии Администрации Кемеровской области памятник признан объектом культурного наследия муниципального значения [5].

В Кузбассе с 2022 года проводится ежегодный Международный фестиваль Юрия Гагарина. В 2026 году кульминацией Фестиваля

стала театрализованная постановка подготовки и старта в космос Ю.А. Гагарина. В Кемеровском государственном медицинском университете прошла неделя космоса, в рамках которой состоялась VII Международная научно-практическая конференция «Через тернии к звездам: освоение космоса» и автопробег в деревню Листвянку, на малую родину А.А. Леонова.

Кузбасс – это родина летчиков-космонавтов А.А. Леонова, Б.В. Волынова, А.С. Грёбенкина, место работы гелиометеоролога А.В. Дьякова. Символично, что металлокаркас монумента «Покорителям космоса» на ВДНХ был изготовлен на Кузнецком заводе металлоконструкций (г. Новокузнецк).

65-летие первого полёта человека в космос – это повод по-новому взглянуть и на свою историю, ведь освоение космоса не только технический, но и масштабный философский проект, соединяющий в себе научный рационализм, идеи космизма и гуманистический взгляд на человека.

Литература

1. Маринин И.А. «Шагнул в пустоту»: что говорили о полете Гагарина космонавты и общественные деятели. [Электронный ресурс]. URL: https://prokosmos.ru/2026/04/12/shagnul-v-pustotu-chto-govorili-o-polete-gagarina-kosmonavti-i-obshchestvennie-deyateli?ysclid=mqvmdnmgw69816821022 (дата обращения: 29.05.2026).
2. Решение № 180 Исполнительного комитета Кемеровского городского Совета депутатов трудящихся от 13.04.1961 г. «О переименовании улицы Магистральной».
3. Чернова К. «Была Глухая – стала Слепая»: как менялись названия кемеровских улиц в XX веке. [Электронный ресурс]. URL: https://gazeta.a42.ru/lenta/articles/23658-byla-gluhaya-stala-slepaya-kak-menyalis-nazvaniya-kemerovski (дата обращения: 29.05.2026).
4. Бюст космонавта Ю.А. Гагарина // Управление культуры администрации города Новокузнецка. [Электронный ресурс]. URL: http://www.kultura-nk.ru/pamyatniki1/obekty-kulturnogo-naslediya-mestnogo-znacheniya/byust-kosmonavta-yu.a.-gagarina.html (дата обращения: 29.05.2026).
5. Небо любит смелых. [Электронный ресурс]. URL: https://kemerovo.ru/gorod/virtualnye-vystavki-/nebo-lyubit-smelykh/?ysclid=mqvn7psdz23823863 (дата обращения: 29.05.2026).

УДК 140.8
eLIBRARY.RU: 02.41.21

Мапельман В.М.
Mapelman V.M.
доктор философских наук, профессор
Московский городской педагогический университет
г. Москва

МИРОВОЗЗРЕНИЕ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО КАК ОБЪЕКТ СОВРЕМЕННЫХ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИНТЕРПРЕТАЦИЙ

K.E. TSIOLKOVSKY'S WORLDVIEW AS AN OBJECT OF MODERN THEORETICAL INTERPRETATIONS

Аннотация. Дискуссии по поводу особенностей космизма и его права на квалификацию в качестве сложившегося самостоятельного философского направления затрагивают целый ряд взаимосвязанных вопросов: смысл термина «космизм»; установление (признание) его основоположника(ов); отнесение тех или иных мыслителей к данному направлению. Среди бесспорных русских космистов обычно называют Н.Ф. Фёдорова, К.Э. Циолковского, В.И. Вернадского, А.Л. Чижевского. При этом выводы, касающиеся их мировоззренческих позиций, нередко являются далеко не однозначными. В материале рассматриваются подобные обстоятельства в отношении творчества К.Э. Циолковского в научном сообществе.

Ключевые слова: мировоззрение, наука, материализм, панпсихизм, космизм, К.Э. Циолковский, космическая философия, космизм, «евангелизм».

Abstract. Discussions regarding the specifics of cosmism and its right to be classified as an established, independent philosophical movement touch upon a number of interconnected issues: the meaning of the term «cosmism»; the identification (recognition) of its founder(s); and the attribution of particular thinkers to this movement. Among the undisputed Russian cosmists, N.F. Fedorov, K.E. Tsiolkovsky, V.I. Vernadsky, and A.L. Chizhevsky are commonly cited. However, conclusions regarding their ideological positions are often far from unambiguous. This article examines similar circumstances regarding the work of K.E. Tsiolkovsky in the scientific community.

Keywords: worldview, science, materialism, panpsychism, cosmic philosophy, cosmism, K.E. Tsiolkovsky, «evangelism».

Космизм как объект теоретического осмысления, начиная с середины XX века, является центром притяжения для исследований, осуществляемых в рамках различных научных ориентаций, число которых постоянно увеличивается. В ходе дискуссий о его особенностях постоянно затрагивается целый ряд взаимосвязанных вопросов: право «космизма» на квалификацию как особого интеллектуального направления; установление (признание) его основоположника(ов); включение в число его сторонников тех или иных мыслителей и представителей разнообразных областей теоретического знания.

Сам же термин «космизм» в научном лексиконе появился в начале XX века в трактовке принципиально отличной от нынешних его модификаций [1]. Его вариаций и сегодня можно насчитать более десятка. Список же тех, кого называют космистами, непрерывно растёт. Создается впечатление, что в России скоро не останется ни одного мыслителя или деятеля науки и культуры, воспользовавшегося связанными с космосом понятиями или образами, кого не попробовали бы включить в число космистов. Однако есть в этом ряду и бесспорные представители, в частности это Н.Ф. Фёдоров, К.Э. Циолковский, В.И. Вернадский, А.Л. Чижевский, которые при этом данный термин никогда не употребляли.

Вопрос о принадлежности конкретных исследователей к тому или иному научному, философскому течению можно разрешить лишь в ходе анализа их мировоззрения. Однако комментарии, к работам, где рассматривается их творчество, в большинстве своём не включают в себя мировоззренческую составляющую или содержит значительную долю произвольных авторских допущений. Сосредоточимся на личности К.Э. Циолковского. Его жизненный путь привлекал, привлекает и, несомненно, будет привлекать к себе внимание неординарностью судьбы, неоднозначностью характеристик поведения, диапазоном оценок высказанных им идей и сделанных выводов. И вот на этом пути мы всё чаще сталкиваемся с неким сконструированным образом Константина Эдуардовича.

Прежде всего, его (и не только его) пытаются представить учеником, последователем и единомышленником Н.Ф. Фёдорова, провозгласив последнего основоположником русского космизма. Допущенные редакционные вольности при подготовке к печати автобиографических заметок К.Э. Циолковского, произвольные «домысливания», игнорирование или вольные трактовки авторских замечаний, правки при цитировании – стали общим местом в публикациях о Циолковском.

Остановимся на одной из них, доктора исторических наук М.В. Стрельца, который пишет: «Судьбоносной оказалась встреча Циолковского с Фёдоровым в 1870-е годы в Чертковской публичной библиотеке в Москве. Вот оценка Фёдорова Циолковским: «Изумительный философ, заменил мне университетских профессоров» [2]. На самом же деле оценка этой встречи в воспоминаниях Циолковского звучит так: «…В Чертковской библиотеке я заметил одного служащего с необыкновенно добрым лицом… Потом оказалось, что это известный аскет Фёдоров – друг Толстого и изумительный философ и скромник… Он и меня хотел сделать своим пенсионером, но это ему не удалось: я чересчур дичился» [3, с. 54-55]. И нет никаких «университетских профессоров», да и вспомнил об этих встречах Циолковский, когда ему было уже за 70 лет (в библиотеке же он занимался самообразованием, когда ему было 16-17 лет). Тем не менее, М.В. Стрелец настаивает: «Циолковский буквально впитывал сочинение «Философия общего дела» Фёдорова. Первое издание этой работы – стартовая точка в истории русского космизма» [2]. Но первое издание этой работы было осуществлено учениками и последователями Фёдорова уже после его смерти в 1903 году. В 1906 году вышел её 1-й том, изданный в Казахстане тиражом 480 экземпляров, и по завещанию автора книга издавалась не для продажи, 2-й том увидел свет в 1913 году (Циолковскому было соответственно 49 и 56 лет). 3-й том остался на этапе подготовки.

Не задаётся автор и вопросом, почему Фёдоров считается основоположником космизма, если первые космисты создавали и обнародовали свои произведения задолго до появления «Общего дела»?

Не менее настойчиво в публикации сквозит желание сделать из Циолковского религиозного мыслителя-новатора (и даже «евангелиста»). Основание – он оставил целый ряд работ и заметок по религиозной проблематике, в том числе предложил свои комментарии к Евангелиям («дерзкие интерпретации ключевых христианских сюжетов»). Однако, как отмечал священник и богослов А. Мень, у Циолковского отсутствовало понимание «персональных отношений с Живым Христом», субстанционально важное для христианина. При этом атеистом он всё-таки не был [4].

По сути дела происходит эксплуатация одной из универсальных особенностей русской философии, характерной для всей её истории, – стремления к целостному, системному, всеобщему (вселенскому) описанию мира. Осуществляется это путём «слияния антропологической и космической тенденций в направлении к

широкому антропокосмическому синтезу, к соединению истории природы и общества, их трансформации в единую, всеохватывающую историю Человека» [5, с. 105]. Настораживает то, что это происходит в профессиональной научно-философской среде.

Мировоззрение Циолковского не поддается однозначной оценке. Оно многомерно, противоречиво и не может быть ограничено ни его религиозно-теологическими рассуждениями, ни взглядами, позволяющими говорить о нём исключительно как о космисте. Это можно проследить по тем его работам, где он сам характеризует своё творчество (сошлёмся на ряд из них: [3, 6]). Его индивидуальная система взглядов, оценок и образных представлений должна стать объектом исследований, результаты которых затем могут быть использованы в науке и образовании.

Литература

1. Мапельман В.М. Содержательные метаморфозы термина «космизм» в российском философском знании // Вестник МГПУ, серия «Философские науки». – 2023. – № 1 (45). – С. 8-20.
2. Стрелец М.В. Евангелист Циолковский // Независимая газета. – 2025. – 30 сентября.
3. Циолковский К.Э. Черты из моей жизни. – Калуга: Золотая аллея, 2002. – 148 с.
4. Мень А. Циолковский и атеизм // Мень А. История религии. В поисках Пути, Истины и Жизни. В 7 тт. Т. 1. – М.: Слово, 1991. – С. 208-216.
5. Коган Л.А. Русская философия как социокультурный феномен // Вопросы философии. – 1988. – № 9. – С. 103-106.
6. Циолковский К.Э. Знаменательные моменты моей жизни. Штрихи автобиографии. Фатум, судьба, рок // Циолковский К.Э. Гений среди людей. – М.: Мысль, 2002. – С. 52-60.

УДК 111.1:159.923
eLIBRARY.RU: 02.21.61+ 02.15.51

Сабирзянов А.М.
Sabirzyanov A.M.
кандидат философских наук
доцент кафедры философии
КНИТУ-КАИ им. А.Н.Туполева
доцент кафедры философии
и гуманитарных дисциплин
Университет управления «ТИСБИ», г. Казань

ТРИ УРОВНЯ МИРОВОЗЗРЕНИЯ В ФИЗИЧЕСКОМ И МЕТАФИЗИЧЕСКОМ КОСМОСЕ

THREE LEVELS OF WORLDVIEW IN PHYSICAL AND METAPHYSICAL SPACE

Аннотация. Статья посвящена философскому анализу феномена эгоцентризма в контексте двух типов понимания космоса – физического и метафизического. Выделены три уровня мировоззрения: эгоцентричный (выживание тела), социоцентричный (сохранение культуры) и космоцентричный (отождествление с космосом). Показано, что на космоцентрическом уровне эгоцентризм трансформируется в осознанную включённость во Вселенную, что позволяет преодолеть страх смерти.

Ключевые слова: метафизика, космос, эгоцентризм, социоцентризм, космоцентризм, микрокосм.

Abstract. The article analyzes egocentrism in physical and metaphysical understandings of the cosmos. Three levels of worldview are identified: egocentric (body survival), sociocentric (culture preservation), and cosmocentric (identification with the cosmos). At the cosmocentric level, egocentrism transforms into conscious inclusion in the universe, overcoming the fear of death.

Keywords: metaphysics, space, egocentrism, sociocentrism, cosmocentrism, microcosm.

Метафизика – это один из самых фундаментальных и сложных вопросов в философии. Как раздел философии она изучает первоосновы и предельные принципы бытия, реальности и мира в целом. Термин метафизика буквально означает «то, что после физики». Слово появилось случайно. В I веке до н.э. Андроник Родосский, систематизируя труды Аристотеля, расположил его книги в таком порядке: сначала шли книги о природе («физика»), а затем – книги о «первых родах сущего», о том, что находится *за пределами* физического мира [1].

Физическое понимание космоса – это научная парадигма, где основу мира составляют материя, энергия, пространство-время и фундаментальные законы. Космос – гигантский механизм из частиц, атомов, планет, галактик. Сознание – продукт высокоорганизованной материи, не влияющий на законы природы.

Человек космосу безразличен. Однако человек не может принять эту безразличность. Он стремится найти смыслы своего бытия, и это заставляет его перейти к метафизическому пониманию. Здесь основанием бытия выступают сознание, дух, воля, информация, связь всего со всем (холизм). При таком подходе космос – это разумный организм, все части которого пронизаны единым целым. Материя – это лишь грубая форма тонкой реальности. Сознание первично, а значит космос разумен и жив. Человек представляет собой микрокосм, отражающий структуру макрокосма («как вверху, так и внизу»), т.е. учитывается принцип подобия. Такая позиция затрагивает один из шести основных принципов экологической философии, в которой гармония является высшей формой взаимосвязи элементов космической системы [2]. Таким образом, экологическая философия выступает как учение о взаимосвязи и гармонии природы, общества, человека и космоса. Нарушение гармонии ведёт к хаосу, разрушению и смерти, ставя перед человеком вопрос о смысле его существования, поднимая проблемы конечности человеческой жизни и страха небытия.

На психическом уровне страх смерти активирует защитный механизм – эгоцентризм. Это позиция, позволяющая сохранить себя как тело, личность, единицу космической конструкции и не раствориться во Вселенной. Время неизбежно рушит границы, человек перестаёт существовать. Чтобы не исчезнуть навсегда, он выстраивает метафизические конструкции, где сталкиваются духовное и материальное, конечное и бесконечное, дискретное и непрерывное.

В этих конструкциях определяются три уровня мировоззрения [3].

1. Эгоцентричное мировоззрение. Человек отождествляет себя с физическим телом и ведёт борьбу за выживание, удовлетворяя базовые потребности (сон, еда, оборона, размножение).

2. Социоцентричное мировоззрение. Человек отождествляет себя с частью социума или культуры. Он пытается сохранить язык, ценности, традиции, государство и т.д., то есть выстраиваются ментальные связи, в которых он также ведет борьбу за смыслы, сохраняя целостность и незыблемость своих социальных позиций. На этом уровне сочетаются физические и метафизические контуры существования: тело умирает, но «я» продолжается в народе и культуре.

3. Космоцентричное мировоззрение. Человек отождествляет себя с частью Вселенной или Космоса. Здесь доминируют метафизические принципы. Эгоцентризм не исчезает, но перестаёт быть защитой от космоса и становится способом бытия в космосе. Человек осознаёт себя локальным проявлением космического целого – нервной клеткой,

через которую космос ощущает себя, или волной, которая никогда не была отделена от океана. Страх смерти не подавляется, а трансцендируется. Смерть тела перестаёт быть абсолютным уничтожением: личность уже не отождествляет себя исключительно с физической оболочкой или социальной ролью. Человек говорит не «я умираю», а «форма возвращается к своему источнику».

На космоцентрическом уровне эгоцентризм становится эгоцентризмом в прямом смысле: ego (от лат. «Я») не отрицается, но помещается в центр космической системы координат иначе. Это не эгоизм и изоляция, а ответственность. Если человек есть микрокосм, то его внутреннее состояние влияет на макрокосм – не физически, а метафизически (через смысл, интенцию, качество сознания). Космоцентризм не отменяет эгоцентризм, а возводит его в высшую степень: от эгоцентризма выживания к эгоцентризму служения.

Вывод. Если физический космос безразличен человеку, то метафизический космос – это живое, смысловое целое, где человек выступает микрокосмом. Три уровня мировоззрения образуют иерархию: от выживания тела через сохранение культуры к отождествлению с космосом. На высшем уровне эгоцентризм не исчезает, а трансформируется в осознанную включённость во Вселенную, что позволяет преодолеть страх смерти.

Литература

1. Аристотель. Метафизика // Аристотель. Сочинения. В 4 тт. Т. 1. – М.: Мысль, 1975. – 550 с.
2. Сабирзянов А.М. Философско-экологические ситуации в управлении социальных систем. // Философия. Толерантность. Глобализация. Восток и Запад – диалог мировоззрений. В 3 тт. Т.1. – Уфа: РИЦ БашГУ, 2015. – С. 275-280.
3. Сабирзянов А.М. Категория «воля к власти» в контексте экологической философии. // Евразийский юридический журнал. – 2024. – № 10(197). – С. 532-538.

УДК 1 (091) (47)
eLIBRARY.RU: 02.91.91

Карулина Т.Б.
Karulina T.B.
кандидат философских наук
доцент кафедры
СНИТ ИБО НИТУ МИСИС, г. Москва

К.Э. ЦИОЛКОВСКИЙ: МЕХАНИЗМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИДЕАЛЬНЫХ ОБЩЕСТВ

K.E. TSIOLKOVSKY: MECHANISMS OF FUNCTIONING OF IDEAL SOCIETIES

Аннотация. Автор рассматривает теоретические основы предлагаемого Циолковским идеального общества, как порождающие наибольшее количество проблем и приводящие к его трансформации в общество с нестабильными социальными отношениями и неустойчивыми законами. Эти законы различны в разных общинах, разнородно регламентируют каждодневную жизнь человека внутри общины и тяготеют к коллективному единообразию.

Ключевые слова: идеальное общество, институты, эволюционирующая Вселенная, идеальный социальный порядок, система сдержек и противовесов, политическая нестабильность, социальные отношения, неустойчивость институтов, коммунальное устройство жизни.

Abstract. The author examines the theoretical foundations of Tsiolkovsky's ideal society as generating the greatest number of problems and leading to its transformation into a society with unstable social relations and unstable laws. These laws vary across communities, regulate daily life within the community in various ways, and tend toward collective uniformity.

Keywords: ideal society, institutions, evolving universe, ideal social order, system of checks and balances, political instability, social relations, institutional instability, communal living arrangements.

«Утопия вообще претендует на глобальность в той мере, в какой она стремится создать общественную гармонию на основе целостной теории, охватывающей все аспекты общественной и частной жизни» [1, с. 27]. Утопический проект Циолковского существует как «topos» (от греч. – «место»), рассматриваемый как модель, когда на ещё не реализованном уровне можно увидеть организм. Циолковский в этом смысле удобен: место, о котором он пишет, есть, и XX век показывает, что утопия составляет суть любой социальной теории [1, с. 62].

Конструкция эволюционирующей Вселенной, где человек живет в совершенствующихся общественных отношениях и увеличивающихся совершенных общинах, покоится на представлениях Константина Эдуардовича Циолковского о «механистичности Вселенной», которая «подобна часам, автомату, кино – молчаливому или

говорящему…Наука сначала приняла механичность для мёртвой природы, например для небесных тел, потом для низших организмов, далее для высших и, наконец, для человека» [2, с. 13]. Поэтому проблема равновесных социальных систем (наилучших общин) разрешается взаимодействием механистической Вселенной с посильной помощью самосовершенствующихся людей. Волю Вселенной откорректировать невозможно, и Циолковский обращает всё внимание на другую часть взаимодействующего механизма: человека, организованного в общину, подчиняющегося её установлениям. Жизнь предлагает человеку: или соответствовать характеристикам общины и остаться жить в ней, или «усовершенствоваться» и перейти в общину более высокого уровня, или уйти из общины на самостоятельное существование, или быть изгнанным из общины за отклоняющееся поведение. Если выстраивать общинное бытие снизу, с одной-двух общин, остаётся неясной организация экономической жизни общины как участницы производства продукции, и самого производства, неограниченного рамками общины. Если это делать сверху, то каким образом организуется принуждение, всех, не готовых к обязательному труду, потому что «система сдержек и противовесов, навязанная сверху, обычно не работает» [3, с. 10], так как «для свободы необходимы государство и законы. Но она не даруется государством или контролирующими его элитами… Свобода рождается из хрупкого равновесия сил между государством и обществом» [3, с. 10]. Это равновесие обеспечивается институтами. Институты Циолковского – семья, общественные системы, воспитывающие и обучающие подрастающего члена общины, а также традиции, законы и выборы.

Несмотря на то, что Циолковский настаивает на необходимости одного из самых сильных демократических институтов – всеобщих выборах, реализация их затрудняется политической нестабильностью («текучестью» законов и постоянной ротацией верхушек общин), опасной для экономических институтов и экономических стимулов, затрудняя предоставление общественных услуг. Более того, тотальная регламентация жизни человека в общине, начиная от размера участка, одежды и гигиенических процедур до разрешения деторождения, будет приводить к разрыву политических и экономических институтов, деформации общества. Очевидно, что проблемы должны возникнуть сразу как противоречие между естественным функционированием Вселенной и пониманием человека как единицы, скорее биологической, чем социальной.

Основой представлений Циолковского о социальной жизни человека и её улучшении стали две исходных идеи: о революционном духе, который «направлен не на человека, а на природу…Я не отрицаю необходимость жестоких переворотов. Они уже потому неизбежны, что существуют» [4, с. 16], и о том, что «богатства людей беспредельны… Нет надобности отнимать, когда в природе богатства рассеяны в бесконечном количестве. Тогда будет мирен, счастлив и успешен наш путь к идеалу» [4, с. 17-18].

В «Приключении атома» читателю так представлено общество будущего: «верховные заведовали всем, что касалось всего земного населения…Их обязанность была заботиться не об одном каком-нибудь округе, а обо всем населении Земли» [5, с. 5], опираясь на законодательство: «резюме основных законов. Права: на целость, на землю, на свободу, на брак и развод, на защиту от насильников. Обязанности: не насиловать, не иметь детей без разрешения, уничтожать по возможности милосердно несознательную животную жизнь» и «основной закон состоит в милосердии ко всему чувствующему» [5, с. 6]. Трансформация в наилучшее общество происходит через «схемы нового социального устройства…Реформе предшествовали многочисленные социалистические опыты, в которых принимали участие тысячи людей. Эти опыты стоили многомиллионных расходов, но в избытке окупились» [5, с. 9].

«В узком коридоре свободы государство и общество не только конкурируют, но и сотрудничают» [3, с. 11], что совершенно не предусмотрено в проектах идеальных обществ, предложенных сверху как готовые. Но «польза» таких проектов – проиграть на «модели» наибольшее количество возможных опасностей, с которыми столкнутся общества при их реформировании, увидеть механизмы изменений, которые авторы таких проектов обычно не демонстрируют.

Литература

1. Аинса Ф. Реконструкция утопии. – М.: Наследие, 1999. – 207 с.
2. Циолковский К.Э. Воля Вселенной. Неизвестные разумные силы. – Алма-Ата: МЧП АЛМА, 1992. – 24 с.
3. Аджемоглу Д., Робинсон Дж. А. Узкий коридор. – М.: АСТ, 2021. – 704 с.
4. Циолковский К.Э. Миражи будущего общественного устройства. – М.: Луч, 2010. – 272 с.
5. Циолковский К.Э. Приключения атома. [Электронный ресурс]. URL: https://www.tsiolkovsky.org/ru/kosmicheskaya-filosofiya/priklyucheniya-atoma-povest-konstantin-tsiolkovskij/ (дата обращения: 5.07.2026).

УДК 1(091)
eLIBRARY.RU: 02.91.01

Алексеева В.И.
Alekseeva V.I.
кандидат философских наук
заведующий отделом
научно-просветительной работы
ГМИК им. К.Э. Циолковского, г. Калуга

МИФОЛОГИЯ И МАССОВОЕ СОЗНАНИЕ

MYTHOLOGY AND MASS CONSCIOUSNESS

Аннотация. Мифология является нежелательным, но постоянным спутником, который сопровождает научную деятельность и даже личную жизнь выдающихся людей. Люди науки – не исключение. На примере мифологии о К.Э. Циолковском показана связь между рождением и бытованием мифов и свойствами массового сознания. Приводятся примеры искажения событий, научных и обыденных фактов жизни и творчества калужского учёного. Предлагается вариант систематизации явлений подобного мифотворчества, рассматривается феномен критического мышления как средства борьбы с ложными знаниями.

Ключевые слова: мифология, мифы о К.Э. Циолковском, феномен массового сознания, феномен критического мышления.

Abstract. Mythology is an undesirable but constant companion that accompanies scientific activity and even the personal lives of outstanding individuals. Scientists are no exception. Using the mythology of K.E. Tsiolkovsky as an example, this article demonstrates the connection between the birth and persistence of myths and the properties of mass consciousness. Examples of distorted events, scientific and everyday facts from the life and work of the Kaluga scientist are given. A systematization of such myth-making phenomena is proposed, and the phenomenon of critical thinking as a means of combating false knowledge is examined.

Keywords: mythology, myths about K.E. Tsiolkovsky, phenomenon of mass consciousness, phenomenon of critical thinking.

Предметом исследования является современная мифология о К.Э. Циолковском, а также механизмы, которые позволяют мифам устойчиво существовать и распространяться. Мифология о Циолковском бытовала с тех пор, как широко распространились

научные сведения о нём, несмотря на то, что были даны точные и глубокие характеристики места учёного в науке, и труды о нём заняли достойное место в историографии отечественной науки и техники.

Как только Циолковский стал человеком, о котором читают и говорят, проявилась и «обратная сторона Луны».

В советское время мифология не касалась качества его научных работ. Сюжеты, которые муссировались тогда, в основном вращались вокруг темы «гений и горе». Советским писателям, журналистам, общественникам было приятно лишний раз высказать негатив по поводу организации науки в царское время, косности и неприятия новаторских идей в теоретическом знании и технике, высказанных непрофессионалом. Флёр идеологического заказа маскировал реальные события, взаимоотношения Циолковского с крупнейшими учёными страны и специалистами в области воздухоплавания и авиации.

После перестройки наступило время ниспровержений. Так, например, кандидат технических наук, старший научный сотрудник Института истории естествознания и техники РАН Г.М. Салахутдинов изо всех сил старался доказать отсутствие научных заслуг у таких российских исследователей как М.В. Ломоносов, А.С. Попов, И.И. Ползунов и др. Особенное раздражение у него вызывал К.Э. Циолковский [1]. С этого момента не прекращаются «открытия» в данном направлении. Обратимся к свежим источникам 2026 года и постараемся систематизировать эту «критическую мысль».

1. Первое, что бросается в глаза, это незнание авторами фактологии вопроса. Многочисленные досадные, обидные ошибки подрывают у читателя и слушателя доверие к таким источникам. Что только не утверждается: и то, что Циолковский многие годы состоял в переписке с немецким пионером космонавтики Германом Обертом; и то, что в 1919 году он был арестован по поводу этой переписки (в действительности первые контакты начались лишь после публикации труда Г. Оберта в 1923 г.); и то, что он с самим Ф.Э. Дзержинским встречался (как же без этого); и то, что в фундаментальном труде по космонавтике «Исследование мировых пространств реактивными приборами» (первая публикация в 1903 г.) впервые дал эскиз шлюзовой камеры и схему выхода человека в открытый космос. В последнем случае знаменательно то, что именно в этом издании не только не высказывается идея выхода и не приводится никаких иллюстраций, но оно является самым узконаправленным по своей тематике из всех книг этой серии. Примерам нет конца [2-4, 6-8].

2. Тенденция сгруппировать вокруг личности Циолковского известных людей, которые будто бы сыграли значительную роль в его научно-технических или мировоззренческих изысканиях. В течение многих лет муссируется мысль о Н.Ф. Фёдорове – якобы наставнике Циолковского в философии и науке. В последнее время появилась еще одна фигура, которую прямо связывают с Циолковским, это известный народоволец Н.А. Морозов. Он вроде, находясь в переписке с Циолковским, предложил ему идею долговременных орбитальных станций (!) [4]. Однако Циолковский не переписывался с Морозовым, не знал этой фамилии, никогда не упоминал её [5]. Этот перечень также можно продолжать.

3. Искажение крупнейших теоретических идей Циолковского в области техники. В частности, утверждение, что Циолковский не выводил уравнение движения космической ракеты, а лишь популяризировал уравнение И.В. Мещерского, также заслуженного отечественного учёного [2]. Но на каком же тогда основании Академия наук утвердила названия «формула Циолковского» и «число Циолковского»? Тиражируется утверждение о том, что Циолковский – автор идеи космического лифта [6].

В чем причина возникновения и бытования мифа? Она коренится в свойствах массового сознания. Научное знание живет в ограниченной среде специалистов. Мифы функционируют в массах. Массовое сознание обладает рядом свойств, которые питают мифологию: склонность к поиску негатива в жизни и деятельности великих людей, подсознательное желание поставить их на уровень обывателя; погоня за новизной, желание участвовать в ниспровержении устоявшихся научных фактов; главное – отсутствие критического мышления и легковерие. Однако именно критическое мышление формирует независимость личности.

Литература

1. Салахутдинов Г.М. Блеск и нищета К.Э. Циолковского. – М.: АМИ, 2000. – 246 с.
2. Радио Sputnik. Рассказы из русской истории. Видеосюжет от 14.04.2026. [Электронный ресурс]. URL: https://m.ok.ru/video/13627893489269 (дата обращения: 5.07.2026).
3. Сопельняк Б.Н. 13 дней в подвалах Лубянки. // Родина. – 1994. – № 9. – С. 47-52.
4. Лекторий Достоевский. Великие ученые. Циолковский. 11.09.2025. [Электронный ресурс]. URL: https://dostoverno.ru/video/velikie-uchenye-tsiolkovskiy (дата обращения: 5.07.2026).

5. Именной указатель к научным сочинениям К.Э. Циолковского. – Калуга: Эйдос, 2011. – 118 с.
6. Космический лифт и летающий поезд: пять изобретений Константина Циолковского. Редакция Forbes. Евдокия Мельник. [Электронный ресурс]. URL: https://www.forbes.ru/forbeslife/477193-kosmiceskij-lift-i-letausij-poezd-pat-izobretenij-konstantina-ciolkovskogo (дата обращения: 5.07.2026).
7. Статья библиотеки СОШ №2 г. Сясьстроя Ленинградской области. 20 сентября 2022 г. [Электронный ресурс]. URL: https://sh-syasstrojskaya2-r41.gosweb.gosuslugi.ru/svedeniya-ob-obrazovatelnoy-organizatsii/materialno-tehnicheskoe-obespechenie-dostupnaya-sreda/biblioteka/novosti_48.html (дата обращения: 5.07.2026).
8. Гений и горе: как жил и работал Константин Циолковский [Электронный ресурс]. URL: https://mel.fm/zhizn/istorii/149735-ya-takoy-veliky-chelovek-kotorogo-eshchene-bylo-i-ne-budet-istoriya-zhizni-konstantina-tsiolkovskogo (дата обращения: 5.07.2026).

УДК 14; 122; 125; 004
eLIBRARY.RU 001.165; 117; 524.8

Малышев Ю.М.
Malyshev Yu.M.
инженер
кандидат философских наук
независимый исследователь
г. Санкт-Петербург

К СТАНОВЯЩЕМУСЯ СОБОРУ РУССКОГО КОСМИЗМА

TO THE EMERGING CATHEDRAL OF RUSSIAN COSMISM

Аннотация. Для дальнейшего распространения и развития Русской Идеи и Замысла Русского космизма в целом необходимо активно и целеустремлённо продолжать строительство нелокально-динамического Собора Русского космизма – от ВДНХ в Москве до ГМИК им. Циолковского в столице Русского космизма Калуге и далее по всей территории Великой России. Это необходимо для сохранения и дальнейшего развития в современных условиях самобытного государствообразующего Русского народа, Русского мира и России как государства-цивилизации.

Ключевые слова: космизм, Русский космизм как Замысел, просвещение, популяризация идей, Собор Русского космизма.

Abstract. In order to further spread and develop the Russian Idea and the Concept of Russian Cosmism in general, it is necessary to actively and purposefully continue the construction of the non-local and dynamic Cathedral of Russian Cosmism, from the VDNKh in Moscow to the Tsiolkovsky State Museum of Cosmism in Kaluga, the Capital of Russian Cosmism, and further throughout the territory of Great Russia. This is necessary for the preservation and further development of the unique state-forming Russian people, the Russian World, and Russia as a state-civilization in the current conditions.

Keywords: cosmism, Russian cosmism as a Concept, enlightenment, popularization of Ideas, Council of Russian cosmism.

В своём полном объёме Русский космизм есть совокупность развёрнутых в будущее мысли и деятельности, стремящихся овладеть Вселенной, освоить её, обрести всемогущество, бессмертие и другие атрибуты божественной сущности – стать субстанциальным Творцом, причиной существования самого себя и новых миров. По сути, это мировоззренческий Проект или идеологический Замысел, имеющий многочисленные составляющие, обновляющиеся в духе времени, что в общем виде представлено в работе «Русский космизм как Проект» и в др. [1, с. 17-19, 22-55, 57-64, 71-93; 2].

У Рафаэля Санти есть фреска «Афинская школа», которую можно было бы назвать «Древнегреческая философия и наука», поскольку на ней изображены не только Платон и Аристотель (в центре), но и Пифагор, Евклид, Архимед, Диоген со своими учениками. Где нам найти такого художника, который изобразил бы Собор Русского космизма, где вместо Платона с космологическим диалогом «Тимей» выступал бы Фёдоров с «Философией общего дела», вместо Аристотеля с «Этикой» – Циолковский с «Космической философией»? На «паперти» этого Собора, всем места хватит. Начало такому постепенно становящемуся Собору, уже положено на ВДНХ в Москве, в столице русского космизма Калуге, на космодромах Байконур, Плесецк, Восточный и др.

В Соборе Русского космизма можно и нужно проводить не только чтения, посвящённые памяти выдающихся русских космистов, «имеющей силу воскресительную» (Фёдоров), но и другие мероприятия связанные с космосом [3]. Можно показывать фильмы (как документальные, так и художественные), вести прямые трансляции с площадок строящихся космодромов, запусков

космических кораблей, читать тексты русских космистов, стихи, слушать песни, воспевающие освоение Вселенной, слушать выступления видных деятелей отечественной космонавтики и самих космонавтов (в том числе с околоземной орбиты, а в дальнейшем, может быть, с Луны, Марса и других космических тел Солнечной системы), смотреть спектакли (в том числе самодеятельных народных театров, особенно с участием детских, юношеских и молодёжных коллективов), проводить выставки работ художников, других мастеров искусств и многое другое. Всё это будет способствовать формированию и развитию космичного сознания и выступать живым наполнением и воплощением великой Русской Идеи, выраженной на многогранном языке Русского космизма. Форумы и конференции Русского космического общества, как и ежегодные Научные чтения, посвящённые разработке научного наследия и развитию идей К.Э. Циолковского в Калуге, уже являются, как минимум, виртуальной составляющей становящегося Собора Русского космизма.

Литература

1. Малышев Ю.М., Семенов А.Г., Семёнов О.П., Сергеев В.М. Русский космизм как Проект. В 3 тт. – СПб.: СПбГПУ, 2018. – 1366 с.
2. Алексеева В.И. К типологии Русского космизма: вопросы без ответов // К.Э. Циолковский. Проблемы индустриализации космоса и рационального использования земных ресурсов. Ч. 2. – Калуга: Эйдос, 2025. – С. 222-224.
3. VII Всемирный форум «Триединство космичного прорыва человечества: космичная философия – космичное право – космичная деятельность». [Электронный ресурс]. URL: nbics.info (дата обращение 5.07.2026).

УДК 130.33
eLIBRARY.RU: 02.15.21

Шмигель Н.Е.
Shmigel N.E.
кандидат психологических наук
«Центр Медицинской Психологии
Психосоматики и Психотерапии»
г. Симферополь

ВЗАИМОСВЯЗЬ ЖИВОЙ И НЕЖИВОЙ ПРИРОДЫ КАК ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ПРИНЦИП ЕДИНСТВА МИРА: ОТ ПЕРВЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ДО НАШИХ ДНЕЙ

THE INTERCONNECTION OF LIVING AND INANIMATE NATURE AS AN ONTOLOGICAL PRINCIPLE OF THE UNITY OF THE WORLD: FROM THE FIRST CONCEPTS TO THE PRESENT DAY

Аннотация. На примере одной из ключевых философских идей – представлении о всеобщей одушевлённости и единстве живой и неживой природы – рассматривается взаимосвязь биологических систем и минералов, изучаемая в передовых направлениях современной науки и нашедшая своё применение в различных отраслях жизни. В материале затрагивается роль в разработке данной идеи панпсихизма и современной психологии, а также заинтересованное участие в её осмыслении К.Э. Циолковского.

Ключевые слова: панпсихизм, всеобщая одушевлённость, природа, косное вещество, минералы, современная наука.

Abstract. Using one of the key philosophical ideas – the concept of universal animation and the unity of animate and inanimate nature – as an example, this article examines the relationship between biological systems and minerals, which is studied in cutting-edge fields of modern science and has found application in various areas of life. The article touches on the role of panpsychism and modern psychology in the development of this idea, as well as the active participation of K.E. Tsiolkovsky in its understanding.

Keywords: panpsychism, universal animacy, nature, non-organic substance, minerals, modern science.

Мысль о единстве всего сущего, высказанная Аристотелем в трактате «О душе» (Περὶ ψυχῆς), в будущем получила своё наибольшее развитие в рамках панпсихизма – идее всеобщей одушевлённости. В трудах космистов панпсихизм представлен преимущественно как монистически направленная философская мысль – как учение о единстве живой и косной материи, простых и сложных форм. Главным признаком здесь является наличие связи между органическим и неорганическим [1].

Основоположник отечественной психологии и рефлексологии, психиатр и невролог В.М. Бехтерев, изучая психологию человека, пришёл к выводу о единстве энергетического взаимообмена физического и психического миров. Утверждая, что мир живой

природы является результатом превращения и осложнения неживой природы путём эволюции, он выделил двадцать три общих закона, одинаково действующих во всех сферах бытия: в неорганическом мире, в живой природе, в сфере человека и в сфере социальных отношений [2]. Создатель русской минералогической школы и основатель ряда наук, автор учения о биосфере и ноосфере, В.И. Вернадский ввёл понятие косного вещества (неживые компоненты биосферы) и описал космо-биогеохимический принцип взаимодействия вещества с космосом и окружающей средой [3].

Основоположник теоретической космонавтики, выдающийся русский мыслитель К.Э. Циолковский стремился найти связующее звено, объединяющее все косные формы и живые организмы, опираясь на свойства живого: самозарождение, естественное происхождение простейшей жизни из косной материи, изменчивость живого, пластичность жизни, её способность к приспособлению. В своих работах он ссылался на свойства кристаллов, которые в конце XIX в. рассматривались как промежуточная позиция между косным и живым веществом, обладающая признаками того и другого [4].

В современной науке эта тема получила своё дальнейшее развитие. Проводятся исследования по выявлению энергоинформационных связей и взаимозависимостей между живой и косной материей, изучаются вопросы происхождения жизни и эволюции минерального мира [5, 6]. Кристаллы рассматриваются как целостные живые системы, развивающиеся структуры, обсуждаются особенности передачи наследственной информации в минералообразующих процессах [7, 8]. Современная кристаллография способствует новым важным открытиям в различных науках. Объединив законы физики, химии и биологии, развиваются генетическая и биологическая минералогия, изучается принцип наследования в минералогенезисе [6-9]. Активно изучаются механизмы воздействия кристаллов и биоминералов на здоровье человека. На основе полученных результатов появляются эффективные биотехнологии и успешно развиваются новые области науки – молекулярная медицина и наномедицина, изучающая взаимодействие биологических систем с наноструктурными веществами [5, 10, 11]. Практический интерес представляют современные методы применения минералов в лечебной косметологии, психологии и психотерапии, а также в вопросах саморазвития человека.

Таким образом, идея всеобщей одушевлённости, впервые прозвучавшая в древнейших трактатах, и впоследствии получившая своё развитие в отношении к косной материи как к кузнице живого, в

современном мире успешно реализуется в самых различных отраслях жизни.

Литература

1. Алексеева В.И. Космизм о мире, человеке и обществе (концепции XIX – середины XX вв.). – М: Луч, 2011. – 576 с.
2. Бехтерев В.М. Избранные работы по социальной психологии. – М.: Наука, 1994. – 400 с.
3. Вернадский В.И. О коренном материально-энергетическом отличии живых и косных тел биосферы // Владимир Вернадский: Жизнеописание. Избранные труды. Воспоминания современников. Суждения потомков / Сост. Г.П. Аксенов. – М.: Современник, 1993. – 546 с.
4. Циолковский К.Э. Космическая философия // Циолковский К.Э. Космическая философия. – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – С. 348-354.
5. Полиенко А.К., Севостьянова О.А. О живом и косном веществе в трудах В.И. Вернадского и в современных исследованиях органоминеральных образований в организме человека // Вестник Томского государственного университета. – 2013. – № 373. – С. 198-203.
6. Хейзен Р. История Земли. От звёздной пыли к живой планете. Первые 4 500 000 000 лет. – М.: Альпина нон-фикшн, 2015. – 364 с.
6. Григорьев Д.П. Минерал как организм // Проблемы генетической информации в минералогии. – Сыктывкар: Коми филиал АН СССР, 1976. – С. 6-7.
8. Юшкин Н.П., Ракин В.И., Ковалева О.В. Происхождение биосферы и коэволюция минерального и биологического миров. – Сыктывкар: Геопринт, 2007. – 202 с.
9. Егоров Д.Г., Ярмолич Н.А. О проблеме соотношения живого и неживого – философский дуализм или холизм? // Международный научно-исследовательский журнал. – 2022. – № 5. – С. 119-121.
10. Бадигина Е.С., Кадырова Е.Л., Забаровская И.В., Забаровский Е.Р. Эффективность воздействия сердолика в системе in vitro // Мир психологии. – 2005. – № 1. – С. 259-265.
11. Ширинкин С.В. Медицинские нанотехнологии (использование природных фуллеренов при патологии памяти, внимания и реакций) // Мир Психологии. – 2007. – № 3. – С. 170-173.

УДК 113+ 316.422.42+ 530.182
eLIBRARU.RU: 02.15.21

Колесников А.В.
Kolesnikov A.V.
кандидат философских наук, доцент
заведующий отделом философии
информационных и когнитивных процессов
Институт философии НАН Беларуси
г. Минск

МЕТАФОРА ВСЕЛЕНСКИХ ЦИКЛОВ

METAPHOR OF UNIVERSAL CYCLES

Аннотация. В работе на примере вымышленных объектов – квазифрактальных фитоморфов демонстрируется авторский метод когнитивных протоконструктов. Протоконструкты представляют собой демонстраторы методов функционирования, организации и свойств объектов и явлений (классов объектов и явлений), исследуемых в рамках процесса познания. Квазифрактальные фитоморфы – это ирреальные объекты, напоминающие растительные организмы. Рассуждая о фитоморфах, мы имеем в виду обобщённую аналогию, метафору, модель вселенских циклов, идея которых неоднократно высказывалась К.Э. Циолковским.

Ключевые слова: циклы, протоконструкты, квазифрактальные фитоморфы, эволюция, Вселенная, наследование.

Abstract. This article demonstrates the author's method of cognitive protoconstructs using fictional objects – quasi-fractal phytomorphs. Protoconstructs demonstrate the methods of functioning, organization, and properties of objects and phenomena (classes of objects and phenomena) studied within the cognitive process. Quasi-fractal phytomorphs are fictional objects resembling plant organisms. When discussing phytomorphs, we have in mind a generalized analogy, metaphor, model of universal cycles, the idea of which was repeatedly expressed by K.E. Tsiolkovsky.

Keywords: cycles, protoconstructs, quasi-fractal phytomorphs, evolution, Universe, inheritance.

«Если Вселенная и угасает, то может снова возникнуть.
Жизнь её оказывается периодичной… Вечное возобновление,
так сказать воскресение, ещё не приводит нас в отчаяние».
К.Э. Циолковский [1, с. 87]

Квазифрактальные фитоморфы – это когнитивные протоконструкты. Само понятие «протоконструкты» введено нами для обозначения ментальных образов, аналогий, опорных экспериментов, наполняющих смыслом абстрактные научные понятия и теории [2].

Фитоморфы – это вымышленные объекты, напоминающие растительные организмы (рис. 1). Фитоморф состоит из ветвящегося тела, растущего из зародышевой сферы. На ветвях фитоморфа образуются зародышевые сферы, аналогичные, но не идентичные исходной. Поверхность зародышевых сфер имеет ячеистую структуру, как показано на рисунке. На некоторых ветвях фитоморфа вместо зародышевой сферы образуются круглые плоские листоподобные образования.

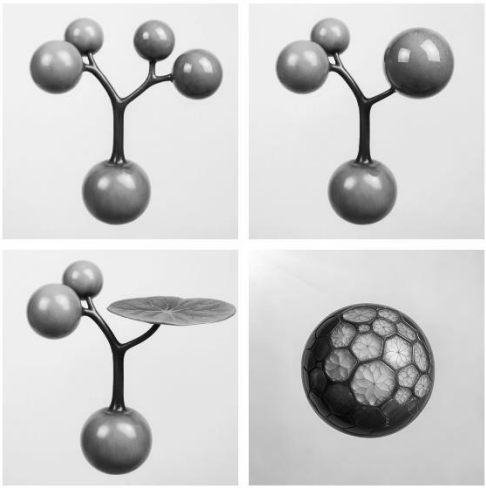


Рис. 1. Примеры фитоморфов и зародышевая сфера

Внутренняя структура зародышевой сферы (рис. 2) образована теми же ветвящимися элементами, из которых состоит и тело фитоморфа. Образование зародышевых сфер начинается на концах ветвей. Их терминальный участок, конец ветви, преобразуется в центр

ветвления. Ветвление из точки центра происходит в трёх измерениях. В результате на определённой генерации терминальные концы ветвящихся в трёх измерениях структур оказываются лежащими на сфере. На этой стадии терминальные концы ветвей вновь преобразуются в центры ветвления, но теперь оно происходит в двух измерениях в перпендикулярной плоскости. Таким образом, поверхность зародышевой сферы замыкается в виде ячеистой структуры, образуя характерный рисунок.

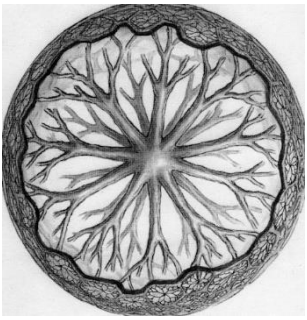


Рис. 2. Внутренняя структура зародышевой сферы

Жизненный цикл воображаемых объектов фитоморфов включает следующие фазы. В нулевой фазе цикла фитоморф представлен одиночной зародышевой сферой. Процесс его роста начинается с некоторой единичной ячейки на поверхности зародышевой сферы, находящейся в центре её верхней полусферы. Из этой ячейки начинает образовываться первичный стебель, который своим внутренним сечением повторяет форму исходной ячейки. Достигнув определённой длины, стебель ветвится, образуя несколько дочерних ответвлений. Те, в свою очередь, также начинают ветвиться. Далее наступает фаза образования зародышевых сфер новой генерации. Окончания ветвей последней генерации ветвящегося тела фитоморфа становятся точками, или центрами, образования новых зародышевых сфер. Из этих точек процесс ветвления происходит во всех направлениях. Концевые точки ветвящихся структур, берущие начало в одной точке, оказываются лежащими на поверхности сферы. На этой стадии характер ветвления вновь меняется, и процесс начинает происходить не в трёх, а в двух измерениях. В результате ветвящиеся структуры новых генераций формируют ячеистую поверхность зародышевой сферы нового поколения. После того как процесс формирования

зародышевых сфер завершился, весь фитоморф оказывается полностью сформированным.

На следующей фазе жизненного цикла фитоморфа происходит осыпание зародышевых сфер. Вновь образованные зародышевые сферы отделяются от ветвящегося тела фитоморфа. Происходит процесс размножения. Сферы раскатываются и дают начало новым фитоморфам. В модели фитоморфов присутствует элемент наследования. Интенсивность ветвления определяет не только внешний облик ветвящегося тела фитоморфа, но и оказывает влияние на форму ячеек, образующихся на поверхности зародышевых сфер. То есть, чем интенсивнее ветвление, тем более искажёнными оказываются и формы ячеек на поверхности зародышевых сфер. Верно и обратное: чем менее ветвисты структуры тела фитоморфа, тем регулярнее формы ячеек на поверхности образуемых им зародышевых сфер.

Таким образом, жизненный цикл фитоморфа представляет собой самовоспроизведение исходной зародышевой сферы в подобные ей самой дочерние зародышевые сферы посредством постоянного ветвления. Рассуждая о воображаемых фитоморфах, мы имеем в виду когнитивный протоконструкт, обобщённую аналогию, метафору, модель вселенских циклов, идея которых присутствует в работах К.Э. Циолковского [1, 3, 4]. Модель эта выстроена нами минимальными средствами, но при этом имеет ряд универсальных ключевых свойств, присущих всяким эволюционирующим сущностям. К свойствам этим принадлежат: информационная лаконичность; способность к самовоспроизведению; одновременно способность к сохранению и наследованию, а также естественная изменчивость; кроме того, важный элемент эмерджентности и непредсказуемости эволюционных сценариев.

Литература

1. Циолковский К.Э. Философия Вселенной. – Москва: Эксмо, 2026. – 160 с.

2. Колесников А.В. Когнитивные протоконструкты и проблема междисциплинарной интеграции научного знания // Проблемы управления. – 2014. – № 1. – С. 105-109.

3. Циолковский К.Э. Развитие и возобновление Вселенной. Цикл Вселенной // Циолковский К.Э. Вне Земли. Грёзы о Земле и небе и эффекты всемирного тяготения. – М.: Луч, 2008. – С. 287-295.

4. Циолковский К.Э. Монизм Вселенной // Циолковский К.Э Космическая философия. – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – С. 272-292.

УДК 004.8, 629.78, 159.9, 316.6
eLIBRARY.RU: 28.23.00, 89.25.43, 15.21.45, 04.61.00

Леонов В.А.
Leonov V.A.
кандидат физико-математических наук
научный сотрудник
ФГБУН Институт астрономии РАН
главный специалист
ФГБУН ВИНИТИ РАН
г. Москва

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ОБЛАСТЯХ ТЕХНИКИ: ШАГ В БУДУЩЕЕ ИЛИ ШАГ В НИКУДА?

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN HIGH-TECH AREAS OF TECHNOLOGY: A STEP INTO THE FUTURE OR A STEP TO NOWHERE?

Аннотация. В работе поднимается проблема психологических, морально-нравственных, социокультурных и религиозных качеств специалистов, ведущих разработку методов моделирования видов человеческой деятельности, традиционно считающихся интеллектуальными – искусственного интеллекта (ИИ), в космонавтике и смежных отраслях народного хозяйства При этом в высокотехнологичных областях возникает парадоксальная и опасная ситуация из-за возможных последствий ИИ: это шаг в будущее или в никуда, в катастрофу?

Ключевые слова: космонавтика, информационные технологии, искусственный интеллект, новые модели спутниковой индустрии.

Abstract. This paper addresses the psychological, moral, sociocultural, and religious qualities of specialists developing methods for modeling human activity traditionally considered intellectual – artificial intelligence (AI) – in space exploration and related sectors of the economy. At the same time, a paradoxical and dangerous situation arises in high-tech fields due to the potential consequences of AI: is this a step into the future or a dead end, a catastrophe?

Keywords: astronautics, information technology, artificial intelligence, new models of the satellite industry.

Информационные и когнитивные науки, а также их производные в виде ИИ являются одними из ключевых факторов текущего (шестого) технологического уклада [1], стремительно проникая во все сферы нашей жизни.

Космические аппараты (КА) и спутники, ранее изготавливавшиеся на стапелях в единичных экземплярах, стали производиться и запускаться массово. Конвейерное производство осваивают даже предприятия, не имеющие прямого отношения к космонавтике [2]. Роботизация и серийный выпуск космической техники постепенно приводят к отсутствию необходимости производительного труда с участием человека, что способствует утрате важнейшей функции социального взаимодействия людей. В то же время новые модели спутниковой индустрии, связанные с внедрением программно-определяемых спутниковых платформ, а также КА с открытой модульной архитектурой на базе киберфизических систем требуют привлечения в отрасль огромного количества специалистов IT-индустрии. Это не учёные, конструкторы и инженеры, а программисты, имеющие совершенно иные научные подходы, системы взглядов, а также принципы познания и деятельности, которые зачастую не до конца понимают цели и задачи той или иной космической миссии.

Ещё более важная проблема, связанная с ИИ в космонавтике – принятие решений. Если для планирования движения КА в сложных орбитальных миссиях или для автономной навигации в дальнем космосе (без вмешательства служб управления с Земли) системы ИИ являются необходимыми, то в случаях, когда алгоритмическое управление на базе ИИ заменяет так называемое консервативное регулирование (осуществляемое за счёт большего числа участников), избежать проблем уже не получится. Это связано с тем, что системы ИИ будут так или иначе искать «оптимальное» по мнению разработчиков и самого ИИ решение, т.е. действовать не всегда в интересах миссии и (или) её участников, используя чрезмерно избыточное количество критериев для оценки ситуации. Это может означать полную или частичную утрату фактического контроля над ситуацией.

Но самой важной проблемой, связанной с алгоритмами ИИ и их применением в космонавтике и в смежных с ней отраслях народного хозяйства, можно считать морально-нравственные, религиозные и психологические личностные особенности разработчиков ИИ и глав крупных корпораций, в недрах которых разрабатываются эти алгоритмы.

Основатель компании *Microsoft*, которая разрабатывает, в том числе и системы ИИ, Билл Гейтс, страдая синдромом Аспергера (расстройство аутистического спектра), а также ряд его коллег, считают людей с подобными девиациями в психике идеальными работниками и, в частности, программистами. В 2016 г. *Microsoft* запустила программу *Microsoft Autism Hiring Program* с целью найма на полную ставку людей с аутизмом [3].

Генеральный директор частной американской технологической компании *Palantir* Алекс Карп, страдающий дислексией и дисграфией (специфическое нарушение процессов чтения и письма), также активно пропагандирует привлечение нейроотличных (аутизм, дислексия и прочие психоневрологические расстройства) людей для разработки алгоритмов ИИ. Ему не только не чужда публичная пропаганда принципов «нейроотличного превосходства», но и присущи настойчивые утверждения о важности роли алгоритмов *Palantir* в наведении ракет по объектам России, в частности, по Белгороду, Ростову, Курской области и другим регионам. В них он называет гражданские потери «сопутствующим ущербом континентальной войны высокой интенсивности», а также заявляет о том, что он «превратил войну на Украине в лучшую лабораторию XXI века».

Сама же компания *Palantir* является крупнейшим разработчиком программного обеспечения анализа данных на основе ИИ, основными заказчиками которой являются военные, полиция, спецслужбы и инвестиционные банки, т.е. плохо контролируемой обществом структурой [4]. Для Пентагона *Palantir AI* служит ключевой системой военного применения, даже, несмотря на то, что в США модель рыночной конкуренции в сфере разработок ИИ базируется на множестве частных игроков, пусть даже и при целенаправленной государственной поддержке. Однако «ошибки и сбои» систем наведения в продуктах от таких компаний обходятся очень дорого: выбор целей при атаке на мирные объекты Ирана и России со стороны США и Украины осуществлялся именно на основе сценария *Project Maven* компании *Palantir*.

Таким образом, в высокотехнологичных областях возникает парадоксальная и опасная ситуация из-за возможных последствий ИИ: это шаг человечества в будущее или в никуда, в глобальную катастрофу?

Литература

1. Гуриева Л.К. Концепция технологических укладов // Инновации. – 2004. – № 10. – С. 70-75.

2. ООО «Газпром СПКА»: проектирование, сборка и испытания космической техники – оф. сайт. [Электронный ресурс]. URL: https://www.gazprom-spka.ru/ru/ (дата обращения: 5.07.2026).
3. Корпоративные блоги компании Microsoft – оф. сайт. [Электронный ресурс]. URL: https://blogs.microsoft.com/on-the-issues/2015/04/03/microsoft-announces-pilot-program-to-hire-people-with-autism/#sm.0000ofsz85uthd9prm51jr3mky5zi (дата обращения: 5.07.2026).
4. Компания Palantir – оф. сайт. [Электронный ресурс]. URL: https://www.palantir.com/ (дата обращения: 5.07.2026).

УДК 14
eLIBRARY.RU: 02.11.21

Зыков Н.А.
Zykov N.A.
соискатель МГУ им. М.В. Ломоносова
г. Москва

ИДЕИ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО В СОВРЕМЕННОЙ СОЦИАЛЬНОЙ ФИЛОСОФИИ

IDEAS OF K.E. TSIOLKOVSKY IN THE MODERN SOCIAL PHILOSOPHY

Аннотация. Российская космонавтика стала одним из важнейших факторов технологического развития общества. Идет подготовка к важным беспилотным и пилотируемым миссиям, на подходе новейшие образцы отечественной космической техники. Они призваны привнести новые значимые научные результаты в исследование ближнего и дальнего космоса. Некоторые исследовательские проекты были задуманы еще С.П. Королевым, В.Н. Челомеем и другими пионерами освоения космоса. Большую роль играет в этом процессе переосмысление, творческое использование научных, технических и социальных идей К.Э. Циолковского. Они оказали большое влияние на создании российских космических станций, а в более отдаленной перспективе на возможное создание обитаемых баз на Луне и на Марсе, на отправку беспилотных аппаратов к Венере, к малым телам Солнечной системы.

Ключевые слова: социальная философия, освоение космоса, разработка космических миссий, планирование, новые технологии.

Abstract. Russian cosmonautics has become a key factor in society's technological development. Preparations are underway for major unmanned and manned missions, and the latest models of Russian space technology are on the way. These are designed to bring new and significant scientific results to the exploration of near and deep space. Some research projects were conceived by S.P. Korolev, V.N. Chelomey, and other pioneers of space exploration. A major role in this process has been played by the rethinking and creative application of K.E. Tsiolkovsky's scientific, technical, and social ideas. These ideas have had a significant impact on the development of Russian space stations and, in the longer term, on the possible establishment of manned bases on the Moon and Mars, as well as the sending of unmanned spacecraft to Venus and other small bodies in the Solar System.

Keywords: social philosophy, space exploration, space mission development, planning, new technologies.

Практически все современные социальные философы признают важнейшую роль научно-технического фактора в развитии общества [1, с. 202]. Одним из главных его векторов в наши дни является космонавтика. Отечественная космическая программа по освоению ближнего и дальнего космоса включает широкий круг направлений. Заканчивается разработка ранее не реализовывавшихся миссий, идёт освоение оригинальной космической техники. На подходе к воплощению новые как автоматические беспилотные, так и пилотируемые проекты. В перспективе запланирована пилотируемая миссия к Луне. Она призвана выполнить важные научно-исследовательские и прикладные задачи. Подготовка к ней уже ведётся. Космическая деятельность позволит освоить новые технологии, что даст большой практический эффект для развития современной техники.

Влияние результатов, полученных с помощью космонавтики, на технологическое развитие общества очень велико. Многие технологии и технические решения нашли применение в земных условиях. Особенно это сказалось на сфере коммуникаций и связи. Среди важнейших отдаленных перспектив российской космонавтики – создание обитаемых баз на Луне и Марсе. Это закономерный, давно ожидаемый этап освоения космического пространства, предсказанный еще пионерами исследования космоса. Ему будут предшествовать беспилотные миссии. Вслед за этим, в более отдаленном будущем станет возможным перейти и к созданию обитаемых баз на малых телах Солнечной системы. Такая необходимость может быть

вызвана не только научными целями, но и истощением ресурсов нашей планеты, углублением экологического кризиса и задачей сохранения человечества как вида путем создания площадки для возможной эвакуации землян. Планы подобных миссий разрабатывались еще пионерами освоения космоса С.П. Королевым, В.Н. Челомеем и другими. О значительном интересе общественности к данной проблеме говорит и большое количество добровольцев, желающих участвовать в создании первой колонии на Марсе и в других космических проектах. Появились и частные космические проекты, в том числе и в России [2, с. 51]. Эти события будут иметь большие социальные последствия.

Космонавтика оказывает огромное воздействие на метеорологию, наблюдение Земли из космоса и многое другое. Более того, технологии, опробованные в космонавтике, в дальнейшем сказываются на экономическом развитии, дают большой социальный эффект, т.к. технологическое и социальное развитие тесно взаимосвязаны. Об этом свидетельствуют и оригинальные научные, технические, философские и социальные идеи К.Э. Циолковского [3, с. 275]. Их потенциал далеко не исчерпан.

Несмотря на трудности, исследование космического пространства продолжается. Интерес к освоению космоса не ослабевает. Это вселяет надежду и на перспективы длительных космических экспедиций. Они принесут новые, прорывные научные результаты и станут площадкой для обкатки новых технологий, которые в дальнейшем могут быть успешно применены как в космических, так и в земных условиях. В ближайшее время мы увидим новые значимые научные результаты, связанные с изучением иных планет и Луны, имеющие огромное значение для реализации дальнейших космических программ.

Литература

1. Кемеров В.С. Социальная философия. – М.: Академический проект, 2004. – 384 с.
2. Фернхольц Т. Новая космическая гонка. Как Илон Маск, Ричард Брэнсон и Джефф Безос соревнуются за первенство в космосе. – М.: Альпина, 2019. – 371 с.
3. Циолковский К.Э. Гений среди людей. – М.: Мысль, 2002. – 542 с.

УДК: 111.1
eLIBRARY.RU: 02.15.21

Свергузов А.Т.
Sverguzov A.T.
доцент, кандидат философских наук
доцент кафедры
«Управление человеческими ресурсами»
КНИТУ-КХТИ, г. Казань

О СООТВЕТСТВИИ МАТЕРИАЛИЗМА К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО СОВЕТСКОЙ ФИЛОСОФИИ

ON THE CONFORMITY OF K.E. TSIOLKOVSKY'S MATERIALISM WITH SOVIET PHILOSOPHY

Аннотация. К.Э. Циолковский утверждал, что он «чистейший» материалист. С этим трудно согласиться, так как он противоречиво соединял научные и религиозные представления. Подобный синтез говорит о том, что его философия носит компромиссный гилозоистический характер. Напрашивается вывод, что материализм К.Э. Циолковского является наивным, далеким от современного материализма. Однако, не всё так просто. Имеет смысл прояснить некоторые принципы диалектического материализма.

Ключевые слова: материализм, панпсихизм, гилозоизм, материя, атом.

Abstract. K.E. Tsiolkovsky claimed that he was a «pure» materialist. It is difficult to agree with this, since he inconsistently combined scientific and religious ideas. Such a synthesis suggests that his philosophy has a compromise hylozoistic character. The conclusion suggests itself that K.E. Tsiolkovsky's materialism is naive, far from modern materialism. However, it's not that simple. It makes sense to clarify some principles of dialectical materialism.

Keywords: materialism, panpsychism, hylozoism, matter, atom.

Философский стиль К.Э. Циолковского нельзя назвать академическим или строгим. Например, А.Е. Рыбас отмечает его «наукообразный стиль», «эклектичность» и «декларативность» [1, с. 99].

К.Э. Циолковский одновременно утверждал, что он и материалист, и панпсихист. «Я не только материалист, но и панпсихист, признающий чувствительность всей вселенной» [2, с. 32]. С его точки

зрения, материальной основой бытия являются атомы, обладающие способностью к ощущениям. Они не только химические элементы, но и носители жизни. «Мыслит мозг, но чувствуют атомы…» [3, с. 150]. Современный материализм вроде бы далек от панпсихических представлений. Однако представления К.Э. Циолковского не так уж сильно противоречат принципам диалектического материализма в его советском варианте.

Действительно, при внимательном рассмотрении можно обнаружить, что советский диалектический материализм носит признаки гилозоизма. Для этого надо обратить внимание на официальное понимание материи в советской академической литературе.

Гилозоистический контекст советского определения материи демонстрирует монография В.Б. Кучевского «Анализ категории «материя"», изданная под эгидой АН СССР. «Единство материальных вещей заключается… в их отношении к сознанию…» [4, с. 226-227]. Внутренний стержень всего существующего заключается «в реализации отношения материального к идеальному» [4, с. 227].

В явном виде гилозоистическая позиция выражена в постсоветской литературе. «Признание потенциального и актуального сознания в масштабе всей природы приводит к выводу: сознание вечно. Сознание вечно, как и материя. Поскольку кроме материи ничего более нет, а материя включает в себя (актуально и потенциально) сознание, дух, постольку «материя духовна», «материя одухотворена». Показательно, что дальше утверждается, что в таком подходе «нет никакого пантеизма, как нет и идеализма» [5, с. 437], т.е. косвенно авторы признают противоречивость своей позиции.

Наличие данного контекста означает мировоззренческую нестрогость советской формы диалектического материализма и во многом объясняет его немодность в постсоветский период. Полагаем, что гилозоистическое содержание является следствием субстанциализации категории «объективная реальность», отождествляемой в советской философии с материей. Отделить категорию материи от псевдоматериалистического фона можно, сформулировав действительно онтологическое, а не гносеологическое (как в советской философии) определение материи.

Литература

1. Рыбас А.Е. Теория «вселенской атомократии» К.Э. Циолковского в контексте идей русского эмпириокритицизма // Философия и

гуманитарные науки в информационном обществе. – 2020. – № 3 (29). – С. 94-108.
2. Циолковский К.Э. Монизм Вселенной // Космическая философия. – М.: ИДЛИ, 2004. – С.27-58.
3. Циолковский К.Э. Очерки о Вселенной. – М.: Пробл. автоном. ин-та междунар. сотрудничества, 1992. – 255 с.
4. Кучевский В.Б. Анализ категории «материя». – М.: Наука, 1983. – 256 с.
5. Алексеев П.В. Панин А.В. Философия.– М.: Проспект, 2005. – 608 с.

УДК 14; 122; 125; 004
eLIBRARY.RU 001.165; 117; 524.8

Малышев Ю.М.
Malyshev Yu.M.
инженер, кандидат философских наук
независимый исследователь, г. Санкт-Петербург

РУССКИЙ КОСМИЗМ ЕСТЬ СОВРЕМЕННЫЙ ЯЗЫК РУССКОЙ ИДЕИ

RUSSIAN COSMISM IS THE MODERN LANGUAGE OF THE RUSSIAN IDEA

Аннотация. Языками Русской Идеи последовательно, параллельно и комбинированно выступают: художественно-поэтический, религиозный, религиозно-философский, научный, научно-технологический и др., в том числе смешанные, комбинированные, становящиеся и развивающиеся языки. Языком, наиболее полно и убедительно выражающим Русскую Идею сегодня, является Русский космизм, понимаемый как мировоззренческий Замысел, имеющий многочисленные составляющие, обновляющиеся в духе времени. Вне Русского космизма невозможно выразить и обосновать Русскую Идею, без чего невозможно сохранение и дальнейшее развитие в современных условиях государствообразующего Русского народа, Русского мира и, соответственно, России как государства-цивилизации.

Ключевые слова: мировоззрение, язык, терминология, Русская Идея, Русский космизм как Замысел, языки Русской Идеи.

Abstract. The languages of the Russian Idea are artistic-poetic, religious, religious-philosophical, scientific, and scientific-technological.

The language that most fully and convincingly expresses the Russian Idea today is Russian cosmism, which is understood as a worldview concept with numerous components: spiritual-moral, artistic, philosophical, scientific, scientific-technical, technological, economic, geopolitical, and others. These components are constantly evolving in response to the demands of the times. Outside of Russian cosmism, it is impossible to express and justify the Russian Idea, which is essential for the preservation and further development of the state-forming Russian people, the Russian world, and, consequently, Russia as a civilizational state.

Keywords: worldview, language, terminology, Russian Idea, Russian cosmism as a Design, languages of the Russian Idea.

В своём полном объёме Русский космизм есть направление мысли и деятельности, стремящейся овладеть Вселенной, обрести всемогущество, бессмертие и другие атрибуты божественной сущности – стать субстанциальным Творцом, причиной существования самого себя и новых миров. По сути, это мировоззренческий Проект или идеологический Замысел, имеющий многочисленные составляющие: духовно-нравственную, художественно-эстетическую, философскую, научную, научно-техническую, технологическую, экономическую, социально-политическую, геополитическую и др., обновляющиеся в духе времени [1].

Язык Русского космизма широк и многослоен. Это живой Язык, как и Русская Идея, призванная стать Логосом существования нашей Вселенной.

На религиозном языке ключевыми смыслообразами и концептами Русской Идеи являются понятия и тезисы «спасение», «преображение», «обоженье», «воскрешение», «Бог стал человеком, чтобы человек стал Богом».

На религиозно-философском – «богочеловечество», «всеединство природы, человека и Бога», «русский народ – народ-богоносец», «богостроительство» (А.А. Богданов, А.В. Луначарский, Л.Б. Красин, А.М. Горький и др.). Ведущим тезисом может быть утверждение: «Наш Бог впереди, его надо ещё создать, построить».

На художественно-поэтическом языке – это Путь, «Дорога к солнцу от червя» [2, с. 128] – к «человеку космическому». Это Путь к Сверхпривлекательному образу всемогущего Творца, обладающего божественными атрибутами, к «нетленному Космосу Разума, Красоты и доброй Воли».

На историко-философском – это ответ на экзистенциальные «вызовы»: 1) необратимость существования; 2) культурно-

историческую и биосоциальную конечность человеческого присутствия в сущем и потенциально-актуальную бесконечность существования. Возникает неравнозначный, крайне неравновесный Диполь Мироздания, который необходимо уравновесить. Если Вселенная бесконечна в своём существовании, мы должны стать соизмеримыми в своих экзистенциальных возможностях с ней. По Фёдорову, человек должен стать «причиной существования самого себя», то есть – субстанцией в философском смысле [3, Т. 1, с. 18; Т. 2, с. 136].

В научно-философском контексте мировоззренчески значимыми феноменами являются: диссипация вещества, энергии и информации; энтропия; нарастание хаоса. С философской точки зрения диссипация это не просто «рассеяние», а способ формирования более сложного порядка в условиях неустойчивости в процессе взаимодействия со средой. Жизнь и Разум воспринимаются как диссипативные структуры, противодействующие нарастанию хаоса. Суть Русской Идеи – внести качественную определённость в становящийся Суператтрактор (Сверхпривлекательное), соответствующий нашим Идеалам и связанными с ними ценностями.

На научно-техническом, технологическом – от знаменитых слов Циолковского: «Земля – колыбель Разума, но нельзя вечно жить в колыбели» до создания Разума Страны, Разума России, доминирующего в Ноотехносфере Земли [4, 5, 6]. А дальше – ноотехносферно выходить и *строить* ***наш Космос***, самоподобно воспроизводясь в Разумы галактик, Метавселенной и, наконец, в Разум Вселенной, *становясь* ***Логосом*** *её существования.*

Космос не может справиться с тем, кто сам является Космосом, вбирающим и синтезирующим в себе и нарастающий хаос, и всевозможный порядок. Символичное изображение эволюционно-диалектической составляющей Русской Идеи можно представить так: ∞' => Ч => ЧК => ЧС/РС/СД => ∞". Здесь «∞'» – бесконечность существования, предшествующая появлению «человека» (Ч). ЧК – «человек космический», осваивающий Вселенную, становящийся причиной существования самого себя в той области сущего, в которой он находится. ЧС – «человек субстанциальный» – причина существования самого себя. РС – «разум субстанциальный» – Логос существования той области сущего, где он находится. СД – «субстанциальный деятель» – причина существования Самого Себя и новых миров. «∞"» – бесконечности, открывающиеся перед ЧС/РС/СД в качестве веера возможных ветвей дальнейшего всевозможного существования.

Сущность Человека открыта и бесконечна, она есть становящаяся субстанциальная сущность, сущность в своём полном объёме и абсолютном пределе совпадающая с существованием.

Таков лик современной Русской Идеи, языками которого последовательно, параллельно и комбинированно являются перечисленные выше языки. И такова наша русская культурволя, своего рода традиция, продолжающаяся сквозь современную техногенность во всемогущее и прекрасное будущее.

Литература

1. Малышев Ю.М., Семенов А.Г., Семёнов О.П., Сергеев В.М. Русский космизм как Проект. В 3 тт. – СПб.: СПбГПУ, 2018. – 1366 с.
2. Гумилёв Н.С. Жемчуга. – СПб: Амфора, 2012. – 239 с.
3. Фёдоров Н.Ф. Собр. соч. В 4-х т. – М.: Прогресс, 1995.
4. Чижевский А.Л. Теория космических эр // Циолковский К.Э. Грёзы о Земле и небе. – Тула: Приокское книжное издательство, 1986. – С. 419-430.
5. Дорохов И., Малышев Ю.М. Разум Страны в контексте Замысла Русского космизма // Философия и культура информационного общества. – СПб.: ГУАП, 2024. – С. 253-255.
6. Малышев Ю.М. Разум страны и ноосфера на пути к субстанциальному разуму – самовоспроизводящемуся творцу новых миров и самого себя. // К.Э. Циолковский. Проблемы индустриализации космоса и рационального использования земных ресурсов. Ч. 2. – Калуга: Эйдос, 2025 – С. 207-209.

УДК 130.2:629.78:005.21
eLIBRARY.RU: 02.15.61; 12.21.31; 89.35

Орлов А.Р.
Orlov A.R.
СПб ОО «Научное общество космистов»
г. Санкт-Петербург

КОСМИЗМ КАК ФАКТОР ПРЕИМУЩЕСТВА КОСМИЧЕСКИХ ПРОГРАММ

COSMISM AS A FACTOR OF ADVANTAGE OF SPACE PROGRAMS

Аннотация. В материале показана необходимость учёта философских и содержательных аспектов как одних из ключевых

стратегических факторов при определении экономического, политического, маркетингового преимуществ космических программ на мировой арене. Определяется роль русского космизма, основывающегося на философских и научных исследованиях, в качестве принципиального идейного ресурса способного содействовать решению любых социальных задач, как в настоящее время, так и на сверхдальние стратегические перспективы.

Ключевые слова: космизм, космические программы, международное сотрудничество, ТРИЗ, космические технологии.

Abstract. This article demonstrates the need to consider philosophical and substantive aspects as key strategic factors when determining the economic, political, and marketing advantages of space programs on the global stage. It defines the role of Russian cosmism, based on philosophical and scientific research, as a fundamental ideological resource capable of facilitating the resolution of any social challenges, both today and in the long-term strategic perspective.

Keywords: cosmism, space programs, international cooperation, TRIZ, space technologies.

Все мы знаем о заслугах СССР в освоении космоса. Первый Спутник и полёт Гагарина вывели нашу страну на позицию мирового лидерства в этой области, что свидетельствовало об огромном ресурсе «мягкой силы» и её политическом влиянии. Но, начиная с лунной программы, США, а затем и Европа, стали теснить нас своими космическими успехами. Нерасторопная и консервативная внешняя политика страны не смогла грамотно распорядиться имеющимся идейным ресурсом. Однако технический и интеллектуальный заделы были настолько существенны, что их наработки действенны и сейчас, сохраняя возможность восстановить утраченные позиции. Такое возвращение возможно двумя способами: либо путём огромных экономических вливаний, которых нет у ведущей военные действия страны, либо через умную мягкую силу – Русский космизм (РК).

Нет возможности подробно останавливаться на сути космизма как такового, и РК как уникального самородка внутри него. Это делается в других работах автора [1]. В данном случае важно отметить следующее: современный РК, строго основывающийся на передовых научных и философских изысканиях, дает исчерпывающие и глубокие ответы на вопросы «зачем» и «как», показывая пути решения задач в любом временном диапазоне – . Рассмотрим данную инициативу с точки зрения популярных технических, экономических, маркетинговых и политехнологических подходов.

Теория решения изобретательских задач (ТРИЗ) указывает на несколько любопытных закономерностей. В частности, на законы динамизации и автоматизации, когда системы становятся более гибкими, адаптируемыми и вместе с тем более автономными и «умными». Мы наблюдали, как преимущество на рынке IT переходило сначала от производителей «железа» к производителям операционных систем как управленческой надстройки («soft»), затем к разработкам поисковиков и социальных сетей, а от них к разработчикам ИИ, адаптируемого ко всем предыдущим уровням. Алгоритмы становятся важнее «железа», а универсальность и формирование экосистемы – ключевыми факторами успеха. Здесь действует и закономерность перехода в надсистему. В условиях роста числа игроков (создающих средства доставки и другие технические решения) стоит задуматься о выходе на более высокий уровень, чем просто разработка «железа».

Закон «повышения идеальности» говорит о возможности выполнения функции без самой системы. Эффективность достижения поставленных макроцелей получается за счёт самостоятельного, органического вовлечения мотивированных сторонников, снижения затрат на конкуренцию и директивное управление. Вовлечение разработчиков в создание открытых решений обходится без затрат на их собственную разработку.

Какое уникально ценное предложение может внести Россия сейчас? Ценовой демпинг? Необходимо формирование дополнительной ценности для партнёров, которую невозможно скопировать или перебить снижением цены. Это не только научно-технологические разработки, но и смысловые ценности. Заказчики стремятся разумно выстраивать свою PR-политику, что делает необходимой легитимизацию долгосрочных инвестиций. Государство предлагает международным партнерам не просто «аренду места под полезную нагрузку», а сопричастность к глобальной цивилизационной миссии. Концепция «голубого океана» ясно указывает нам на продуктивность ухода с высококонкурентных рынков в свободные ниши, которые сейчас являются аренами смыслов.

Космическая отрасль жёстко конкурирует за молодые таланты. Корпоративная культура, построенная на идеях космизма, предлагает специалистам высший уровень мотивации – созидание будущего и участие в проекте планетарного масштаба. Для пассионарной и высококвалифицированной молодежи дефицит «большой идеи» в коммерческих фирмах является уязвимым местом. Космизм в этой логике – это не «философское украшение», а способ повысить

эффективность космических программ и ускорить достижение стратегических целей без пропорционального роста затрат.

Обратим внимание на действия других стран. NASA инициировало проект Artemis Accords, насчитывающий уже 67 стран-участниц и подчёркивающий принципы безопасного и ответственного исследования Луны, Марса и дальнего космоса [2]. Илон Маск, глава компании SpaceX и главный глашатай мировой космонавтики, выстроил целую идеологию «сделать человечество межпланетным видом» [3].

Космические технологии станут одним из фундаментов развития человечества в седьмом технологическом укладе. Эксперты сходятся на том, что этот уклад (во второй половине XXI века) станет социогуманитарным, техно-когнитивным и ноосферным. От принятия уже сейчас данной инициативы зависит не только развитие отдельной космической отрасли, но и сохранение России как самостоятельной мировой (планетарной) цивилизации.

Литература

1. КОСМИЗМ.РФ [Электронный ресурс]. URL: https://космизм.рф (дата обращения: 5.07.2026).
2. Artemis Accords [Electronic resource] // NASA. [Электронный ресурс]. URL: https://www.nasa.gov/artemis-accords/ (дата обращения: 5.07.2026).
3. Маск считает, что человечеству нужно стать многопланетной цивилизацией [Электронный ресурс]. URL: https://tass.ru/obschestvo/22240997 (дата обращения: 5.07.2026).

УДК 338.2, 303.444, 629.78
eLIBRARY.RU: 06.91.00, 82.29.01, 89.35.15

Борисова Е.А.
Borisova E.A.
кандидат исторических наук
старший научный сотрудник
ФГБУН Институт востоковедения РАН
г. Москва
Леонов В.А.
Leonov V.A.
кандидат физико-математических наук
научный сотрудник
ФГБУН Институт астрономии РАН
главный специалист ФГБУН ВИНИТИ РАН
г. Москва

РАЗВИТИЕ КОСМОНАВТИКИ В КИТАЕ: ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ

DEVELOPMENT OF COSMONAUTICS IN CHINA: PROMISING RESEARCH AREAS

Аннотация. КНР стремительно превращается в мирового технологического лидера, в частности, в области цифровых и информационных технологий, а также в космонавтике. В материале представлен краткий обзор основных достижений Китая за последнее время в этом направлении и перспективы его развития в высокотехнологичных областях. Причины китайских успехов в космонавтике связываются с целенаправленной государственной политикой. Отмечается роль идей космизма в определении её основных направлений.

Ключевые слова: КНР, космонавтика, навигация, пульсары, лазерная локация Луны, 6G.

Abstract. China is rapidly becoming a global technological leader, particularly in digital and information technology, as well as in astronautics. This article provides a brief overview of China's key recent achievements in this area and its prospects for development in high-tech fields. The reasons for China's success in astronautics are attributed to targeted government policy. The role of cosmist ideas in shaping its main directions is highlighted.

Keywords: China, cosmonautics, navigation, pulsars, laser Moon location, 6G.

За последние десятилетия Китай постепенно стал одним из мировых технологических лидеров. Многие его достижения базируются на западноевропейских, российских и японских наработках, полученных как легально, так и благодаря переманиванию кадров или технологическому шпионажу [1]. Однако сегодня КНР уже не догоняет, а соперничает на равных или вырывается вперед. Особенно ярко это проявляется в сфере космонавтики, космических исследований и информационных технологий.

Одно из перспективных направлений, в котором у китайских ученых наблюдаются ощутимые прорывы – это навигация в дальнем космосе, и, в частности, навигация по пульсарам. Пульсары – нейтронные звезды, излучающие стабильные импульсы, которые можно использовать как природные «маяки» для навигации

космических аппаратов (КА). Спутниковые системы (GPS, ГЛОНАСС, BDS и др.) эффективны лишь вблизи Земли, в дальнем же космосе нужны автономные методы. Сигналов от трёх пульсаров достаточно для определения координат в любой точке Солнечной системы.

Теоретическими исследованиями в этой области сейчас заняты страны Евросоюза, Япония, Россия, США и Китай, но в практических разработках лидируют последние две страны. В 2018 г. американцы сообщили об успешной демонстрации навигации по пульсарам, гарантировав определение орбиты МКС с ошибкой не более 10 км. Китай провел свои эксперименты значительно раньше: в 2016 г. был запущен экспериментальный спутник XPNAV-1. Однако полученные результаты оказались спорными.

Китай изначально поставил амбициозную цель – точность до 10 м. По факту XPNAV-1, ориентируясь на один пульсар, определил свое положение со средней ошибкой 38 км. Тем не менее, оборудование прошло проверку и ожидается, что следующие миссии будут измерять параметры 3–5 пульсаров одновременно [2], что увеличит точность.

Активные исследования ведёт Китай и в области лазерной локации Луны – прецизионном методе измерения расстояния до спутника Земли [3]. Эксперименты начались еще в 1960-х гг. в США и СССР, точность тогда составляла несколько сотен метров. В 2018 г. китайская Юньнаньская обсерватория зарегистрировала сигнал от отражателя «Аполлона-15», достигнув метрового уровня точности. Это помогло в 2019 г. успешно посадить АМС «Чанъэ-4» на обратной стороне Луны – впервые в истории человечества.

Параллельно Китай разрабатывает революционные телекоммуникационные системы [4]. В 2025 г. оператор China Mobile запустил первую в мире экспериментальную сеть 6G (10 базовых станций + спутник). Скорость передачи достигла 280 Гбит/с. Для отработки технологии терагерцовой связи на орбиту высотой 500 км был запущен экспериментальный спутник 6G. К проекту также подключились спутниковые группировки: «Цяньфан» (аналог Starlink) и национальный проект «Гоуван». Спутники «Цзилинь-1» тестируют лазерную связь – в 2025 г. достигнута скорость передачи данных порядка 100 Гбит/с, но эти результаты пока уступают рекорду NASA TBIRD (200 Гбит/с). Однако Китай уже начал массовое внедрение технологий 6G, включая лазерную связь «спутник–Земля», чего пока у Starlink нет.

Причиной китайских успехов является целенаправленная государственная политика. Китай рассматривает технологии как национальный стратегический приоритет. Государство координирует

усилия промышленности и науки, научные институты работают в связке с предприятиями. С 2014 г. частные компании были допущены к гражданской космической инфраструктуре, что создало конкуренцию и придало дополнительный стимул для ускоренного развития технологий. Китай также активно влияет на глобальные стандарты, выделяя частотные диапазоны под будущие сети.

КНР перестала быть простым подражателем. На глазах одного поколения страна превращается в неоспоримого технологического лидера, особенно в космосе и телекоммуникациях. Опыт, основанный как на учёте ошибок, так и на серьёзных прорывах, показал, что страна учится, развивается, инвестирует и уже сегодня создает технологии завтрашнего дня: от посадки на обратной стороне Луны до сетей 6G с голографической связью и лазерной передачей данных.

Литература

1. Борисова Е.А. Технологические войны Запада и Востока в XXI веке. Афро-азиатские страны и новые технологии, 2021. Отв. ред. Н.Н. Цветкова. – М.: ИВ РАН, 2021. – С. 80–92.
2. Liangwei Huang at al. Pulsar-based navigation results: data processing of the x-ray pulsar navigation-I telescope // Journ. of Astron. Telescopes, Instruments, and Systems. – 2019. – V. 5. – Issue 1. – № 018003.
3. Li Yuqiang at al. Research and Experiment of Lunar Laser Ranging in Yunnan Observatories // Chinese Journ. of Lasers. – 2019. – V. 46. – № 1.
4. Yajun Zhao, Guanghui Yu, Hanqing Xu. 6G Mobile Communication Networks: Vision, Challenges and Key Technologies // Scientia Sinica Informationis. Position Paper. – 2019. [Электронный ресурс]. URL: https://www.researchgate.net/publication/333077530_6G_Mobile_Communication_Network_Vision_Challenges_and_Key_Technologies (дата обращения: 27.01.2026).

УДК 1(091)
eLIBRARY.RU: 02.91.61

Морозова Л.Н.
Morozova L.N.
заведующий мемориальным
домом-музеем А.Л. Чижевского
ГМИК им. К.Э. Циолковского, г. Калуга

«ЭЛЕКТРОННЫЙ ЧЕЛОВЕК» А.Л. ЧИЖЕВСКОГО И «АТОМ-ДУХ» К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО: ДВА ТИПА МОНИЗМА

«ELECTRONIC MAN» BY A.L. CHIZHEVSKY AND «ATOM-SPIRIT» BY K.E. TSIOLKOVSKY: TWO TYPES OF MONISM

Аннотация. На материале рукописи А.Л. Чижевского «Электронная теория. Генезис форм» (1920) и трактата К.Э. Циолковского «Монизм вселенной» (1925) проведён сравнительный анализ двух типов монизма. Показано, что монизм Циолковского носит панпсихический характер, служит этической утопией и обоснованием бессмертия. Монизм Чижевского выступает методологическим фундаментом эмпирических исследований влияния солнечной активности на человека. В научный оборот вводятся реконструируемые понятия «электронный человек», «резонансная антропология», «осознанная сонастройка». Выявлены различия позиций К.Э. Циолковского и А.Л. Чижевского в отношении детерминизма, трактовки смерти и вектора познания – от Космоса к человеку у Циолковского и от человека к Космосу у Чижевского.

Ключевые слова: А.Л. Чижевский, К.Э. Циолковский, монизм, панпсихизм, электронный человек, резонансная антропология, осознанная сонастройка, русский космизм.

Abstract. sing A.L. Chizhevsky's manuscript «Electron Theory. Genesis of Forms» (1920) and K.E. Tsiolkovsky's treatise «Monism of the Universe» (1925), a comparative analysis of two types of monism is conducted. It is shown that Tsiolkovsky's monism is panpsychic in nature, serving as an ethical utopia and a justification for immortality. Chizhevsky's monism serves as a methodological foundation for empirical studies of the influence of solar activity on humans. The reconstructed concepts of «electronic man», «resonant anthropology», and «conscious attunement» are introduced into scientific circulation. Differences in the positions of K.E. Tsiolkovsky and A.L. Chizhevsky are revealed in determinism, the interpretation of death, and the vector of cognition – from the Cosmos to man in Tsiolkovsky and from man to the Cosmos in Chizhevsky.

Keywords: A.L. Chizhevsky, K.E. Tsiolkovsky, monism, panpsychism, electronic man, resonant anthropology, conscious attunement, Russian cosmism.

Являясь учением о субстанциальном единстве мироздания, в русском космизме монизм стал не отвлечённой метафизикой, а основополагающим принципом антропологии. Две ключевые фигуры

естественно-научного направления философии русского космизма К.Э. Циолковский и А.Л. Чижевский разделяли убеждение в единой основе бытия, однако трактовали это единство по-разному [1].

Монизм Циолковского – это панпсихизм как этическая утопия. В трактате «Монизм вселенной» (1925) он заявляет: «Я – чистейший материалист… Но и панпсихист, признающий чувствительность всей вселенной» [2, с. 4, 7].

Атом у Циолковского, даже его элементы, наделяется зачатком ощущения, а разница между живым и неживым у него лишь количественная. Циолковский уверен: «Громадные периоды небытия как бы не существуют для атома, а существуют только периоды пребывания его в живой органической материи» [2, с. 30]. Из этого выводится бессмертие: субъективно время в неорганическом состоянии равно нулю, поэтому все воплощения сливаются в одну непрерывную счастливую жизнь. Этический идеал Циолковского – ликвидация страданий путём замены «несовершенных» миров и «отставших» человеческих рас, совершенными обитателями, заселяющими космос путём колонизации [2, с. 81]. Вектор его мышления – дедуктивный: от общих законов астрономических единиц – к судьбе человека как временного носителя «атома-духа». Монизм Циолковского является терапевтической утопией, утешением перед смертью.

Монизм Чижевского – это методологическая основа его электронной теории. В рукописи «Электронная теория. Генезис форм» (1920) Чижевский утверждает: «Стол, стул, лампа, дом, дерево, человек – в итоге одно и то же, из одного и того же вещества – электричества» [3, л. 100]. Принципиальным отличием монизма Чижевского является отказ от панпсихизма, где электрон не чувствует, а подчиняется электромагнитным законам. Психика же является эмерджентным свойством мозга, а не онтологическим качеством каждого электрона [4, с. 222].

Из текста рукописи Чижевского «Электронная теория. Генезис форм» были реконструированы ряд понятий. «*Электронный человек*» – человек как сложная электрофизиологическая система, субстратно единая с космосом. «*Резонансная антропология*» – связь человека с космосом через резонанс колебательных систем. «Мы вибрируем в унисон с влияниями неба и земли» [3, л. 44]; живая клетка – результат космического воздействия [3, л. 33]. «*Космобиологический детерминизм*»: массовые психические явления, волны эпидемий, находятся в статистической корреляции с 11-летними циклами солнечной активности [3, л. 42]. По Чижевскому детерминизм не

фатален: «Солнце не принуждает нас делать то-то и то-то, но заставляет делать что-нибудь» [5, с. 63]. «*Осознанная сонастройка*» – свобода как сознательная гармонизация жизни с космическими ритмами на основе прогнозирования земных явлений по циклам солнечной активности [3, л. 41-42].

Вектор мысли Чижевского является индуктивным – от эмпирических данных статистики исторических событий и эпидемий к космическим обобщениям. Монизм Чижевского выполняет методологическую функцию, обосновывая поиск физических каналов связи человека с космосом, что привело к созданию гелиобиологии, историометрии, аэроионификации.

Сравнительный анализ монизма Циолковского и Чижевского позволяет сделать следующие выводы. У Циолковского базовым субстратом является атом – носитель чувствительности. Психическое онтологически присуще всей материи. Механизм связи – перевоплощение «атома-духа». Жёсткий детерминизм смягчён верой в бессмертие. Этический идеал – ликвидация несовершенных форм, т.е. эвтаназия миров. У Чижевского – субстратом является электрон, он не наделён психикой, а психическое является эмерджентным свойством сложных систем. Связь – физический резонанс. Детерминизм вероятностный. Моральные принципы – прогнозирование и смягчение последствий, т.е. космическая гигиена. Как отмечает М.Л. Захаров, «Мысль отца космонавтики движется от глобальных проблем Космоса к проблеме человека, а родоначальника гелиобиологии – в обратном направлении: от проблем человека к осмыслению места и роли человечества в Космосе [1, с. 150].

Однако электронная теория Чижевского, базирующаяся на физике начала XX в. с планетарной моделью атома, на сегодняшний день является устаревшей. При этом философское ядро – отказ от дуализма, понимание человека как открытой системы, сохраняет свою ценность. Проект Циолковского опирается на атомизм XIX в. и спорен, прежде всего, этически, т.к. в нём присутствует оправдание насилия во имя «космического блага».

Два мыслителя предложили два разных образа человека в космосе. Циолковский – панпсихическую утопию бессмертия, Чижевский – научно обоснованную стратегию адаптации через «осознанную сонастройку». Их диалог остаётся актуальным для современной философской антропологии, экзистенциальной и экологической проблематики.

Литература
1. Захаров М.Л. К.Э. Циолковский и А.Л. Чижевский о роли и месте человека в космосе // Труды XL Научных чтений памяти К.Э. Циолковского. – Калуга: ИП Кошелев А.Б., 2005. – С. 150-151.
2. Циолковский К.Э. Монизм вселенной: (конспект, март 1925 г.). – Калуга: 1-я гос. типолитогр., 1925. – 32 с.
3. Чижевский А.Л. «Электронная теория. Генезис форм». 1920 // Архив Российской академии наук (АРАН). Ф. 1703. Оп. 1. Д. 2. Л.1–178.
4. Терехов С.В. Монистическая концепция единства мироздания как философское основание естественно-научных идей А.Л. Чижевского // К.Э. Циолковский и современность. – Калуга: ИП Кошелев А.Б., 2008. – С. 221-222.
5. Чижевский А.Л. Физические факторы исторического процесса. – Калуга: 1-я Госполитография, 1924. – 72 с.

УДК 1(091)
eLIBRARY.RU: 02.91.01

Алексеева В.И.
Alekseeva V.I.
кандидат философских наук
заведующий отделом
научно-просветительной работы
ГМИК им. К.Э. Циолковского, г. Калуга

РУССКИЙ КОСМИСТ А.В. СУХОВО-КОБЫЛИН

RUSSIAN COSMIC ARTIST A.V. SUKHOVO-KOBYLIN

Аннотация. Первым человеком, который заложил основы русского космизма, является драматург А.В. Сухово-Кобылин. Он разработал эволюционную концепцию развития человека от земного до космического существа. Трем стадиям развития человека на этом пути соответствуют три стадии развития общества. Сухово-Кобылин вывел параллели между уровнем развития сознания человека (плюрализм, дуализм, монизм) и уровнем развития общества (теллурическое, солярное, звёздное человечество).

Ключевые слова: русский космизм, эволюция, стадии развития человека и общества; плюралистическое, дуалистическое, монистическое сознание человека; теллурическое, солярное, звездное человечество.

Abstract. The first person to lay the foundations of Russian cosmism was the playwright A.V. Sukhovo-Kobylin. He developed an evolutionary concept of human development from earthly to cosmic beings. Three stages of human development along this path correspond to three stages of societal development. Sukhovo-Kobylin drew parallels between the level of development of human consciousness (pluralism, dualism, monism) and the level of societal development (telluric, solar, and stellar humanity).

Keywords: Russian cosmism, evolution, stages of human and societal development; pluralistic, dualistic, monistic human consciousness; telluric, solar, stellar humanity.

Первым русским философом-космистом по праву надо считать Александра Васильевича Сухово-Кобылина (1817-1903). В своих теоретических работах он обосновывал мысль о том, что единственным и абсолютным предметом философии является человечество, его прекрасное будущее, совокупность его грядущих потенций и ликов. Цивилизационное развитие, по его мнению, проходит три основные стадии. Теллурическое, земное человечество заключено в границах нашей планеты. Солярное – выходит в пределы Солнечной системы. Сидерическое, всемирное – обитает в бесконечности Вселенной. При этом вся история человеческого рода являет собой процесс исхождения материи в дух, разумное боговидение, бесконечное сближение с Богом. Именно становление духа как становление разума, развитие сознания есть основное содержание исторического процесса. Пространственный масштаб, демонстрирующей эти стадии развития, является лишь формой [1-6].

Сухово-Кобылин выстроил прямые параллели между преобладающим типом человека и типом общества, проходящих три стадии развития.

На первой стадии чувственный человек с неразвитым мышлением воспринимает окружающий мир как механическую сумму предметов, не связанных между собой. Он создаёт плюралистическую картину мира, не владеет абстрактным мышлением, не умеет связать даже ряды однородных предметов. Такому типу человека соответствует низшая стадия развития общества – земное теллурическое общество. В пространственном масштабе это локальное общество одной планеты.

На второй стадии в сознании человека формируются абстрактные идеи, но он ещё не осознает единства мира, смысл его существования, вектор развития человечества в целом. В сознании преобладает дуализм (своё – чужое, близкий – далёкий). Такой тип мышления философ называл рассудочным. Он выше чувственного, но ещё

недостаточно развит. Стадия общества, которая соответствует преобладанию «рассудочников» – солярная, когда человечество распространяется по Солнечной системе.

На третьей стадии разум человека становится ключевой характеристикой интеллекта. Ему соответствует «разумозрительная» философия, монистический взгляд на мир, главной характеристикой которого является целостность. Человек познает единого Бога. Мышление становится монистическим. Оно выступает в качестве миротворца, который примиряет «экстремы»-противоположности: «…всякое воистину разумозрительное созерцание событий мира по своей синтетической, экстремы нейтрализующей, а потому умиротворяющей натуре вносит в мир не меч, а мир» [2, л. 10]. Только разум синтезирует и живит, видя противоположности тождественными, а противоречия между ними – поверхностными и преходящими. Соединение противоположностей на высшем третьем уровне – таков истинный способ познания действительности. Поэтому Сухово-Кобылин называл разум триалистом и монистом. Монистическому типу мышления соответствует высшая стадия развития общества, оно становится звёздным, сидерическим.

В этой красивой стройной теории много разумного. Признавая исключительно эволюционный путь развития, Сухово-Кобылин отрицал насильственное революционное начало. «…В мире только рациональное долговечно и устаивает, мировой процесс совершается по абсолютному, логическому, т.е. божественному закону, и, следовательно, для разума, иже и есть абсолютная сила, ни динамита, ни револьверов не надо. Вся эта арматура уличного грубого социализма есть тупоумие и зверство. Разум истории, как абсолютная сила, в истории и без револьверов справится» [2, л. 4]. Что касается трех типов мышления, то черты каждого из них мы находим на практике, как в истории человечества, так и сегодня в нашей практической жизни.

Литература

1. Сухово-Кобылин А.В. Учение Всемир: Инженерно-философские озарения. – М.: СЕТ, 1995. – 120 с.
2. Сухово-Кобылин А.В. Философские письма или этюды спекулятивной философии в её поступании за гегелизм. I том. 1899. – ЦГАЛИ. – Ф. 438. – Оп. 1. – Ед.хр. 56.
3. Сухово-Кобылин А.В. Философия духа или социология. III том. Материалы к теме «Расы». 1893-1899. – ЦГАЛИ. – Ф. 438. – Оп. 1. – Ед. хр. 143.

4. Сухово-Кобылин А.В. Рукописи. Философские сочинения. Неогегелизм. Учение Всемира. II том. Материалы к теме «Волюция, эволюция, инволюция, эналлакс. Невтонов бином». 1889-1902. – ЦГАЛИ. – Ф. 438. – Оп. 1. – Ед.хр. 92.
5. Сухово-Кобылин А.В. Рукописи. Философские сочинения. Философия духа или социология. III том. Материалы к теме «Летание». – ЦГАЛИ. – Ф. 438. – Оп. 1. – Ед.хр. 154.
6. Сухово-Кобылин А.В. Картины прошедшего. – Л.: Наука, 1989. – 358 с.

УДК 629.7:82-312.9
eLIBRARY.RU: 02.41.00

Кувшинов Д.Ю.
Kuvshinov D.Yu.
доктор медицинских наук, доцент
заведующий кафедрой нормальной физиологии
им. проф. Н.А. Барбараш
ФГБОУ ВО КемГМУ Минздрава России
г. Кемерово

ОБРАЗ ЧЕЛОВЕКА БУДУЩЕГО В ПРОИЗВЕДЕНИЯХ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ КОСМИСТОВ: ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ

THE IMAGE OF THE MAN OF THE FUTURE IN THE WORKS OF RUSSIAN COSMIC ARTISTS: DEVELOPMENT TRENDS

Аннотация. Организм человека приспособлен к определённым условиям жизни. Выход в космос поставил вопрос о необходимости формирования человека космического, человека будущего. При этом возможны как анатомо-морфологические изменения тела человека, так и перестройка его психики, формирование космоцентрического сознания. В трудах К.Э. Циолковского, А.Л. Чижевского, И.А. Ефремова сформулированы предельные вопросы о гармоничном сочетании прекрасного тела и здоровой психики, отточенного интеллекта.

Ключевые слова: человек будущего, космос, К.Э. Циолковский, И.А. Ефремов, космизм.

Abstract. The human body is adapted to specific living conditions. Space exploration raised the question of the need to develop a cosmic human, a human of the future. This could involve both anatomical and

morphological changes in the human body and a restructuring of the psyche, the development of a cosmocentric consciousness. The works of K.E. Tsiolkovsky, A.L. Chizhevsky, and I.A. Efremov formulate crucial questions about the harmonious combination of a beautiful body, a healthy psyche, and a refined intellect.

Keywords: future man, space, K.E. Tsiolkovsky, I.A. Efremov, cosmism.

Организм человека приспособлен к определённым условиям жизни. При отсутствии естественного отбора попытки учёных выяснить направление эволюционного развития человека сложны. Часть из них признаются, что не могут указать факторы, обусловливающих современную эволюцию человека, другие утверждают, что человек эволюционирует под влиянием «био-социальных факторов» [1, с. 89]. Есть любопытные построения анатомов, где предполагается, что человек в будущем будет иметь большую голову и меньше зубов, чем сейчас. Движения его будут ловкими, но не сильными. Череп будет стремиться навстречу тазу, кисть иметь только три двухфаланговых пальца, а ноги станут более грацильными (изящными, хрупкими) и короткими [2, с. 292-295]. Однако строение тела такого «рахитичного головастика» входит в противоречие с потребностями мозга. Мы получили от природы большой исследовательский мозг, и только в сильном, здоровом теле могут существовать здоровая психика и отточенный интеллект.

В настоящее время человек, осваивая космос, пытается выйти из своей биологической ниши. К.Э. Циолковский писал: «Я свободно представляю первого человека, преодолевшего земное притяжение и полетевшего в межпланетное пространство… Он русский, в этом я не сомневаюсь, об этом я много раз говорил, он гражданин Советского Союза. По профессии, скорее всего, лётчик. У него отвага умная, лишенная духовного безрассудства» [цит. по 3, с. 101]. Константин Эдуардович предполагал, что жизнь в невесомости или на планетах со слабой гравитацией вызовет «…умеренное увеличение роста, умеренное ослабление ножных и грудных мускулов, умеренное усиление прыжков и других движений» [4, с. 268]. При космических полетах возникает целый комплекс физиологических изменений, требующих длительной реадаптации к земным условиям. А в отдалённом будущем К.Э. Циолковский предполагал, что организм человека превратится в самодостаточную автономную систему, способную к выживанию в широчайшем диапазоне условий иных планет.

Единомышленик К.Э. Циолковского А.Л. Чижевский, писал: «Мы привыкли придерживаться грубого и узкого антифилософского взгляда на жизнь как на результат случайной игры только земных сил... Жизнь... в значительно большей степени есть явление космическое, чем земное… каждое биение органического пульса согласовано с биением космического сердца – этой грандиозной совокупности туманностей, звезд, Солнца и планет» [5, с. 33]. Но если влияние космоса на человека признается, а освоение ближнего космоса встроено в капиталистическую бизнес-модель, то идеи влияния человека на космос, облагораживающего воздействия его на человека, на общество ещё не вошли в жизнь в полной мере. Видимо, необходимо создание ярких моделей, которые бы устремили, прежде всего, молодежь, с присущей ей эгоцентричностью и верой в возможность быстрого преобразования мира, к построению космоцентричной цивилизации. На новом витке развития мы возвращаемся к эллинистической идее калокагатии, слияния физической красоты и духовности. Одним из ярких выразителей этой идеи является И.А. Ефремов. В своих произведениях он показал целостный образ человека, нацеленного на гармоничное развитие личности, нравственное самосовершенствование и активное познание. В «Туманности Андромеды» устами Эвды Наль он призывает молодежь: «Заряженные энергией, с уравновешенной, здоровой психикой, в которой в силу естественного соотношения эмоций больше доброты, чем зла, вы вступаете в мир на работу. Чем лучше будете вы, тем лучше и выше будет всё общество, ибо тут взаимная зависимость. Вы создадите высокую духовную среду как составляющие частицы общества, и оно возвысит вас самих» [6, с. 234-235].

Философия открывает новые возможности формирования космоцентрического мировоззрения, показывает векторы развития человека космического будущего.

Литература

1. Туринцева Е.А., Решетникова Е.В. Биосоциальный человек и возможные направления антропосоциальной эволюции // Знание. Понимание. Умение. – 2016. – № 2. – С. 86-100.
2. Быстров А.П. Прошлое, настоящее, будущее человека. Эволюция организма человека на основании изучения истории его скелета. – М.: URSS, 2017. – 320 с.
3. Бурцева Н.Л. Алексей Леонов. Рассказ легенды // ВКС. – 2019. – № 4 (101). – С. 98-109.

4. Циолковский К.Э. Живые существа в космосе // Грезы о земле и небе: Научно-фантастические произведения. – Тула: Приок. кн. изд-во, 1986. – 448 с.
5. Чижевский А.Л. Земное эхо солнечных бурь. – М.: Мысль, 1976. – 367 с.
6. Ефремов И.А. Туманность Андромеды. – М.: Молодая гвардия. 1958. – 368 с.

УДК 821.161.3-343.4.09:[1:629.78](470+571+476)
eLIBRARY.RU: 55.37-7130

Борисюк Т.П.
Borisyuk T.P.
научный сотрудник
Центр исследований белорусской
культуры, языка и литературы НАН Беларуси
г. Минск

ИДЕИ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО И А.В. КОЛЕСНИКОВА О ЗАСЕЛЕНИИ ДРУГИХ ПЛАНЕТ И СКАЗКА С.И. ГРАХОВСКОГО «ВАСЯ ВЕСЁЛКИН ЛЕТИТ НА ЛУНУ»

THE IDEAS OF K.E. TSIOLKOVSKY AND A.V. KOLESNIKOV ABOUT THE SETTLEMENT OF OTHER PLANETS AND S.I. GRAKHOVSKY'S FAIRY TALE «VASYA VESELKIN FLIES TO THE MOON»

Аннотация. Представлены взгляды о заселении других планет русского космиста К.Э. Циолковского и белорусского космиста А.В. Колесникова, а также обращено внимание на космологические познавательную и популяризаторскую функции лиро-эпической сказки С.И. Граховского «Вася Весёлкин летит на Луну». Обозначена специфика воззрений разных поколений исследователей-космистов на данную проблему. Показана связь художественно воплощённых идей с последующим их научным освоением.

Ключевые слова: космос, заселение планет, Луна, будущее, человек, робот.

Abstract. The article presents the views of the Russian cosmist K.E. Tsiolkovsky and the Belarusian cosmist A.V. Kolesnikov on the settlement of other planets. It also highlights the cosmological educational and popularizing functions of S.I. Grakhovsky's lyric-epic tale «Vasya

Vesyolkin Flies to the Moon» The specific perspectives of different generations of cosmist researchers on this issue are outlined. The connection between artistically embodied ideas and their subsequent scientific development is demonstrated.

Keywords: space, planetary colonization, Moon, future, humans, robots.

Идея заселения других планет, как очередная стадия эволюции человечества или способ спасения при возможных грядущих экологических катаклизмах на Земле, является одной из самых значимых в современной космологии. К.Э. Циолковский в своё время сформулировал и попытался обосновать идею космического бессмертия, обеспечиваемого бесконечными комбинациями вечных по своей природе атомов. Разумная жизнь на Земле – это тоже воплощение вечного стремления материи к прогрессу. Человека будущего Циолковский видел интеллектуалом, без страстей и страданий, живущим в эфире, летающим на ракетах и контактирующим с внеземными цивилизациями [1]. А.В. Колесников назвал К.Э. Циолковского «космическим романтиком и пророком», который видел в миссии «создания космической цивилизации» «проявление воли Вселенной» [2, с. 52].

Андрей Витальевич развивает его идеи о космосе как о пространстве для заселения людьми и высказывает мысль о наличии души и сознания в сгустках вещества, сформировавшихся на основе облака космической пыли [2, с. 53]. По всей вероятности звёздная, межзвёздная, межпланетная и межгалактическая плазма, с её высокой электрической проводимостью, тоже обладает интеллектом/сознанием. Тем более что А.В. Колесников, опираясь на мнение Я.О. Наркевича-Йодко, связывает мыслительную деятельность человека с его возможностью излучать электрические импульсы, а плазма как раз высокоэлектрична, а значит, возможно, разумна [3]. В фантастической литературе уже шла речь о плазме, как разумной и чувствующей («Солярис» Ст. Лема, «Плазмоиды» М. Баранова, «Этот Левиафан, которого ты сотворил…» Э. Стоуна) [4-6].

Будущее, по А.В. Колесникову, принадлежит лишённым индивидуальности роботизированным «существам» – «современным машинам», а не современному «биологическому организму», т.к. «техника основана на традиционной воспроизводимой математике, а природа использует, в том числе, темпоральные числа и невоспроизводимую математику», хоть «на её основе возникает феномен индивидуальности» [2, с. 54]. Однако сейчас мы оцениваем гениев философии, науки и искусства как раз в связи с их

неповторимой личностью и уникальным вкладом в развитие человеческой мысли и эстетического чувства. Сомнительно допущение возможности одухотворённого будущего, где безэмоциональные, безнравственные роботы-интеллектуалы будут править Вселенной. Без чувств, эмоций и нравственности может быть только будущее у моральных уродов. Наше будущее глазами А.В. Колесникова – это не будущее человечества, а будущее роботизированных, неуникальных «сущностей», функционирующих в условиях любых планет.

Однако Бог создал людей по своему образу и подобию: разумных, творческих, уникальных. Так, может, будущее как раз за межзвёздными перелётами живых людей, в ракетах и скафандрах, но живых, чувствующих, уязвимых? В Библии любовь есть главная созидающая и спасительная сила. Может, именно в ней, в искренности и верности нравственно достойных «космических людей» – секрет бессмертия?

А.В. Колесников считает, что «осилить путешествие к иным звездным системам могут лишь машины, информация и генетический материал», что такие одушевлённые машины способны «к самовоспроизведению и размножению» по фрактальному принципу [2, с. 56]. Но генетический материал сам не сформирует из себя человека. Для этого нужен родитель, воспитатель, учитель. Если учесть феномен Маугли, то у детей, которые долго находились вне человеческого общества, были проблемы даже с овладением человеческой речью. А.В. Колесников полагает, что на истощающейся Земле человечество вымрет, но его расселение по планетам Солнечной системы и мирам дальнего космоса является трудноосуществимым [2, с. 58]. При этом не надо забывать, что с 2020 года благодаря деятельности Илона Маска многое изменилось.

В своей лиро-эпической сказке «Вася Весёлкин летит на Луну» Сергей Иванович Граховский [7] ещё в середине XX века отразил желание и стремление людей к выходу в космос и расселению в нём. Даже дети готовы построить ракету, пошить скафандры, полететь на Луну с верными, трудолюбивыми и смелыми друзьями (правда полёт осуществлялся во сне Васи Весёлкина). Это произведение было не только своевременным, но и понятным, выполняя космологически познавательную и популяризаторскую функции.

Глубокое осмысление проблемы заселения других планет русским космистом К.Э. Циолковским, белорусским космистом А.В. Колесниковым и белорусским поэтом С.И. Граховским свидетельствует о неугасимом интересе философии и литературы к

ещё не раскрытым тайнам Вселенной и о желании решить проблему человеческого бессмертия путём расширения пространства его обитания за пределами планеты Земля.

Литература

1. Циолковский К.Э. Монизм Вселенной // Циолковский К.Э. Космическая философия. – М.: Эдиториал УРСС, 20001. – С. 272-292.
2. Колесников А.В. Космическая цивилизация будущего, темпоральная математика и живые роботы // Воздушно-космическая сфера. – 2020. – № 1(102). – С. 50-59.
3. Колесников А.В. Киберкосмизм: система когнитивных протоконструктов неокосмической философии темпорального универсума: Автореф. дис. на соиск. учен. степ. докт. философ.наук (09.00.08). – Минск, 2023. – 56 с.
4. Лем Ст. Солярис. – М.: АСТ, 2024. – 285 с.
5. Баранов М. Плазмоиды. – М.: Ridero, 2025. – 76 с.
6. Стоун Э. Этот Левиафан, которого ты сотворил… // Журнал «Если» – 2011. – № 8. – С. 54-76.
7. Граховский С.И. Вася Весёлкин летит на Луну. – Минск: Беларусь, 1965. – 15 с.

УДК 159.9:629.78
e.LIBRARU.RU: 15.81.39

Онуфриенко Е.Ю.
Onufrienko E.Yu.
преподаватель Космоцентра
ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина»
Звёздный городок, Московская область
Онуфриенко А.Ю.
Onufrienko A.Yu.
начальник лаборатории
ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина»
Звёздный городок, Московская область

«ЗЕМЛЯ В ИЛЛЮМИНАТОРЕ»: ВЗГЛЯД НА ПЛАНЕТУ СКВОЗЬ ПРИЗМУ ЭФФЕКТА ОБЗОРА

«EARTH IN THE PORTHOLE»: A VIEW OF THE PLANET THROUGH THE PRISM OF THE OVERVIEW EFFECT

Аннотация. В работе анализируется феномен изменения восприятия Земли при взгляде из космоса – так называемый «эффект обзора». На основе свидетельств космонавтов и философских идей К.Э. Циолковского показано, как этот феномен формирует «космическую точку зрения». Особое место занимают наблюдения космонавта Ю.И. Онуфриенко, чьи слова – о бескрайних океанах и тоске по дому – становятся живым мостиком между наукой, философией и человеческим переживанием. Делается вывод о необходимости синтеза земной и космической точек зрения для будущих межпланетных экспедиций.

Ключевые слова: эффект обзора, космическая точка зрения, Циолковский, космонавт, восприятие Земли.

Abstract. The paper analyzes the phenomenon of the change in the perception of the Earth when viewed from space – the so-called «overview effect». Based on the testimony of cosmonauts and the philosophical ideas of K.E. Tsiolkovsky, it is shown how this phenomenon forms a «space point of view». A special place is occupied by the observations of cosmonaut Yu.I. Onufrienko, whose words – about endless oceans and homesickness – become a living bridge between science, philosophy and human experience. The conclusion is made about the need for a synthesis of earthly and space points of view for future interplanetary expeditions.

Keywords: overview effect, space point of view, Tsiolkovsky, cosmonaut, perception of the Earth.

«Земля в иллюминаторе видна…» – эти слова из песни стали почти народным гимном космической романтики. В них – красота, мечта, лёгкость. Но те, кто на самом деле видел нашу планету с орбиты, знают: увиденное вызывает не только восторг. Это ещё и потрясение, от которого трудно избавиться до конца жизни.

Задолго до первого полёта человека в космос, в 1920 году, К.Э. Циолковский в своей повести «Вне Земли» удивительно точно описал то, что сейчас называют «эффектом обзора» (Overview effect). Он писал, что взгляд из ракеты может быть «подавляющим», люди будут «ошеломлены видами нашей планеты», некоторые почувствуют «опустошённость», а другие издадут «крики удивления и восторга» [1,

с. 144]. Учёный проектировал не только ракету, но и ту самую «космическую точку зрения», которую изложил в своих философских работах [2].

Сегодня мы знаем, что эффект обзора – не просто красивый оборот речи. Психолог Фрэнк Уайт, впервые описавший его в 1987 году, выделил несколько ключевых аспектов: визуальный шок от хрупкости Земли, чувство единства всех людей и осознание уязвимости нашей атмосферы, которая «тоньше кожуры яблока» [3]. Астронавт Рон Гаран, проведший на орбите 178 дней, признавался: «Жизнь на Земле удерживается лишь слоем, тонким, как бумага» [4].

Первым, кто подарил человечеству этот опыт и выразил его словами, стал Ю.А. Гагарин. Его знаменитое: «Облетев Землю в корабле-спутнике, я увидел, как прекрасна наша планета. Люди, будем хранить и приумножать эту красоту, а не разрушать её!». Это не просто лозунг. Это крик души человека, который только что увидел свой дом из чёрной пустоты.

Своими наблюдениями делился и космонавт, Герой России Ю.И. Онуфриенко. Он рассказывал: «Когда в первый раз глянул на Землю, подумал: так вот она какая, наконец-то…». И добавил неожиданное: «Иногда смотришь – то облака, то вода, то облака, то вода. И думаешь: логичнее было бы назвать планету не Земля, а "Вода"». Ведь действительно, наш привычный, земной взгляд, ищущий за окном дома и берёзы, сталкивается с реальностью взгляда из космоса, а это, прежде всего, океаны.

И всё же, как ни завораживает космонавта этот величественный вид, его всегда тянет обратно. Юрий Иванович заметил: «Любуешься Землей и думаешь: там мой дом, там всё родное. И хочется на неё вернуться... Космонавты вообще ребята интересные – в космосе по Земле скучают, а на Земле по космосу». В этом парадоксе – вся суть человека, который однажды обрёл «космическую точку зрения». Он уже не может мыслить по-старому.

Современные исследователи, такие как С.В. Кричевский, называют это «космоземной эволюцией» –синтезом земной и космической точек зрения [5, с. 5]. Циолковский был уверен, что именно подобный синтез необходим человечеству, чтобы увидеть истинный масштаб бытия. Взгляд из иллюминатора – это шаг к новой философии, где дом для человека – это и привычный двор, и вся планета, и, возможно, когда-нибудь другие миры.

Литература

1. Циолковский К.Э. Вне Земли: Повесть. – Калуга: Золотая аллея, 1993. – 144 с.

2. Циолковский К.Э. Необходимость космической точки зрения // К.Э. Циолковский. Гений среди людей. – М.: Мысль, 2014. – С. 234–237.
3. White F. The Overview Effect: Space Exploration and Human Evolution. – Boston: Houghton Mifflin, 1987. – 320 p.
4. Garan R. Интервью: «Жизнь на Земле удерживается лишь слоем, тонким, как бумага» / Фокус. — 2025. – 14 ноября.
5. Кричевский С.В. Сумма экспансии человечества на земле и в космосе: баланс, динамика и управление эволюцией при переходе к новому мировому порядку // К.Э. Циолковский: ключевые идеи и современные достижения космонавтики. Материалы 59-х Научных чтений, посвященных разработке научного наследия и развитию идей К.Э. Циолковского. Калуга, 17–19 сентября 2024 года. Ч. 2. – Калуга: Эйдос, 2024. – С. 4-6.

УДК 001(09)+62(09) (075)
eLIBRARY.RU: 3609-1666

Пахомов А.Г.
Pakhomov A.G.
Московский технологический
институт (МТИ), г. Москва

НАБЛЮДЕНИЕ ВЕНЕРЫ В КОНТЕКСТЕ ФИЛОСОФИИ СТОИКОВ

OBSERVATION OF VENUS IN THE CONTEXT OF STOIC PHILOSOPHY

Аннотация. В материале рассматривается процесс наблюдения планет под углом зрения философии стоиков. Облачность земной атмосферы по сути дела повторяет облачность Юпитера во время слежения за Венерой. На это важно обращать внимание, ибо всё связано со всем, что подтверждается, в том числе, и астрономически. Даётся описание наблюдения за Венерой 4 сентября 2025 года, сочетающее впечатления, научные, интеллектуальные, философские и эстетические аспекты.

Ключевые слова: космическая философия, астрономические наблюдения, планеты, Венера, стоики.

Abstract. This article examines the process of planetary observation from a Stoic perspective. The cloudiness of Earth's atmosphere essentially mimics the cloudiness of Jupiter during Venus observation. This is

important to note, as it is all connected to everything that is confirmed, including astronomically. A description of the observation of Venus on September 4, 2025, is given, combining impressions, scientific, intellectual, philosophical and aesthetic aspects.

Keywords: cosmic philosophy, astronomical observations, planets, Venus, stoics.

Яркое светило накатывается на звёздных человечков. Луны как не бывало. А тут поблизости должен быть Уран между Гиадами и Плеядами. Да, это они, звёздные Гиады, место обитания космических Ангелов [1, с. 93]. Чуть повыше – Плеяды, далёкая небесная Квочка [2, с. 149]. Несколько снимков со штатива делают эти звёздные скопления ещё ярче, богаче и ближе.

Главный объект поиска – небесный Уран оказывается для нас недоступным. Но это не надолго. Величественный бог неба обязательно найдётся при тщательном рассмотрении получившихся снимков. Было бы терпение! Наблюдательность и усердие обеспечат удачу. Техника нам поможет. Кадр за кадром, кадр за кадром. И всё со штатива…

А где же Венера? Её как не было, так и нет. Совсем ещё недавно появлялась она на небе в сопровождении гигантского Юпитера, хотя он даёт о себе знать, продолжая радовать замысловатыми облаками. Вихревые юпитерианские завихрения неожиданно появляются на земном небосклон, ведь всё в этом мире взаимосвязано. Всё связано со всем [3, с. 270; 4, с. 235-236].

А Венеры всё нет и нет возможности её дождаться. Можно собирать аппаратуру. Но не тут-то было. Стоило только всё раскрутить, как она явилась. Яркий, ослепительный небесный фонарь (5 часов 18 мин. по московскому времени). Предвестник восходящего Солнца. До чего же она яркая! Один захват пальцев, между кончиками указательного и большого. Небесная пядь [5, с. 15]. Космическое явление в созвездии Близнецов. Это ненадолго. Или, может быть, на вечность? Где же прячутся братья по разуму, такие далёкие, и удивительно близкие? Лучезарный небесный белый фонарь запечатлён кадр за кадром.

Космический близнец из ближайшего окружения Солнечной системы: атмосфера, вода и капли, жгучая небесная оболочка и давящее всё подряд атмосферное давление. Липкая небесная жижа неожиданно подкрадывается к загадочной Афродите (5 часов 28 мин. по московскому времени), темнота и плесень [6, с. 278], холод и мрак. Неотвратимая смена поколений. Нет на Венере жизни. Так и не сумели

отыскать. Всё поглощающая жара и сверхплотная масса, клочковатые обрывки юпитерианских облаков, сплошная непроницаемая пелена. Скоро взойдёт Солнце. А пока – только холод и мрак.

Всё-таки удалось увидеть Венеру. Увидеть и запечатлеть. Подарить людям прекрасную Афродиту (4 сентября 2025).

Литература

1. Снегов С.А. Люди как боги. – СПб.: Азбука, Аттикус, 2018. – 800 с.
2. Пахомов А.Г. Мои боевые предки // Звёздный дождь. Альманах современной прозы и поэзии. 19-й вып. – М.: Альтехсофт, 2025. – С. 143-150.
3. Стоицизм. Фрагменты трактатов. Зенон. Марк Аврелий. Эпиктет. – М.: Эксмо, 2025. – 384 с.
4. Пронина Е.Н. Античная философия. – М.: АСТ, 2018. – 272 с.
5. Пёрышкин И.М. Физика: 7-й класс. Учебник. – М.: Просвещение, 2024. – 339 с.
6. Лем Ст. Темнота и плесень // Лем Ст. Непобедимый: Роман. Рассказы. Собрание соч. в 10 тт. Т 3. – М.: Текст, 1993. – С.274-301.

УДК331.08
eLIBRARY.RU: 36.01.09

Толстых Л.А.
Tolstyh L.A.
геодезист-топограф
Санкт-Петербургский политехнический
университет Петра Великого
Философский клуб в Лесном
г. Санкт-Петербург

МИССИЯ ТВОРЧЕСТВА В ЦИФРОВОМ ХАОСЕ. УРОКИ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО

THE MISSION OF CREATIVITY IN DIGITAL CHAOS. LESSONS FROM K.E. TSIOLKOVSKY

Аннотация. В статье осуществляются попытки определить общий для всех существующих знаний язык. В качестве такого языка может выступать геометрия, изучающая пространственные структуры и отношения Её методы можно приспособить через гносеологию Циолковского к супраморализму Н.Ф. Фёдорова, к процессам

цифровизации, математическим и геодезическим воззрениям первых международных математических конгрессов и к состоянию графики на современном уровне.

Ключевые слова: цифра, гносеология, супраморализм, геометрия, графика.

Abstract. This article attempts to define a common language for all that exists. Geometry, which studies spatial structures and relationships, could serve as such a language. Its methods can be adapted through Tsiolkovsky's epistemology to the supramoralism of N.F. Fedorov, to digitalization processes, the geometric and geodetic views of the first international mathematical congresses, and to the state of graphics today.

Keyword: digital, epistemology, supramoralism, geometry, graphics.

Цифровизация стремительно захватывает всё новые и новые рубежи. Оцифровано почти всё вместе с искусственным интеллектом. Однако планета Земля, на которой мы все живём, остаётся всё ещё сокрытой ото всех. Спутники выполняют её съемки, но для чего? Похоже, что для обогащения тех, кто производит дроны, и для тех, для кого «ценнее – золото ли, являющееся источником взаимного истребления, или же прах отцов как цель соединения сынов», «…для которых слова «долг к отцам-предкам», «воскрешение» совершенно непонятны, так как все они, можно сказать, иностранцы и ницшеанцы; это те, которые, удаляясь от могил отцов, не только не взяли щепотки праха их (как делают переселенцы, чтущие своих отцов, не забывшие долга к предкам), но и отрясли даже прах отцов от ног своих, как это, можно сказать, сделал известный Рише, назвав предков отвратительными – «*эти отвратительные предки*», чем и выразил мнение и чувства большинства своих современников–интеллигентов» [1, с. 477, 473].

По словам Менделеева Д.И. «наука начинается с тех пор…, как начинают измерять; точная наука немыслима без меры» [2, с. IX]. Именно во многом благодаря этому, собрав все необходимые данные, и была создана (открыта) его «Периодическая система химических элементов» (1869).

Признание важности использования такого метода в науке привело, в частности, к принятию уже на Третьем Международном математическом конгрессе (1904, г. Гейдельберг) решения о создании обязательной Секции истории математики. Впоследствии это позволило рассматривать и такие вопросы, как например, геометрию землемеров Египта, являющуюся по сути проблемой геодезической. Однако до сих пор на международном уровне геометрия в научном

анализе присутствует только в алгебраическом виде, следы же геодезии крайне редки и фрагментарны.

В этом отношении интересно мнение американского художника, автора неоднозначных теоретических построений по физике и математике Майлза Мэтиса: «…При соединении квантовой механики и теории гравитации существующие математические построения не выдерживают. Невозможность их объединения приводит к бесчисленным проблемам, и решение до сих пор не найдено» [3, с. 485]. Автор убеждён, что физика, как наука только начинается, но лишь при условии перевода её на язык геометрии, на язык общения принтеров, плотеров, дронов и т.п., то есть на язык графики.

Ещё К.Э. Циолковский отмечал: «Разного рода знания, накопленные наиболее сознательными людьми всех стран, народов и времён, называются науками. Они разделяются на точные и сомнительные» [4, с. 306]. К точным наукам он относил те, которые опираются на законы Вселенной и на базе которых строится мировоззрение людей. Первой среди них он называл геометрию, позволяющую представить всё существующее в предельной простоте.

Литература

1. Фёдоров Н.Ф. Супраморализм, или всеобщий синтез (т.е. всеобщее объединение) // Фёдоров Н.Ф. Сочинения. – М.: Мысль, 1982. – С. 473-504.
2. Мон Г. Метеорология или учение о погоде. С предисловием Д.И. Менделеева. – СПб.: Общественная польза, 1876. – 283 с.
3. Мэтис М. Физика Зазеркалья. Новая теория поля и другие вопросы. – М.: РИПОЛ классик, 2018. – 494 с.
4. Циолковский К.Э. Любовь к самому себе, или истинное себялюбие // Циолковский К.Э. Космическая философия. – М.: Эдиториал УРСС, 2001. – С. 305-324.

УДК 379.8; 629.782
eLIBRARY.RU: 67.25.21; 89.25.35

Бровяков В.П.
Brovyakov V.P.
кандидат технических наук
старший научный сотрудник
Почетный работник ВПО РФ
г. Самара

ФИЛОСОФСКИЙ АСПЕКТ СУВЕРЕНИТЕТА ИИ В КОСМИЧЕСКОМ ТУРИЗМЕ

THE PHILOSOPHICAL ASPECT OF AI SOVEREIGNTY IN SPACE TOURISM

Аннотация. Суверенитет искусственного интеллекта (ИИ) обеспечивается государством в ходе обучения с учётом патриотической и этической составляющих. Этот процесс должен контролироваться экспертами, руководствующимися специальными правилами при оценке систем ИИ и ориентирующимися на особенности деятельности обучаемых. Суверенитет ИИ поддерживается производительными и оборонными силами государства. Именно такой суверенный ИИ Российской Федерации необходимо использовать не только в космическом туризме, но и в других видах деятельности.

Ключевые слова: космический туризм, искусственный интеллект, суверенитет, философский аспект, патриотизм.

Abstract. The sovereignty of artificial intelligence (AI) is ensured by the state during training, taking into account patriotic and ethical principles. This process must be overseen by experts guided by special rules for evaluating AI systems and focusing on the specific activities of the trainees. AI sovereignty is supported by the state's productive and defensive forces. It is precisely this sovereign AI of the Russian Federation that must be used not only in space tourism but also in other activities.

Keywords: space tourism, artificial intelligence, sovereignty, philosophical aspect, patriotism.

Комплекс естественных, индивидуальных человеческих интеллектов (ЧИ) складывается в более сложный объект – совокупный человеческий интеллект (СЧИ) – интеллект человечества. Совокупность искусственных интеллектов (ИИ), конкретных ИИ (КИИ) тоже должна привести к сложному конгломерату – совокупному искусственному интеллекту (СИИ).

Для любого объекта свойственны внутренние усиливающие и ослабляющие его противоречия. Например, жизнь человечества чревата диссонансом отношений правящих и оппозиционных политических сил, ментальными и материальными притязаниями конкретных популяций человечества (КПЧ) – государств, их объединений, блоков и т.п. Можно говорить об их суверенитете, переходящем в суверенитет СЧИ при общении с внеземными

цивилизациями (ВЦ). Противоречия и притязания будут свойственны и СИИ, содержащему КИИ.

Суверенитет КПЧ формируется в ходе обучения, патриотического и этического воспитания граждан конкретного государства. Это происходит в семье, школе, по всем направлениям жизнедеятельности КПЧ, и сказывается на состоянии производительных и оборонных сил страны. Суверенитет КИИ также должен формироваться подобным образом. Обучение важно осуществлять в соответствие с разработанными программами под контролем экспертов [1, с. 265]. Однако эксперты могут быть политически ангажированы, иметь различную мотивацию. И тогда суверенитет КИИ будет зиждиться на суверенитете и патриотизме разработчиков и экспертов данного государства.

При взаимодействии хотя бы двух ЧИ или хотя бы двух КИИ может наблюдаться их различное восприятие одних и тех же событий, явлений природы, политических или других процессов, в зависимости от их философского понимания суверенитета. Известно, например, различие ответов КИИ на вопросы о первенстве в освоении космоса, авторстве открытий в науке и технике, понимании вселенских процессов и т.п.

Этические вопросы в космическом туризме (КТ) решаются довольно сложно. Каждый считает добром то, когда ему «всегда хорошо», не учитывая, что возможно при этом ущемляются права других. Здесь необходимо выйти из понятийного пространства заданной парадигмы на более высокий уровень. Выбирая КИИ для КТ необходимо учитывать какими обучающими экспертами воспитывался предлагаемый КИИ, поскольку в КТ разные КИИ могут выдавать прямо противоположные оценки и рекомендации в отношении одних и те же явлений, как за пределами космического корабля, так и внутри его. Процесс согласования интеллектуальных потребностей человека с функциональными возможностями естества, доступными для познания и осознания космическими туристами может быть искажён КИИ, что приведёт к девиантному поведению среди них.

Поверхность ноосферы планеты представляет собой сферообразную корону [2, с. 56-59]. Зубцы её – это координаты положения реальных космодромов и других гипотетических порт-воро́т КТ, для обмена и распространения планетного СЧИ и СИИ в процессе КТ. В зависимости от того, каким государствам, политическим системам, общественным формациям принадлежат порт-воро́та может изменяться в целом суверенитет человечества и его СИИ.

Понимая, что «по мере развития наблюдательной астрономии … открыты миллионы особых миров, каждый из которых содержит миллиарды солнц с их планетами, лунами и множеством меньших тел» [3, с. 160], можно утверждать, что при освоении космического пространства вместе с единством КИИ будут нарастать противоречия между ними, как признак революционного зарождения единого СИИ с суверенитетом, определяющим интересы всей планеты и её ноосферы. Суверенитет КИИ зависит от общественной формации, в которой родились и воспитывались разработчики, обучающие эксперты и другие специалисты, влияющие на решение проблемы «знание и компьютер». В каждой формации, государстве должен быть свой КИИ с суверенитетом, согласующимся с мнением древнегреческого поэта Симонида Кеосского (556-469 гг. до н.э.): «…для полного счастья человека необходимо иметь славное отечество» и с тем, что «…сила не в силе, а в правде» [4, с. 75].

КИИ России – это ИИ Российской Федерации. Очевидно, что для исторической правды, в которой и содержится глубинная сила государства, он должен быть сформирован обучением, учитывающим логику многовекового многонационального развития, патриотической и этической составляющей, с учётом всех многовекторных направлений славной жизнедеятельности России. Он должен основываться на интеллектуальном суверенитете, патриотизме, этике каждого разработчика, эксперта и других участников этой работы. Именно такой суверенитет необходимо использовать не только для КТ, но и для всех других видов жизнедеятельности нашего государства.

Литература

1. Бровяков В.П. Искусственный интеллект в космическом туризме // К.Э. Циолковский. Проблемы индустриализации космоса и рационального использования земных ресурсов. – Калуга: Эйдос, 2025. – С. 264-267.
2. Бровяков В.П. Форма поверхности ноосферы планеты как условие развития космического туризма // К.Э. Циолковский. История и современность. – Калуга: Эйдос, 2022. – С. 56-59.
3. Циолковский К.Э. Очерки о Вселенной. – Калуга: Золотая аллея, 2001. – 278 с.
4. Толстой Л.Н. Христианство и патриотизм. // Толстой Л.Н. Полное собрание сочинений. В 90 тт. Т. 39. – М.: ГИХЛ, 1958. – С. 27-81.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ

AUTHOR INDEX

Alekseeva V.I. 264, 298
Andryushin D.V. 198
Asoskova Yu.V. 24
Belakovsky M.S. 133
Belyaev A.A. 19
Betanov V.V. 10
Bibicheva S.A. 27
Bogdanov A.N. 161
Borisova E.A. 291
Borisyuk T.P. 304
Borodina A.A. 86
Bosulaev M.D. 226
Brovyakov V.P. 314
Chalaeva H.S. 62
Chekhov I.A. 214
Chornyi B.V. 169
Danilichev S.N. 76
Dokuchaev L.V. 4
Drevnyak V.V. 186
Dvornikov M.V. 68, 94, 143
Egorova A.A. 136
Emelyanov A.V. 47
Filipenkov S.N. 112
Filippov M.L. 53
Garno P.R. 59
Gasparyan G.A. 214
Gevak N.V. 182
Gevorgian V.M. 163
Gorskaya K.G. 101
Gostev A.Y. 44
Guskov S.G. 94, 143
Gvozdkova K.V. 94
Ilyin V.K. 83, 108
Ivanov K.P. 129
Ivanyukhin A.V. 22, 47
Ivashkin V.V. 4

Kartashov V.V. 196
Karulina T.B. 260
Khomenko M.N. 68
Kiselev M.A. 188, 205, 230
Kochergin A.Yu. 73, 90
Kolesnikov A.V. 273
Kolesnikov D.Yu. 80
Kolesnikov P.Y. 83
Kolganov T.A. 49
Kopylova M.A. 19
Koryanov V.V. 16, 34, 62, 66
Koshelev I.V. 34
Kotov D.O. 129
Kotov O.V. 125
Kozhevnikov I.V. 151
Krichevsky S.V. 239, 248
Kukharenko A.S. 66
Kukoba T.B. 105
Kussmaul A.R. 133
Kuteinikov A.V. 16
Kuvshinov D.Yu. 251, 301
Kuzichkin D.S. 73, 90, 117
Labetskaya O.I. 139
Lazin I.U. 201
Leonov V.A. 277, 291
Li Chzhotszin 55
Li Sinkhan 41
Loginov V.I. 73
Lozov. V.V. 30
Lysova N.Yu. 105
Maksimova I.D. 94, 143
Malyshev Yu.M. 267, 285
Mapelman V.M. 254
Marchenko L.Yu. 121, 129
Markin A.A. 73, 117, 139
Matsnev E.I. 87, 121, 128
Medenkov A.A. 68, 94, 143
Mnatsikanyan A.Z. 143
Morozov I.V. 155
Morozova L.N. 294
Morozova Yu.A. 108

Nedogarok A.A. 19
Nekto A.A. 108
Olchev K.A. 235
Onufrienko A.Yu. 307
Onufrienko E.Yu. 307
Orlov A.R. 288
Osipov E.A. 32
Pakhomov A.G. 310
Pakhomov A.P. 223
Parfenova A.A. 108
Parnenkov A.E. 211
Pasekova O.B. 86, 121, 129
Pecheykina M.A. 191
Perevezentsev A.A. 83
Petukhov V.G. 4, 44
Podchufarov A.A. 16
Polyakov M.V. 126
Preferansov D.I. 230
Pyatnitsa A.S. 112
Radchenkova O.V. 121, 129
Rakov D.L. 191
Reznicenko A.S. 94
Reznichenko A.S. 143
Rumyantseva V.S. 80
Rybalkina A.L. 151
Sabirzyanov A.M. 257
SafaryanK.R. 233
Sarı Asude 201
Schiller V.V. 251
Sedov E.A. 80
Sergeev A.D. 157
Serova A.V. 73, 117, 139
Sharov V.D. 163
Shatalin V.I. 169
Sheina M.A. 94
Shmigel N.E. 269
Shved D.M. 101, 136
Shvetsov M.V. 16
Sigaleva E.E. 86, 121, 128
Sigaleva T.V. 86, 121, 129
Simonenko M.N. 129

Simonenko M.V. 121
Sitkevich V.E. 207
Smotrin D.K. 112
Stepanov E.M. 53
Stepkina O.S. 219
Stepkina V.S. 219
Sukhorukov R.Yu. 191
Supolkina N.S. 101, 136
Surovcov A.A. 188
Sverguzov A.T. 283
Tarasov E.A. 185
Terentev A.S. 38
Tikhonova G.A. 118
Titov D.V. 210
Tolstyh L.A. 312
Toporkov A.G. 19
Udartsev S.F. 242, 245
Usanova N.A. 108
Van S. 205
Vassilieva G.Yu. 80
Vavilin A.V. 14
Vereshchagin A.O. 59
Vlasova A.V. 223
Vlasova N.M. 149
Voloshin O.V. 133
Vorobyev A.V. 172
Vorobyev V.V. 172
Vorontsov A.L. 73, 139
Yakovleva V.U. 179
Yusupova A.K. 101, 136
Zabolotskaya I.V. 118
Zakharenko D.V. 115
Zhamkov A.S. 24, 27, 32
Zhemaeva D.A. 182
Zhuravleva O.A. 73, 117, 139
Zimin I.I. 22
Zivkovic T. 165
Zykov N.A. 280
Алексеева В.И. 264, 298
Андрюшин Д.В. 198
Асоскова Ю.В. 24

Белаковский М.С. 133
Беляев А.А. 19
Бетанов В.В. 10
Бибичева С.А. 27
Богданов А.Н. 161
Борисова Е.А. 291
Борисюк Т.П. 304
Бородина А.А. 86
Босулаев М.Д. 226
Бровяков В.П. 314
Вавилин А.В. 14
Ван С. 205
Васильева Г.Ю. 80
Верещагин А.О. 59
Власова А.В. 223
Власова Н.М. 149
Волошин О.В. 133
Воробьев А.В. 172
Воробьев В.В. 172
Воронцов А.Л. 73, 139
Гарно П.Р. 59
Гаспарян Г.А. 214
Гвоздкова К.В. 94
Гевак Н.В. 182
Геворгян В.М. 163
Горская К.Г. 101
Гостев А.Ю. 44
Гуськов С.Г. 94, 143
Даниличев С.Н. 76
Дворников М.В. 68, 94, 143
Докучаев Л.В. 4
Древняк В.В. 185
Егорова А.А. 136
Емельянов А.В. 47
Жамков А.С. 24, 27, 32
Жемаева Д.А. 182
Живкович Т. 165
Журавлева О.А. 73, 117, 139
Заболотская И.В. 117
Захаренко Д.В. 115
Зимин И.И. 22

Зыков Н.А. 280
Иванов К.П. 129
Иванюхин А.В. 22, 47
Ивашкин В.В. 4
Ильин В.К. 83, 108
Карташов В.В. 196
Карулина Т.Б. 260
Киселев М.А. 188, 205, 230
Кожевников И.В. 151
Колганов Т.А. 49
Колесников А.В. 273
Колесников Д.Ю. 80
Колесников П.Ю. 83
Копылова М.А. 19
Корянов В.В. 16, 34, 62, 66
Котов Д.О. 129
Котов О.В. 125
Кочергин А.Ю. 73, 90
Кошелев И.В. 34
Кричевский С.В. 239, 248
Кувшинов Д.Ю. 251, 301
Кузичкин Д.С. 73, 90, 117
Кукоба Т.Б. 105
Куссмауль А.Р. 133
Кутейников А.В. 16
Кухаренко А.С. 66
Лабецкая О.И. 139
Лазин И.Ю. 201
Леонов В.А. 277, 291
Ли Синьхан 41
Ли Чжоцзинь 55
Логинов В.И. 73
Лозов В.В. 30
Лысова Н.Ю. 105
Максимова И.Д. 94, 143
Малышев Ю.М. 267, 285
Мапельман В.М. 254
Маркин А.А. 73, 117, 139
Марченко Л.Ю. 121, 129
Мацнев Э.И. 87, 121, 128
Меденков А.А. 68, 94, 143

Мнациканян А.З. ... 143
Морозов И.В. ... 155
Морозова Л.Н. ... 294
Морозова Ю.А. ... 108
Недогарок А.А. ... 19
Некто А.А. ... 108
Ольчев К.А. ... 235
Онуфриенко А.Ю. ... 307
Онуфриенко Е.Ю. ... 307
Орлов А.Р. ... 288
Осипов Е.А. ... 32
Парненков А.Е. ... 211
Парфёнова А.А. ... 108
Пасекова О.Б. ... 86, 121, 129
Пахомов А.Г. ... 310
Пахомов А.П. ... 223
Перевезенцев А.А. ... 83
Петухов В.Г. ... 4, 44
Печейкина М.А. ... 191
Подчуфаров А.А. ... 16
Поляков М.В. ... 126
Преферансов Д.И. ... 230
Пятница А.С. ... 112
Радченкова О.В. ... 121, 129
Раков Д.Л. ... 191
Резниченко А.С. ... 94, 143
Румянцева В.С. ... 80
Рыбалкина А.Л. ... 151
Сабирзянов А.М. ... 257
Сары Асуде ... 201
Сафарян К.Р. ... 233
Свергузов А.Т. ... 283
Седов Е.А. ... 80
Сергеев А.Д. ... 157
Серова А.В. ... 73, 117, 139
Сигалева Е.Э. ... 86, 121, 128
Сигалева Т.В. ... 86, 121, 129
Симоненко М.В. ... 121
Симоненко М.Н. ... 129
Ситкевич В.Е. ... 207
Смотрин Д.К. ... 112

Степанов Е.М. 53
Степкина В.С. 219
Степкина О.С. 219
Суполкина Н.С. 101, 136
Суровцов А.А. 188
Сухоруков Р.Ю. 191
Тарасов Е.А. 185
Терентьев А.С. 38
Титов Д.В. 210
Тихонова Г.А. 118
Толстых Л.А. 312
Топорков А.Г. 19
Ударцев С.Ф. 242, 245
Усанова Н.А. 108
Филипенков С.Н. 112
Филиппов М.Л. 53
Хоменко М.Н. 68
Чалаева Х.С. 62
Чёрный Б.В. 169
Чехов И.А. 214
Шаров В.Д. 163
Шаталин В.И. 169
Швед Д.М. 101, 136
Швецов М.В. 16
Шеина М.А. 94
Шиллер В.В. 251
Шмигель Н.Е. 269
Юсупова А.К. 101, 136
Яковлева В.Ю. 179

СОДЕРЖАНИЕ

CONTENTS

Секция 3. «К.Э. ЦИОЛКОВСКИЙ И МЕХАНИКА КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЁТА» 4

О РОЛИ ОКБ-1 В РАЗВИТИИ КОСМОНАВТИКИ В РОССИИ И В МИРЕ..... 4
Докучаев Л.В., Ивашкин В.В., Петухов В.Г.

ON OKB-1 ROLE IN DEVELOPMENT OF COSMONAUTICS IN RUSSIA AND WORLD
Dokuchaev L.V., Ivashkin V.V., Petukhov V.G.

ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ НАВИГАЦИОННО-БАЛЛИСТИЧЕСКОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ УПРАВЛЕНИЯ КА В УСЛОВИЯХ РЕШЕНИЯ ОБОБЩЕННЫХ НЕКОРРЕКТНЫХ ЗАДАЧ 11
Бетанов В.В.

TECHNOLOGICAL FOUNDATIONS OF NAVIGATION AND BALLISTIC SUPPORT FOR SPACECRAFT CONTROL UNDER CONDITIONS OF SOLVING GENERALIZED ILL-POSED PROBLEMS
Betanov V.V.

МНОГОРАЗОВАЯ ОДНОСТУПЕНЧАТАЯ РАКЕТА-НОСИТЕЛЬ КОРОНА: ОСОБЕННОСТИ ПОЛЁТА 14
Вавилин А.В.

REUSABLE SINGLE-STAGE LAUNCH VEHICLE CORONA: FEATURES OF FLIGHT
Vavilin A.V.

БАЛЛИСТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ СЦЕНАРИЕВ ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ РОССИЙСКОЙ ОРБИТАЛЬНОЙ СТАНЦИИ СО СПУТНИКОВЫМИ ГРУППИРОВКАМИ..... 16
Корянов В.В., Подчуфаров А.А., Швецов М.В., Кутейников А.В.

BALLISTIC ANALYSIS OF INTERACTION SCENARIOS BETWEEN THE RUSSIAN ORBITAL STATION AND SATELLITE CONSTELLATIONS
Koryanov V.V., Podchufarov A.A., Shvetsov M.V., Kuteinikov A.V.

ОСОБЕННОСТИ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПАРАМЕТРОВ ДВИЖЕНИЯ НИЗКООРБИТАЛЬНЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ НА ОСНОВЕ СИГНАЛОВ ГНСС: МЕТОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ 19
Топорков А.Г., Беляев А.А., Недогарок А.А., Копылова М.А.

FEATURES OF DETERMINING THE MOTION PARAMETERS OF LOW-EARTH-ORBIT SPACECRAFT BASED ON GNSS SIGNALS: METHODS AND RESULTS
Toporkov A.G., Belyaev A.A., Nedogarok A.A., Kopylova M.A.

УПРАВЛЕНИЕ МНОГОСПУТНИКОВОЙ ГРУППИРОВКОЙ ДЛЯ ОПТИМАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЗОН ОБСЛУЖИВАНИЯ . 22
Иванюхин А.В., Зимин И.И.

CONTROL OF A MULTI-SATELLITE CONSTELLATION FOR OPTIMAL ALLOCATION OF SERVICE AREAS
Ivanyukhin A.V., Zimin I.I.

ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ ЭКОСИСТЕМЫ ЦЕЛЕВОГО ПРИМЕНЕНИЯ МНОГОСПУТНИКОВОЙ ОРБИТАЛЬНОЙ ГРУППИРОВКИ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ 25
Асоскова Ю.В., Жамков А.С.

PRINCIPLES FOR ESTABLISHING AN ECOSYSTEM FOR THE MISSION-SPECIFIC APPLICATION OF A MULTI-SATELLITE ORBITAL CONSTELLATION OF SMALL SPACECRAFT
Asoskova Yu.V., Zhamkov A.S.

ВЛИЯНИЕ УЧЁТА ДИФФУЗНО-ОТРАЖЕННОГО СВЕТА НА РАССЕИВАЮЩИХ ЧАСТИЦАХ АТМОСФЕРЫ ЗЕМЛИ НА АПРИОРНУЮ ОЦЕНКУ ЛИНЕЙНОГО РАЗРЕШЕНИЯ НА МЕСТНОСТИ НА НИЗКИХ УГЛАХ СОЛНЦА НАД ГОРИЗОНТОМ 28
Бибичева С.А., Жамков А.С.

IMPACT OF ACCOUNTING FOR DIFFUSELY REFLECTED LIGHT FROM EARTH`S ATMOSPHERIC SCATTERING PARTICLES ON THE A PRIORI ESTIMATE OF LINEAR RESOLUTION AT LOW SOLAR ELEVATION ANGLES
Bibicheva S.A., Zhamkov A.S.

ОСОБЕННОСТИ АДАПТИВНОГО ПЛАНИРОВАНИЯ ЦЕЛЕВОГО ПРИМЕНЕНИЯ МАЛЫХ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ ЗЕМЛИ 30
Лозов В.В.

FEATURES OF ADAPTIVE PLANNING OF TARGET USE OF SMALL SPACECRAFT FOR REMOTE SENSING OF THE EARTH
Lozov. V.V.

АЛГОРИТМ ОПТИМАЛЬНОГО ПОСТРОЕНИЯ МНОГОСПУТНИКОВОЙ ОРБИТАЛЬНОЙ ГРУППИРОВКИ МКА ДЗЗ НА КРАТНЫХ ОРБИТАХ ДЛЯ ПОЛНОГО И РЕГИОНАЛЬНОГО ПОКРЫТИЯ 32
Осипов Е.А., Жамков А.С.

AN ALGORITHM FOR OPTIMAL DESIGN OF A MULTI-SATELLITE EARTH REMOTE SENSING CONSTELLATION ON REPEAT GROUND-TRACK ORBITS FOR FULL AND REGIONAL COVERAGE
Osipov E.A., Zhamkov A.S.

МНОГОКРИТЕРИАЛЬНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ ПАРАМЕТРОВ НИЗКООРБИТАЛЬНОЙ НАВИГАЦИОННОЙ ГРУППИРОВКИ ТИПА УОЛКЕРА 34
Кошелев И.В., Корянов В.В.

MULTI-OBJECTIVE OPTIMIZATION OF PARAMETERS OF A LOW-EARTH-ORBIT WALKER NAVIGATION CONSTELLATION
Koshelev I.V., Koryanov V.V.

ПРИМЕНЕНИЕ УПРОЩЕННЫХ МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ АНАЛИЗА ДИНАМИКИ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ 38
Терентьев А.С.

APPLICATION OF SIMPLIFIED MATHEMATICAL MODELS FOR ANALYSIS OF THE DYNAMICS OF AIRCRAFT CONTROL SYSTEMS
Terentev A.S.

МЕТОД СОБЫТИЙНО-ИНИЦИИРУЕМОЙ АДАПТИВНОЙ ИНФОРМАЦИОННОЙ ФИЛЬТРАЦИИ С ЗАТУХАЮЩЕЙ ПАМЯТЬЮ ДЛЯ КООПЕРАТИВНОЙ ЛОКАЛИЗАЦИИ

НЕСКОЛЬКИХ НАЗЕМНЫХ РОБОТОВ В ДВУМЕРНОМ ПРОСТРАНСТВЕ ПРИ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ УСЛОВИЯХ СВЯЗИ 41
Ли Синьхан

EVENT-TRIGGERED ADAPTIVE INFORMATION FILTERING WITH FADING MEMORY FOR COOPERATIVE LOCALIZATION OF MULTIPLE GROUND ROBOTS IN A TWO-DIMENSIONAL SPACE UNDER EXTREME COMMUNICATION CONDITIONS
Li Sinkhan

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕТОДА МНОГОКРАТНОЙ СТРЕЛЬБЫ В ЗАДАЧЕ ОПТИМИЗАЦИИ МЕЖОРБИТАЛЬНЫХ перелЁтов С МАЛОЙ ТЯГОЙ 45
Гостев А.Ю., Петухов В.Г.

APPLICATION OF MULTIPLE-SHOOTING METHOD IN LOW-THRUST TRAJECTORY OPTIMIZATION PROBLEM
Gostev A.Y., Petukhov V.G.

АНАЛИЗ ФУНКЦИИ ПЕРЕКЛЮЧЕНИЯ ДЛЯ ПЕРЕЛЁТОВ С МАЛОЙ ТЯГОЙ И ПОСТОЯННЫМ ПЕРИОДОМ 47
Емельянов А.В., Иванюхин А.В.

ANALYSIS OF THE SWITCHING FUNCTION FOR LOW-THRUST TRANSFERS WITH CONSTANT PERIOD
Emelyanov A.V., Ivanyukhin A.V.

АЛГОРИТМ ПОСТРОЕНИЯ ОПТИМАЛЬНОГО ПЕРЕХОДА НА ИЗВЕСТНУЮ ТРАЕКТОРИЮ ПРОЛЁТА У ЛУНЫ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ НИЗКОЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ ПЕРЕЛЁТОВ 49
Колганов Т.А.

ALGORITHM FOR CALCULATION AN OPTIMAL TRANSFER TO A KNOWN MOON-FLYBY TRAJECTORY WHEN DESIGNING LOW-ENERGY TRANSFERS
Kolganov T.A.

О БАЛЛИСТИЧЕСКОМ ПРОЕКТИРОВАНИИ ПЕРЕЛЁТА К ВЕНЕРЕ... 53
Степанов Е.М., Филиппов М.Л.

ASTRODYNAMICS OF EARTH-VENUS TRANSFER
Stepanov E.M., Filippov M.L.

АНАЛИЗ СТРАТЕГИЙ АНСАМБЛИРОВАНИЯ
ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СТОИМОСТИ МЕЖПЛАНЕТНЫХ
ПЕРЕЛЁТОВ С МАЛОЙ ТЯГОЙ НА ОСНОВЕ СЕТЕЙ
КОЛМОГОРОВА–АРНОЛЬДА 56
Ли Чжоцзинь

ANALYSIS OF ENSEMBLING STRATEGIES FOR LOW-THRUST
INTERPLANETARY TRANSFER COST PREDICTION USING
KOLMOGOROV–ARNOLD NETWORKS
Li Chzhotszin

ОПТИМАЛЬНАЯ ТРАЕКТОРИЯ ДВИЖЕНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНОГО
АППАРАТА, ПРЕДНАЗНАЧЕННОГО ДЛЯ ИССЛЕДОВАНИЙ
В АТМОСФЕРЕ МАРСА, С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ УПРАВЛЕНИЯ
ПО УГЛУ АТАКИ 59
Гарно П.Р., Верещагин А.О.

OPTIMUM TRAJECTORY OF MOTION OF AIRCRAFT DESIGNED
FOR RESEARCH IN THE ATHMOSPHERE OF MARS USING ANGLE
OF ATTACK
Garno P.R., Vereshchagin A.O.

ВЛИЯНИЕ СУТОЧНОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ПЛОТНОСТИ
ТЕРМОСФЕРЫ НА ПРОЕКТИРОВАНИЕ АЭРОТОРМОЖЕНИЯ
ОРБИТАЛЬНОГО АППАРАТА 63
Корянов В.В., Чалаева Х.С.

INFLUENCE OF DAILY VARIABILITY OF THERMOSPHERIC
DENSITY ON THE DESIGN OF AN ORBITAL
VEHICLE AEROBRAKING
Koryanov V.V., Chalaeva H.S.

ТРАЕКТОРИИ ДВИЖЕНИЯ СПУСКАЕМОГО АППАРАТА,
УПРАВЛЯЕМОГО ВНУТРЕННЕЙ ПОДВИЖНОЙ МАССОЙ 66
Кухаренко А.С., Корянов В.В.

TRAJECTORIES OF A DESCENT VEHICLE CONTROLLED BY AN
INTERNAL MOVABLE MASS
Kukharenko A.S., Koryanov V.V.

Секция 4. «К.Э. ЦИОЛКОВСКИЙ И ПРОБЛЕМЫ КОСМИЧЕСКОЙ БИОЛОГИИ И МЕДИЦИНЫ»..... 68

ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКАЯ НАДЁЖНОСТЬ Ю.А. ГАГАРИНА В ПЕРВОМ ПОЛЁТЕ В КОСМОС 68
Дворников М.В., Меденков А.А., Хоменко М.Н.

PSYCHOPHYSIOLOGICAL RELIABILITY OF YURI GAGARIN IN HIS FIRST SPACE FLIGHT
Dvornikov M.V., Medenkov A.A., Khomenko M.N.

УРОВЕНЬ ТРОМБОЦИТАРНОГО ФАКТОРА РОСТА (PDGF-BB) В КРОВИ КОСМОНАВТОВ ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНЫХ ОРБИТАЛЬНЫХЭКСПЕДИЦИЙ 74
Кузичкин Д.С., Воронцов А.Л., Маркин А.А., Журавлева О.А., Серова А.В., Кочергин А.Ю., Логинов В.И.

THE PLATELET-DERIVED GROWTH FACTOR (PDGF-BB) LEVEL IN THE BLOOD OF COSMONAUTS AFTER LONG-TERM ORBITAL EXPEDITIONS
Kuzichkin D.S., Vorontsov A.L., Markin A.A., Zhuravleva O.A., Serova A.V., Kochergin A.Yu., Loginov V.I.

СОСТОЯНИЕ МАКУЛЯРНОЙ ЗОНЫ СЕТЧАТКИ ПОСЛЕ ДЛИТЕЛЬНОГО ОРБИТАЛЬНОГО КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЁТА.... 76
Даниличев С.Н.

CONDITION OF THE MACULAR ZONE OF THE RETINA AFTER LONG-TERM ORBITAL SPACE FLYING
Danilichev S.N.

НЕЙРОГУМОРАЛЬНЫЕ МЕХАНИЗМЫ ЦЕФАЛГИИ В УСЛОВИЯХ ДЛИТЕЛЬНОЙ ИЗОЛЯЦИИ (ЭКСПЕРИМЕНТ SIRIUS-23)..... 80
Васильева Г.Ю., Седов Е.А., Колесников Д.Ю., Румянцева В.С.

NEUROHUMORAL MECHANISMS OF HEADACHE UNDER LONG-TERM ISOLATION (SIRIUS-23 EXPERIMENT)
Vassilieva G.Yu., Sedov E.A., Kolesnikov D.Yu., Rumyantseva V.S.

ВЛИЯНИЕ ПЛОТНОИОНИЗИРУЮЩЕГО ОБЛУЧЕНИЯ НА ЭФФЕКТИВНОСТЬ ПРОБИОТИЧЕСКОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ *STREPTOCOCCUS SALIVARIUS* НА МИКРОФЛОРУ ПОЛОСТИ РТА КРЫС..... 84

Колесников П.Ю., Перевезенцев А.А., Ильин В.К.

EVALUATION OF HIGH-DENSITY IONIZING RADIATION ON THE EFFECTIVENESS OF THE PROBIOTIC EFFECT OF *STREPTOCOCCUS SALIVARIUS* ON THE ORAL MICROFLORA OF RATS
Kolesnikov P.Y., Perevezentsev A.A., Ilyin V.K.

СОВРЕМЕННЫЙ ЭТАПНЫЙ АЛГОРИТМ И РОЛЬ ИНТЕРВЕНЦИОННЫХ МЕТОДОВ ЛЕЧЕНИЯ БОЛИ В КРЕСТЦОВО-ПОДВЗДОШНОМ СОЧЛЕНЕНИИ У ЛИЦ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ПРОФЕССИЙ 87
Сигалева Т.В., Бородина А.А., Сигалева Е.Э., Пасекова О.Б., Мацнев Э.И.

A MODERN STAGED ALGORITHM AND THE ROLE OF INTERVENTIONAL METHODS OF TREATMENT OF PAIN IN THE SACROILIAC JOINT IN PERSONS WITH EXTREME PROFESSIONS
Sigaleva T.V., Borodina A.A., Sigaleva E.E., Pasekova O.B., Matsnev E.I.

ВЛИЯНИЕ ВОЗДЕЙСТВИЯ МОДЕЛИРУЕМЫХ В НАЗЕМНЫХ ЭКСПЕРИМЕНТАХ ФАКТОРОВ КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЁТА НА СИСТЕМУ ГЕМОСТАЗА ЗДОРОВОГО ЧЕЛОВЕКА 91
Кочергин А.Ю., Кузичкин Д.С.

INFLUENCE OF SPACE FLIGHT FACTORS SIMULATED IN GROUND-BASED EXPERIMENTS ON THE HEMOSTASIS SYSTEM OF A HEALTHY HUMAN
Kochergin A.Yu., Kuzichkin D.S.

О ЮБИЛЕЯХ УЧЁНЫХ ИНСТИТУТА АВИАЦИОННОЙ И КОСМИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ И ИХ ВКЛАДЕ В ОТЕЧЕСТВЕННУЮ АВИАКОСМИЧЕСКУЮ МЕДИЦИНУ И ПСИХОЛОГИЮ 94
Гвоздкова К.В., Гуськов С.Г., Дворников М.В., Меденков А.А., Максимова И.Д., Резниченко А.С., Шеина М.А.

ABOUT ANNIVERSARIES OF SCIENTISTS OF THE INSTITUTE OF AVIATION AND SPACE MEDICINE AND THEIR CONTRIBUTION TO THE DEVELOPMENT OF AVIATION AND COSMONAUTICS
Gvozdkova K.V., Guskov S.G., Dvornikov M.V., Medenkov A.A., Maksimova I.D., Reznicenko A.S., Sheina M.A.

РЕЧЕВЫЕ МАРКЕРЫ АДАПТАЦИИ КОСМОНАВТОВ
К УСЛОВИЯМ ДЛИТЕЛЬНОГО КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЁТА (НА МАТЕРИАЛЕ ПЕРЕГОВОРОВ В КОНТУРЕ БОРТ-ЭКИПАЖ)..... 102
Суполкина Н.С., Юсупова А.К., Горская К.Г., Швед Д.М.

SPEECH MARKERS OF COSMONAUTS' ADAPTATION
TO THE CONDITIONS OF LONG-TERM SPACE FLIGHT (BASED ON THE NEGOTIATIONS IN THE FLIGHT CREW CONTOUR)
Supolkina N.S., Yusupova A.K., Gorskaya K.G., Shved D.M.

ВЛИЯНИЕ МОРФОФУНКЦИОНАЛЬНЫХ ПАРАМЕТРОВ ПОКОЯ НА МАКСИМАЛЬНОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ КИСЛОРОДА:
ФАКТОРНЫЙ АНАЛИЗ НА ДАННЫХ КОСМОНАВТОВ
И ДОБРОВОЛЬЦЕВ 105
Лысова Н.Ю., Кукоба Т.Б.

INFLUENCE OF RESTING MORPHOFUNCTIONAL PARAMETERS ON MAXIMAL OXYGEN CONSUMPTION: A FACTOR ANALYSIS BASED ON DATA FROM COSMONAUTS AND VOLUNTEERS
Lysova N.Yu., Kukoba T.B.

МИКРОБИОТА И ПСИХОФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ЧЕЛОВЕКА ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ПРО- И ПРЕБИОТИЧЕСКИХ СРЕДСТВ В ГОДОВОМ ИЗОЛЯЦИОННОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ «SIRIUS-23» 109
Парфёнова А.А., Ильин В.К., Усанова Н.А., Морозова Ю.А., Некто А.А.

MICROBIOTA AND PSYCHOPHYSIOLOGICAL STATE DURING THE USE OF PRO- AND PREBIOTIC AGENTS IN THE ONE-YEAR ISOLATION EXPERIMENT “SIRIUS-23”
Parfenova A.A., Ilyin V.K., Usanova N.A., Morozova Yu.A., Nekto A.A.

МЕДИЦИНСКИЕ РАЗРАБОТКИ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ГЕНЕРАЛЬНОГО КОНСТРУКТОРА Г.И. СЕВЕРИНА..... 112
Филипенков С.Н., Пятница А.С., Смотрин Д.К.

MEDICAL DESIGN, DEVELOPMENT AND PRODUCTION OF GENERAL DESIGNER G.I. SEVERIN
Filipenkov S.N., Pyatnitsa A.S., Smotrin D.K.

ПРИМЕНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНОЙ УЛЬТРАФИОЛЕТОВОЙ СТЕРИЛИЗАЦИИ ПРИ СОЗДАНИИ КОСМИЧЕСКИХ АППАРАТОВ

ДЛЯ МЕЖПЛАНЕТНЫХ МИССИЙ С ПОСАДОЧНЫМИ АППАРАТАМИ НА МАРС 115
Захаренко Д.В.

APPLICATION OF SURFACE ULTRAVIOLET STERILIZATION IN CRIATING SPACECRAFT FOR NTERPLANETARY MISSIONS WITH LANDING VEHICLES TO MARS
Zakharenko D.V.

ПРОФЕССИОНАЛЫ И ЛЮБИТЕЛИ: БИОХИМИЧЕСКИЙ СТАТУС ДО И ПОСЛЕ КОРОТКОГО ОРБИТАЛЬНОГО ПОЛЁТА 118
Маркин А.А., Журавлева О.А., Серова А.В., Кузичкин Д.С., Заболотская И.В., Тихонова Г.А.

PROFESSIONALS AND AMATEURS: BIOCHEMICAL STATUS BEFORE AND AFTER A SHORT ORBITAL FLIGHT
Markin A.A., Zhuravleva O.A., Serova A.V., Kuzichkin D.S., Zabolotskaya I.V., Tikhonova G.A.

СИМУЛЯТОРНЫЙ КИНЕТОЗ (КИБЕРБОЛЕЗНЬ) – НОВЫЙ ВАРИАНТ БОЛЕЗНИ ДВИЖЕНИЯ 122
Сигалева Е.Э., Мацнев Э.И., Марченко Л.Ю., Пасекова О.Б., Сигалева Т.В., Радченкова О.В., Симоненко М.В.

SIMULATOR SICKNESS (CYBERSICKNESS) – A NEW TYPE OF MOTION SICKNESS
Sigaleva E.E., Matsnev E.I., Marchenko L.Yu., Pasekova O.B., Sigaleva T.V., Radchenkova O.V., Simonenko M.V.

К.Э. ЦИОЛКОВСКИЙ: ОБИТАЕМОСТЬ КОСМОНАВТОВ – ЭРГОНОМИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ 126
Котов О.В., Поляков М.В.

K.E. TSIOLKOVSKY: HABITABILITY OF ASTRONAUTS – ERGONOMIC PROBLEMS
Kotov O.V., Polyakov M.V.

ДИАГНОСТИКА И ЛЕЧЕНИЕ ЛОР-ЗАБОЛЕВАНИЙ У КОСМОНАВТОВ ВО ВРЕМЯ ДЛИТЕЛЬНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ПОЛЁТОВ 129
Сигалева Е.Э., Мацнев Э.И., Пасекова О.Б., Марченко Л.Ю., Сигалева Т.В., Иванов К.П., Симоненко М.Н., Радченкова О.В., Котов Д.О.

DIAGNOSIS AND TREATMENT OF ENT DISEASES
IN COSMONAUTS DURING LONG-TERM SPACE FLIGHTS
Sigaleva E.E., Matsnev E.I., Pasekova O.B., Marchenko L.Yu.,
Sigaleva T.V., Ivanov K.P., Simonenko M.N., Radchenkova O.V.,
Kotov D.O.

ЗВЁЗДНЫЙ СОЮЗ: ВКЛАД ПРОГРАММЫ «ИНТЕРКОСМОС»
В КОСМИЧЕСКУЮ МЕДИЦИНУ. К 60-ЛЕТИЮ СОЗДАНИЯ..... 134
Куссмауль А.Р., Волошин О.В., Белаковский М.С.

STAR SOYUZ: THE INTERKOSMOS PROGRAM'S CONTRIBUTION
TO SPACE MEDICINE. ON THE 60TH ANNIVERSARY OF ITS
CREATION
Kussmaul A.R., Voloshin O.V., Belakovsky M.S.

О ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ ТЕХНОЛОГИЙ
ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ПРАКТИКЕ
ПСИХОЛОГИЧЕСКОГО СОПРОВОЖДЕНИЯ КОСМОНАВТОВ В
ДОЛГОВРЕМЕННОМ КОСМИЧЕСКОМ ПОЛЁТЕ 137
Юсупова А.К., Суполкина Н.С., Швед Д.М., Егорова А.А.

ON THE POSSIBILITY OF USING ARTIFICIAL INTELLIGENCE
TECHNOLOGIES IN THE PRACTICE OF PSYCHOLOGICAL
SUPPORT FOR COSMONAUTS DURING LONG-TERM
SPACE FLIGHTS
Yusupova A.K., Supolkina N.S., Shved D.M., Egorova A.A.

ДИНАМИКА ПОКАЗАТЕЛЕЙ ОБМЕНА ЖЕЛЕЗА И СИСТЕМЫ
ЭРИТРОНА У КОСМОНАВТОВ ПОСЛЕ ОРБИТАЛЬНЫХ
ПОЛЁТОВ РАЗЛИЧНОЙ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ
НА МЕЖДУНАРОДНУЮ КОСМИЧЕСКУЮ СТАНЦИЮ..... 140
Серова А.В., Журавлева О.А., Воронцов А.Л., Лабецкая О.И.,
Маркин А.А.

DYNAMICS OF INDICES OF IRON METABOLISM
AND THE ERYTHRON SYSTEM OF COSMONAUTS
AFTER ORBITAL FLIGHTS OF VARYING DURATION
TO THE INTERNATIONAL SPACE STATION
Serova A.V., Zhuravleva O.A., Vorontsov A.L., Labetskaya O.I.,
Markin A.A.

О ЮБИЛЕЯХ УЧЁНЫХ ИНСТИТУТА АВИАЦИОННОЙ
И КОСМИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ И ИХ ВКЛАДЕ
В ОТЕЧЕСТВЕННУЮ АВИАКОСМИЧЕСКУЮ МЕДИЦИНУ
И ПСИХОЛОГИЮ 143
Резниченко А.С., Гуськов С.Г., Дворников М.В., Максимова И.Д.,
Меденков А.А., Мнациканян А.З.

ABOUT ANNIVERSARIES OF SCIENTISTS OF THE INSTITUTE OF
AVIATION AND SPACE MEDICINE AND THEIR CONTRIBUTION
TO THE DEVELOPMENT OF AVIATION AND COSMONAUTICS
Reznichenko A.S., Guskov S.G., Dvornikov M.V., Maksimova I.D.,
Medenkov A.A., Mnatsikanyan A.Z.

Секция 5. «АВИАЦИЯ И ВОЗДУХОПЛАВАНИЕ» 149

АЛЬБОМ «АРКТИЧЕСКИЙ ПОЛЁТ ДИРИЖАБЛЯ ЛЦ-127 С 24 ПО
31 ИЮЛЯ 1931 ГОДА» КАК ИСТОРИЧЕСКИЙ ИСТОЧНИК 149
Власова Н.М.

THE ALBUM "ARCTIC FLIGHT OF THE AIRSHIP LZ 127
FROM JULY 24 TO 31, 1931" AS A HISTORICAL SOURCE
Vlasova N.M.

ИЗМЕНЕНИЯ В РАБОТЕ ИНЖЕНЕРНО-ТЕХНИЧЕСКОГО
ПЕРСОНАЛА ЗА 50 ЛЕТ 152
Рыбалкина А.Л., Кожевников И.В.

CHANGES IN THE WORK OF MAINTENANCE STAFF
OVER 50 YEARS
Rybalkina A.L., Kozhevnikov I.V.

ЗАРОЖДЕНИЕ И РАЗВИТИЕ ИДЕИ СТРАТОСФЕРНОГО ПЛАНЕРА. 155
Морозов И.В.

STRATOSPHERIC GLIDER/SAILPLANE ORIGIN
AND DEVELOPMENT
Morozov I.V.

МЕТОД КОНСЕРВАТИВНОГО АГРЕГИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЙ
ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОЙ ОЦЕНКИ ЛЁТНОЙ ГОДНОСТИ
АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ..... 158
Сергеев А.Д.

METHOD OF CONSERVATIVE CONDITION AGGREGATION FOR AUTOMATED ASSESSMENT OF FLIGHT AIRWORTHINESS AVIATION SYSTEMS
Sergeev A.D.

РАЗВИТИЕ КОНЦЕПЦИИ ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ ЛЮДВИГА ПРАНДТЛЯ НА РЕЖИМЫ СВОБОДНОГО ВЯЗКО-НЕВЯЗКОГО ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ГАЗОВЫХ ПОТОКОВ 161
Богданов А.Н.

DEVELOPMENT OF LUDWIG PRANDTL'S BOUNDARY LAYER CONCEPT TO THE REGIMES OF FREE VISCOUS-INVISCOUS INTERACTION OF GAS FLOWS
Bogdanov A.N.

КОМПЕТЕНЦИИ ПИЛОТОВ КАК ФАКТОР БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЁТОВ 164
Геворгян В.М., Шаров В.Д.

PILOT COMPETENCIES AS A FACTOR OF FLIGHT SAFETY
Gevorgian V.M., Sharov V.D.

ИССЛЕДОВАНИЕ АВИАЦИОННЫХ ПРОИСШЕСТВИЙ С ВЕРТОЛЁТАМИ ROBINSON 166
Живкович Т.

ANALYSIS OF THE CAUSES OF AVIATION ACCIDENTS OF HELICOPTERS ROBINSON
Zivkovic T.

СИСТЕМА ПРЕДУПРЕЖДЕНИЯ СТОЛКНОВЕНИЙ TCAS-II КАК ОБЪЕКТ ИССЛЕДОВАНИЯ ВОЗДУШНОГО СУДНА ТУ-154М С АНАЛИЗОМ МАТЕМАТИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ РЕАЛИЗАЦИИ СИСТЕМЫ 169
Шаталин В.И., Чёрный Б.В.

THE TCAS-II COLLISION AVOIDANCE SYSTEM AS AN OBJECT OF RESEARCH FOR THE TU-154M AIRCRAFT WITH THE ANALYSIS OF THE MATHEMATICAL MODEL OF THE SYSTEM IMPLEMENTATION
Shatalin V.I., Chornyi B.V.

ПРИМЕНЕНИЕ АЛГОРИТМОВ КОМПЬЮТЕРНОЙ ГРАФИКИ
В СИСТЕМАХ ПРЕДОТВРАЩЕНИЯ СТОЛКНОВЕНИЙ
БЕСПИЛОТНЫХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ С НАЗЕМНЫМИ
ПРЕПЯТСТВИЯМИ 173
Воробьев А.В., Воробьев В.В.

APPLICATION OF COMPUTER GRAPHICS ALGORITHMS
IN COLLISION AVOIDANCE SYSTEMS FOR UNMANNED AERIAL
VEHICLES WITH GROUND OBSTACLES
Vorobyev A.V., Vorobyev V.V.

ВЛИЯНИЕ ВЛАЖНОСТИ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА
НА ТЕРМОДИНАМИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА РАБОЧЕГО ТЕЛА
И ПРОДУКТЫ СГОРАНИЯ УГЛЕВОДОРОДНОГО ТОПЛИВА
В АВИАЦИОННЫХ ГАЗОТУРБИННЫХ ДВИГАТЕЛЯХ 179
Яковлева В.Ю.

INFLUENCE OF ATMOSPHERIC HUMIDITY
ON THE THERMODYNAMIC PROPERTIES OF THE WORKING
FLUID AND THE COMBUSTION PRODUCTS OF HYDROCARBON
FUELS IN AIRCRAFT GAS TURBINE ENGINES
Yakovleva V.U.

АНАЛИЗ ПОДХОДОВ К ОЦЕНКЕ ВЕСОВ РЁБЕР
ДИАГНОСТИЧЕСКОЙ ГРАФ-МОДЕЛИ РЛС ОЛП «АЛЬКОР» 183
Жемаева Д.А., Гевак Н.В.

ANALYSIS OF APPROACHES TO ESTIMATING THE WEIGHTS OF
EDGES IN THE DIAGNOSTIC GRAPH MODEL OF THE «ALKOR»
SMR
Zhemaeva D.A., Gevak N.V.

РАЗРАБОТКА КОМПЛЕКСА ОРГАНИЗАЦИОННО-ТЕХНИЧЕСКИХ
МЕР ПО МИНИМИЗАЦИИ ВЛИЯНИЯ ЧЕЛОВЕЧЕСКОГО
ФАКТОРА НА НАДЁЖНОСТЬ ФИКСАЦИИ КАПОТОВ
ДВИГАТЕЛЕЙ УЗКОФЮЗЕЛЯЖНЫХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ (НА
ПРИМЕРЕ ВС RRJ-95) 186
Тарасов Е.А., Древняк В.В.

DEVELOPMENT OF ORGANIZATIONAL AND TECHNICAL
MEASURES TO MINIMIZE THE HUMAN FACTOR IMPACT ON
ENGINE FAN COWL LOCKING RELIABILITY OF SINGLE-AISLE
AIRCRAFT (RRJ-95 CASE STUDY)

Tarasov E.A., Drevnyak V.V.

К ПРОБЛЕМЕ ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТРАНСПОРТНОЙ ДОСТУПНОСТИ РЕГИОНОВ КРАЙНЕГО СЕВЕРА РОССИИ 189
Суровцов А.А., Киселев М.А.

TO THE PROBLEM OF PROVIDING TRANSPORT ACCESSIBILITY IN THE FAR NORTH REGIONS OF RUSSIA
Surovcov A.A., Kiselev M.A.

АДАПТИВНАЯ СИСТЕМА БЕСПАРАШЮТНОГО СПАСЕНИЯ... 192
Раков Д.Л., Сухоруков Р.Ю., Печейкина М.А.

ADAPTIVE PARACHUTELESS RESCUE SYSTEM
Rakov D.L., Sukhorukov R.Yu., Pecheykina M.A.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ КОМПЛЕКСНОГО ТЕПЛОВОГО КОНТРОЛЯ ТЕХНИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ 196
Карташов В.В.

USE OF INTEGRATED THERMAL CONTROL OF THE TECHNICAL CONDITION OF AIRCRAFT
Kartashov V.V.

СРАВНИТЕЛЬНЫЙ АНАЛИЗ МЕТОДОВ УСКОРЕНИЯ РАСЧЕТА ТЕРМОДИНАМИЧЕСКОГО ЦИКЛА ГТД 199
Андрюшин Д.В.

A COMPARATIVE ANALYSIS OF METHODS FOR ACCELERATION OF THE GAS TURBINE ENGINE THERMODYNAMIC CYCLE CALCULATION
Andryushin D.V.

ОБ ЭКСПЕРИМЕНТАХ ПО ПРИМЕНЕНИЮ БЕСПИЛОТНЫХ ВОЗДУШНЫХ СУДОВ ДЛЯ ВИЗУАЛЬНОГО И ТЕРМОГРАФИЧЕСКОГО НЕРАЗРУШАЮЩЕГО КОНТРОЛЯ САМОЛЁТОВ 201
Сары Асуде, Лазин И.Ю.

ON EXPERIMENTAL USE OF UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS FOR VISUAL AND THERMOGRAPHIC NON-DESTRUCTIVE TESTING OF AIRCRAFT
Sarı Asude, Lazin I.U.

ОЦЕНКА ВОЗМОЖНОСТИ ПРИМЕНЕНИЯ БЕСПИЛОТНЫХ АВИАЦИОННЫХ СИСТЕМ ДЛЯ ОБНАРУЖЕНИЯ МЕСТ АВИАЦИОННЫХ КАТАСТРОФ 205
Ван С., Киселев М.А.

EVALUATION OF THE POSSIBILITY OF USING UNMANNED AVIATION SYSTEMS FOR DETECTING AIRCRAFT CRASH SITES
Van S., Kiselev M.A.

АНАЛИЗ НАГРУЗКИ ДИСПЕТЧЕРА ПРИ ОБСЛУЖИВАНИИ СМЕШАННОГО ПИЛОТИРУЕМОГО И БЕСПИЛОТНОГО ТРАФИКА 207
Ситкевич В.Е.

ANALYSIS OF THE WORKLOAD OF A CONTROLLER WHEN SERVICING MANNED AND UNMANNED TRAFFIC
Sitkevich V.E.

ОСОБЕННОСТИ ФОРМИРОВАНИЯ РАЦИОНАЛЬНОГО ТЕХНИЧЕСКОГО ОБЛИКА МНОГОЦЕЛЕВОГО КОРАБЕЛЬНОГО БЕСПИЛОТНОГО ВОЗДУШНОГО СУДНА ВЕРТОЛЁТНОГО ТИПА.. 211
Титов Д.В., Парненков А.Е.

SPECIFICS OF THE FORMATION OF A RATIONAL TECHNICAL DESIGN OF A MULTIROLE SHIP-BASED HELICOPTER-TYPE UNMANNED AERIAL VEHICLE
Titov D.V., Parnenkov A.E.

МОДЕЛЬ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ КРИТИЧНОСТИ ЭЛЕМЕНТОВ СЕТИ МАРШРУТОВ ОБСЛУЖИВАНИЯ ВОЗДУШНОГО ДВИЖЕНИЯ..... 215
Гаспарян Г.А., Чехов И.А.

AIR TRAFFIC ROUTE NETWORK ELEMENTS CRITICALITY ASSESSMENT AND PREDICTION MODEL
Gasparyan G.A., Chekhov I.A.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ОТЕЧЕСТВЕННЫХ ЦИФРОВЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АЭРОПОРТА 219
Степкина В.С., Степкина О.С.

THE USE OF DOMESTIC DIGITAL TECHNOLOGIES IN AIRPORT OPERATIONS

Stepkina V.S., Stepkina O.S.

МЕТОДОЛОГИЯ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО КОНТРОЛЯ ОРНИТОЛОГИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ В АЭРОПОРТУ НА ОСНОВЕ КОМПЛЕКСА ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ..... 223
Власова А.В., Пахомов А.П.

METHODOLOGY OF AUTOMATED CONTROL OF THE ORNITHOLOGICAL SITUATION AT THE AIRPORT BASED ON A COMPLEX OF TECHNICAL MEANS
Vlasova A.V., Pakhomov A.P.

РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМА ДОПУСКА КУРСАНТОВ К САМОСТОЯТЕЛЬНЫМ ПОЛЁТАМ НА ОДНОДВИГАТЕЛЬНЫХ ВОЗДУШНЫХ СУДАХ..... 226
Босулаев М.Д.

DEVELOPMENT OF AN ALGORITHM FOR ADMITTING CADETS TO SOLO FLIGHTS ON SINGLE-ENGINE AIRCRAFT
Bosulaev M.D.

К ПРОБЛЕМЕ ОБОСНОВАНИЯ ОБЛИКА ТРЕНАЖЁРА ДЛЯ ПОДГОТОВКИ АВИАЦИОННОГО ПЕРСОНАЛА 230
Преферансов Д.И., Киселев М.А.

CHALLENGES OF JUSTIFYING THE DESIGN OF A SIMULATOR FOR AVIATION PERSONNEL TRAINING
Preferansov D.I., Kiselev M.A.

РЕКОНФИГУРАЦИЯ ЗАКОНА УПРАВЛЕНИЯ ПРИ ПОЛНОМ ОТКАЗЕ СИСТЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ..... 233
Сафарян К.Р.

RECONFIGURATION OF THE CONTROL LAW IN CASE OF THE CONTROL SYSTEM FAILURE
SafaryanK.R.

ИСТОРИЯ СОЗДАНИЯ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ ИЗ МАГНИЯ И ТИТАНА И ПОПЫТОК ИХ ВНЕДРЕНИЯ В СЕРИЙНОЕ ПРОИЗВОДСТВО 235
Ольчев К.А.

THE HISTORY OF THE DEVELOPMENT OF MAGNESIUM AND TITANIUM AIRCRAFT AND ATTEMPTS TO INTRODUCE THEM INTO SERIAL PRODUCTION
Olchev K.A.

Секция 6. «КОСМОНАВТИКА И ОБЩЕСТВО. ФИЛОСОФИЯ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО» 239

УСТОЙЧИВОЕ ОСВОЕНИЕ КОСМОСА: НОВАЯ КОНЦЕПЦИЯ (К 100-ЛЕТИЮ ПУБЛИКАЦИИ ПЛАНА К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО (1926) И К 90-ЛЕТИЮ А.Д. УРСУЛА) 239
Кричевский С.В.

SUSTAINABLE SPACE EXPLORATION: A NEW CONCEPT (ON THE 100TH ANNIVERSARY OF THE PUBLICATION OF K.E. TSIOLKOVSKY'S PLAN (1926) AND ON THE 90TH ANNIVERSARY OF A.D. URSUL)
Krichevsky S.V.

КОНЦЕПЦИЯ ГЛОБАЛЬНОГО ПРАВА А.Д. УРСУЛА 242
Ударцев С.Ф.

THE CONCEPT OF GLOBAL LAW BY A.D. URSUL
Udartsev S.F.

А.Д. УРСУЛ И В.В. РУБЦОВ О МЕТАПРАВЕ 245
Ударцев С.Ф.

A.D. URSUL AND V.V. RUBTSOV ON METALAW
Udartsev S.F.

А.Д. УРСУЛ (1936-2020): ВКЛАД В СОЗДАНИЕ И РАЗВИТИЕ «ФИЛОСОФСКОЙ» СЕКЦИИ ЧТЕНИЙ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО... 248
Кричевский С.В.

A.D. URSUL (1936-2020): CONTRIBUTION TO THE CREATION AND DEVELOPMENT OF THE «PHILOSOPHICAL» SECTION OF K.E. TSIOLKOVSKY'S READINGS
Krichevsky S.V.

Ю.А. ГАГАРИН И КУЗБАСС КОСМИЧЕСКИЙ (К 65-ЛЕТИЮ ПЕРВОГО ПОЛЁТА ЧЕЛОВЕКА В КОСМОС) 251

Кувшинов Д.Ю., Шиллер В.В.

Y.A. GAGARIN AND THE SPACE OF KUZBASS (ON THE 65TH ANNIVERSARY OF THE FIRST HUMAN SPACEFLIGHT)
Kuvshinov D.Yu., Schiller V.V.

МИРОВОЗЗРЕНИЕ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО КАК ОБЪЕКТ СОВРЕМЕННЫХ ТЕОРЕТИЧЕСКИХ ИНТЕРПРЕТАЦИЙ 254
Мапельман В.М.

K.E. TSIOLKOVSKY'S WORLDVIEW AS AN OBJECT OF MODERN THEORETICAL INTERPRETATIONS
Mapelman V.M.

ТРИ УРОВНЯ МИРОВОЗЗРЕНИЯ В ФИЗИЧЕСКОМ И МЕТАФИЗИЧЕСКОМ КОСМОСЕ..... 258
Сабирзянов А.М.

THREE LEVELS OF WORLDVIEW IN PHYSICAL AND METAPHYSICAL SPACE
Sabirzyanov A.M.

К.Э. ЦИОЛКОВСКИЙ: МЕХАНИЗМЫ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ИДЕАЛЬНЫХ ОБЩЕСТВ..... 261
Карулина Т.Б.

K.E. TSIOLKOVSKY: MECHANISMS OF FUNCTIONING OF IDEAL SOCIETIES
Karulina T.B.

К СТАНОВЯЩЕМУСЯ СОБОРУ РУССКОГО КОСМИЗМА..... 267
Алексеева В.И., Малышев Ю.М.

TO THE EMERGING CATHEDRAL OF RUSSIAN COSMISM
Alekseeva V.I., Malyshev Yu.M.

ВЗАИМОСВЯЗЬ ЖИВОЙ И НЕЖИВОЙ ПРИРОДЫ КАК ОНТОЛОГИЧЕСКИЙ ПРИНЦИП ЕДИНСТВА МИРА: ОТ ПЕРВЫХ ПРЕДСТАВЛЕНИЙ ДО НАШИХ ДНЕЙ..... 270
Шмигель Н.Е.

THE INTERCONNECTION OF LIVING AND INANIMATE NATURE AS AN ONTOLOGICAL PRINCIPLE OF THE UNITY OF THE WORLD: FROM THE FIRST CONCEPTS TO THE PRESENT DAY

Shmigel N.E.

МЕТАФОРА ВСЕЛЕНСКИХ ЦИКЛОВ 273
Колесников А.В.

METAPHOR OF UNIVERSAL CYCLES
Kolesnikov A.V.

ПРИМЕНЕНИЕ ИСКУССТВЕННОГО ИНТЕЛЛЕКТА В ВЫСОКОТЕХНОЛОГИЧНЫХ ОБЛАСТЯХ ТЕХНИКИ: ШАГ В БУДУЩЕЕ ИЛИ ШАГ В НИКУДА? 277
Леонов В.А.

APPLICATION OF ARTIFICIAL INTELLIGENCE IN HIGH-TECH AREAS OF TECHNOLOGY: A STEP INTO THE FUTURE OR A STEP TO NOWHERE?
Leonov V.A.

ИДЕИ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО В СОВРЕМЕННОЙ СОЦИАЛЬНОЙ ФИЛОСОФИИ 280
Зыков Н.А.

IDEAS OF K.E. TSIOLKOVSKY IN THE MODERN SOCIAL PHILOSOPHY
Zykov N.A.

О СООТВЕТСТВИИ МАТЕРИАЛИЗМА К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО СОВЕТСКОЙ ФИЛОСОФИИ 283
Свергузов А.Т.

ON THE CONFORMITY OF K.E. TSIOLKOVSKY'S MATERIALISM WITH SOVIET PHILOSOPHY
Sverguzov A.T.

РУССКИЙ КОСМИЗМ ЕСТЬ СОВРЕМЕННЫЙ ЯЗЫК РУССКОЙ ИДЕИ 285
Малышев Ю.М.

RUSSIAN COSMISM IS THE MODERN LANGUAGE OF THE RUSSIAN IDEA
Malyshev Yu.M.

КОСМИЗМ КАК ФАКТОР ПРЕИМУЩЕСТВА КОСМИЧЕСКИХ ПРОГРАММ..... 288
Орлов А.Р.

COSMISM AS A FACTOR OF ADVANTAGE OF SPACE PROGRAMS
Orlov A.R.

РАЗВИТИЕ КОСМОНАВТИКИ В КИТАЕ:
ПЕРСПЕКТИВНЫЕ НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ..... 292
Борисова Е.А., Леонов В.А.

DEVELOPMENT OF COSMONAUTICS IN CHINA:
PROMISING RESEARCH AREAS
Borisova E.A., Leonov V.A.

«ЭЛЕКТРОННЫЙ ЧЕЛОВЕК» А.Л. ЧИЖЕВСКОГО И «АТОМ-ДУХ»
К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО: ДВА ТИПА МОНИЗМА 295
Морозова Л.Н.

«ELECTRONIC MAN» BY A.L. CHIZHEVSKY AND «ATOM-SPIRIT»
BY K.E. TSIOLKOVSKY: TWO TYPES OF MONISM
Morozova L.N.

РУССКИЙ КОСМИСТ А.В. СУХОВО-КОБЫЛИН..... 298
Алексеева В.И.

RUSSIAN COSMIC ARTIST A.V. SUKHOVO-KOBYLIN
Alekseeva V.I.

ОБРАЗ ЧЕЛОВЕКА БУДУЩЕГО В ПРОИЗВЕДЕНИЯХ
ОТЕЧЕСТВЕННЫХ КОСМИСТОВ: ТЕНДЕНЦИИ РАЗВИТИЯ..... 301
Кувшинов Д.Ю.

THE IMAGE OF THE MAN OF THE FUTURE IN THE WORKS OF
RUSSIAN COSMIC ARTISTS: DEVELOPMENT TRENDS
Kuvshinov D.Yu.

ИДЕИ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО И А.В. КОЛЕСНИКОВА
О ЗАСЕЛЕНИИ ДРУГИХ ПЛАНЕТ И СКАЗКА С.И. ГРАХОВСКОГО
«ВАСЯ ВЕСЁЛКИН ЛЕТИТ НА ЛУНУ» 304
Борисюк Т.П.

THE IDEAS OF K.E. TSIOLKOVSKY AND A.V. KOLESNIKOV
ABOUT THE SETTLEMENT OF OTHER PLANETS

AND S.I. GRAKHOVSKY'S FAIRY TALE «VASYA VESELKIN FLIES TO THE MOON»
Borisyuk T.P.

«ЗЕМЛЯ В ИЛЛЮМИНАТОРЕ»: ВЗГЛЯД НА ПЛАНЕТУ СКВОЗЬ ПРИЗМУ ЭФФЕКТА ОБЗОРА 308
Онуфриенко Е.Ю., Онуфриенко А.Ю.

«EARTH IN THE PORTHOLE»: A VIEW OF THE PLANET THROUGH THE PRISM OF THE OVERVIEW EFFECT
Onufrienko E.Yu., Onufrienko A.Yu.

НАБЛЮДЕНИЕ ВЕНЕРЫ В КОНТЕКСТЕ ФИЛОСОФИИ СТОИКОВ.. 310
Пахомов А.Г.

OBSERVATION OF VENUS IN THE CONTEXT OF STOIC PHILOSOPHY
Pakhomov A.G.

МИССИЯ ТВОРЧЕСТВА В ЦИФРОВОМ ХАОСЕ.
УРОКИ К.Э. ЦИОЛКОВСКОГО..... 312
Толстых Л.А.

THE MISSION OF CREATIVITY IN DIGITAL CHAOS.
LESSONS FROM K.E. TSIOLKOVSKY
Tolstyh L.A.

ФИЛОСОФСКИЙ АСПЕКТ СУВЕРЕНИТЕТА ИИ
В КОСМИЧЕСКОМ ТУРИЗМЕ..... 315
Бровяков В.П.

THE PHILOSOPHICAL ASPECT OF AI SOVEREIGNTY IN SPACE TOURISM
Brovyakov V.P.

АВТОРСКИЙ УКАЗАТЕЛЬ..... 318
AUTHOR INDEX

СОДЕРЖАНИЕ..... 326
CONTENTS