

## CONTENTS

RESULTS OF THE ISS CREW MISSIONS .....	4
The Main Results of Training and Activities of “Soyuz TMA-18M” Manned Transport Vehicle (MTV) Commander, ISS-45/46 Flight Engineer and ISS-43/44/45/46 One-Year-Expedition Crew While Carrying Out the Mission Plan. <i>S.A. Volkov, M.B. Kornienko</i> .....	4
Medical Support of the ISS-45/46 Crew Members (Express Analysis). <i>V.V. Bogomolov, V.I. Pochuev, I.V. Alferova</i> .....	20
THEORY AND PRACTICE OF HUMAN SPACE FLIGHTS .....	32
Defining the Main Control Parameters of the ISS Crew Training on Integrated and Dedicated Simulators. <i>Yu.I. Onufrienko, A.A. Kuritsyn, V.A. Kopnin, A.A. Kovinsky</i> .....	32
Visual Displaying a Group of Autonomous Mobile Robots Moving on the Moon’s Surface in Order That a Cosmonaut Could Prevent Their Collisions. <i>A.A. Vorona, L.D. Syrkin, B.I. Kryuchkov, V.M. Usov</i> .....	41
The Analysis of Domestic and Foreign Materials on the Problems of Modeling Space Experiments. <i>Yu.I. Onufrienko, E.V. Polynina, L.E. Shevchenko, V.N. Saev</i> .....	58
NASA Analogue Missions, Implemented in the Interests of Manned Missions to Deep Space: HMP, Desert RATS, ISRU, PLRP, FMARS. <i>P.P. Dolgov, E.Yu. Irodov, V.S. Korennoy</i> .....	68
The Review of Advanced Airlock Modules to Exit on Lunar Surface. <i>E.S. Kireeva</i> .....	80
Photocatalytic System for Decontamination and Purification of Atmosphere of Manned Spacecraft Modules. <i>E.A. Kurmazenko, D.G. Gromov, A.E. Korobkov, A.A. Kochetkov, A.S. Tsygankov, D.V. Kozlov, P.A. Kalinko, O.V. Kiruyshin, O.D. Pushkar</i> .....	88
Some Aspects of Information Support of Cosmonauts’ Intravehicular Activity with the Help of Anthropomorphic Robotic Systems. <i>V.G. Sorokin</i> .....	101
Long Experience of Monitoring the Functional State of Cosmonauts’ Cardiovascular System in Short and Long-Duration Space Missions. <i>V.F. Turchaninova, I.V. Alferova, V.V. Krivolapov, E.G. Khorosheva, T.G. Shushunova, M.V. Domracheva, I.A. Yurchenko, S.A. Gorbacheva, S.N. Moroz</i> .....	112
HISTORY. EVENTS. PEOPLE.....	126
Psychological Problems of Spaceflight (For the 95-year Anniversary of Georgy Beregovoy). <i>N.V. Krylova</i> .....	126
SCIENTIFIC-INFORMATION SECTION.....	132
Youth Conference “New Materials and Technologies in Rocket-and-Space and Aviation Industry”.....	132
Information for Authors and Readers.....	134

UDC 629.78.007

## **The Main Results of Training and Activities of “Soyuz TMA-18M” Manned Transport Vehicle (MTV) Commander, ISS-45/46 Flight Engineer and ISS-43/44/45/46 One-Year-Expedition Crew While Carrying Out the Mission Plan. S.A. Volkov, M.B. Kornienko**

**Abstract.** The paper considers the results of activities of S.A. Volkov, the commander of “Soyuz TMA-18M” MTV and the flight engineer of ISS-45/46, and M.B. Kornienko, the flight engineer of “Soyuz TMA-16M” MTV, ISS-43/44/45/46, “Soyuz TMA-18M” MTV. The paper gives the comparative analysis and estimates the contribution of crews to the general ISS flight program. Particular attention is paid to the implementation of scientific applied research and experiments aboard the station. Comments and recommendations on the improvement of the ISS Russian Segment are also given.

**Keywords:** tasks of crew training, space mission, International Space Station, scientific-applied research and experiments.

### REFERENCES

**Volkov Sergey Aleksandrovich** – Hero of the Russian Federation, pilot-cosmonaut of the RF, instructor – test-cosmonaut, FSBO “Gagarin R&T CTC”

E-mail: info@gctc.ru

**Kornienko Mikhail Borisovich** - Hero of the Russian Federation, pilot-cosmonaut of the RF, instructor – test-cosmonaut, FSBO “Gagarin R&T CTC”

E-mail: info@gctc.ru

UDC 61:629.78.007

## **Medical Support of the ISS-45/46 Crew Members (Express Analysis).**

V.V. Bogomolov, V.I. Pochuev, I.V. Alferova

**Abstract.** The paper shows the results of medical maintenance of the ISS-45/46 expedition and gives a brief description of functioning of medical support system and maintaining the stability of human environment aboard the ISS RS. Besides, the paper sums up the results of implementing medical recommendations, the program of medical monitoring and the use of onboard means meant for preventing alteration of cosmonauts' health status in spaceflight.

**Keywords:** medical support, medical monitoring, preventive system, human environment, work-rest schedule.

### REFERENCES

**Bogomolov Valery Vasilievich** – Doctor of Medical Sciences, Professor, State Science Center of the Russian Federation – Institute of Biomedical Problems of the RAS.

E-mail:

**Pochuev Vladimir Ivanovich** - PhD in Medical Sciences, senior researcher, Department Head-physician of the highest category, FSBO “Gagarin R&T CTC”.

E-mail: V.Pochuev@gctc.ru

**Alferova Irina Vladimirovna** – PhD in Medicine, leader of the mission medical support group, State Science Center of the Russian Federation – Institute of Biomedical Problems of RAS.

E-mail:

## **Defining the Main Control Parameters of the ISS Crew Training on Integrated and Dedicated Simulators.** Yu.I. Onufrienko, A.A. Kuritsyn, V.A. Kopnin, A.A. Kovinsky

**Abstract.** The paper discusses issues of managing the training process of the ISS crews on integrated and dedicated simulators on basis of the system approach allowing formalizing the processes of making management decisions using the present day computer-aided systems under variable initial conditions of crew training (different composition of a crew and different initial preparedness levels of crewmembers, variable flight programs).

**Keywords:** cosmonaut training, cosmonaut training technical facilities, control parameters, International Space Station.

### REFERENCES

- [1] Материалы проведения межведомственных совещаний по анализу результатов подготовки и выполнению полетов на ОК «Мир» экипажей ЭО1–ЭО29, Звездный городок Московской области: РГНИИЦПК им. Ю.А. Гагарина, 1986–1999.
- [2] Материалы проведения межведомственных совещаний по анализу результатов подготовки и выполнению полетов на МКС экипажей МКС1–МКС45/46, Звездный городок Московской области: ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина», 2000–2016.
- [3] Автоматизированные обучающие системы профессиональной подготовки операторов летательных аппаратов / Демин Л.С., Жуковский Ю.Г., Семенин А.П. и др. Под ред. В.Е. Шукшунова. – М.: Машиностроение, 1986. – 240 с.
- [4] Кубасов В.Н. и др. Профессиональная подготовка космонавтов – М.: Машиностроение, 1985. – 97 с.
- [5] Теоретические основы автоматизированного управления: Учебник для вузов / Советов Б.Я., Цехановский В.В., Чертовский В.Д. – М.: Высш. шк., 2006. – 463 с.
- [6] Разработка и практическое внедрение методов планирования полетных операций при оперативном управлении орбитальными комплексами / Соловьев В.А., Станиловская В.И. // Материалы XXXVII чтений, посвященных разработке научного наследия и развитию идей К.Э. Циолковского; Секция «Проблемы ракетной и космической техники». – Казань, 2003. – С. 95–102.
- [7] Соловьев В.А. Организация управления полетами КА и дальнейшее развитие системы управления полетами. Материалы научно-технического совета РКК «Энергия», 14.10.2010. – Королев, 2010.
- [8] Использование информационных технологий в процессе подготовки космонавтов / Харламов М.М., Ковригин С.Н., Курицын А.А. // Пилотируемые полеты в космос. – 2013. – № 1 (6). – С. 35–43.
- [9] Особенности проведения и контроля подготовки экипажей МКС из шести человек / Харламов М.М., Курицын А.А., Темеров А.В. // Пилотируемые полеты в космос. – 2012. – № 2 (4). – С. 36–43.
- [10] Автоматизация управления технологическим процессом комплексной подготовки экипажей орбитальных пилотируемых комплексов / Курицын А.А., Харламов М.М. // Пилотируемые полеты в космос. – 2011. – № 1(1). – С. 87–94.
- [11] Особенности управления технологическим процессом подготовки экипажей современных орбитальных пилотируемых комплексов / Курицын А.А., Крючков Б.И. В сборнике: XII всероссийское совещание по проблемам управления ВСПУ-2014 Институт проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН, 2014. – С. 9116–9125.
- [12] Нештатные ситуации космических полетов. Математическое моделирование. Прикладные аспекты / Алешин А.В., Дедков Д.К., Крючков Б.И., Рудченко А.Д., Сосюрка Ю.Б., Ярополов В.И. – Звездный городок Московской области: РГНИИЦПК им. Ю.А. Гагарина, 1998. – 244 с.
- [13] Онуфриенко Ю.И., Курицын А.А. Использование основных управляющих параметров подготовки экипажей орбитальных пилотируемых комплексов на комплексных и специализированных тренажерах // Материалы VIII Международной научно-практической конференции. – Звездный городок, 2009. – С. 42–44.
- [14] Авиационные тренажеры / Боднер В.А., Закиров Р.А., Смирнова И.И. – М.: Машиностроение, 1978. – 192 с.
- [15] Космонавтика: энциклопедия / Гл. ред. В.П. Глушко. – М., 1985.
- [16] <https://ru.wikipedia.org/wiki/>.

**Onufrienko Yuri Ivanovich** – Hero of the Russian Federation, pilot-cosmonaut of the RF, Head of the 3d Department, FSBO “Gagarin R&T CTC”.

E-mail: info@gctc.ru

**Kuritsyn Andrey Anatolievich** – Doctor of Technical Sciences, Associate Professor, Head of Department, FSBO “Gagarin R&T CTC”.

E-mail: info@gctc.ru

**Kopnin Vadim Anatolievich** – division head, FSBO “Gagarin R&T CTC”.

E-mail: V.Kopnin@gctc.ru

**Kovinsky Aleksandr Andreevich** – junior researcher, FSBO “Gagarin R&T CTC”.

E-mail: A.Kovinskiy@gctc.ru

UDC 621.38 : 004.896 : 159.9.62 : 159.9 : 614.8

## **Visual Displaying a Group of Autonomous Mobile Robots Moving on the Moon’s Surface in Order That a Cosmonaut Could Prevent Their Collisions.** A.A. Vorona, L.D. Syrkin,

B.I. Kryuchkov, V.M. Usov

**Abstract.** The paper discusses the man-machine interaction between a cosmonaut and a group of autonomous mobile robots (AMRs) and describes the tools that cosmonauts use to control them on the Moon’s surface. Taking into account the current state of the development of an AMR’s equipment for local positioning, the authors performed a search for ways of displaying data in order that a human operator could make a decision in a remote controlling mode of a group of AMRs. It is proposed to use the imaging modes that facilitate the perception and recoding of navigational situation to provide prompt “initiation” of cosmonauts in controlling robots in a supervisor mode when the risk of collision is detected. The creation of these tools should be based on the theoretical ideas about the control system of a human operator’s activity considering known professions – Earth analogues (air navigators, air traffic controllers, etc.). It is noted that the suggested data display devices allow designing profession-oriented “synthetic” tests of human operators using digital maps.

**Keywords:** : manned lunar missions, man-machine interaction, autonomous mobile robot (AMR), group of robots, positioning on the Moon’s surface, model of a digital map, display of environment.

### REFERENCES

- [1] Основные концепции развития электронных систем индикации и многофункциональных органов управления летательных аппаратов / А.Л. Аваев, С.Ф. Морин, П.А. Коваленко // *Авиакосмическое приборостроение*. – 2003. – № 1. – С. 43–48.
- [2] Информационные системы виртуальной реальности в мехатронике и робототехнике: Учеб. пособие / Алферов Г.В., Кулаков Ф.М., Нечаев А.И., Чернакова С.Э. – СПб.: «СОЛЮ», 2006. – 146 с.
- [3] Баранов К.Ю. Управление движением мобильного информационного робота по заданной территории в условиях возможного возникновения динамических препятствий // *Труды региональной предметной олимпиады по робототехнике для студентов вузов Санкт-Петербурга*. – 2011. – С. 55–60.
- [4] Белоусов И.Р. Виртуальная среда для телеуправления роботами через сеть Интернет // *Изв. РАН, Теория и системы управления*. – № 4. – 2002. – С. 135–141.
- [5] Бодров В.А. Основные принципы разработки систем ППО военнослужащих и его проведение // *Воен.-мед. журн.* – 1984. – № 9. – С. 41–44.
- [6] Использование технологий компьютерного обучения для формирования у летчика интеллектуальных компонент профессиональной надежности / А.А. Ворона, Д.В. Гандер и др. // Т. 1. Глава V: Проблемы летных кадров: состояние и перспективы. Хрестоматия человеческого фактора в авиации через призму безопасности полетов (круг чтения): В 2-х тт. / Под общ. ред. С.Д. Байнетова; сост. В.А. Пономаренко, Р.Н. Макаров. – М., 2010. – С. 101–108.
- [7] Психологическое моделирование сложной деятельности и квалиметрические конструкты оценки готовности к ней профессионалов / А.А. Ворона, Л.Д. Сыркин, А.Л. Тулупьев, Т.В. Тулупьева, В.М. Усов // *Актуальные проблемы психологии труда, инженерной психологии и эргономики*. Вып. 6 / Под ред А.А. Обознова и А.Л. Журавлева. – М.: ИПРАН. Труды Института психологии. – С. 322–335.
- [8] Проблема использования электронных пилотажных дисплеев в системе отображения информации вертолетов / В.В. Давыдов, А.И. Иванов, В.В. Лапа, Н.А. Лемещенко, В.А. Рябинин, А.В. Чунтул // *Сб. МАЧАК*. – 2007. – № 3(26). – С. 40–50.
- [9] Психология труда и инженерная психология / Дмитриева М.А., Крылов А.А., Нафтельев А.И. – Изд-во: ЛГУ, 1979. – 220 с.
- [10] Евдокимов А.А. Военная топография. Пособие для практических занятий. – Санкт-Петербург: ГУАП, 2008. – 152 с.
- [11] Интерактивный тренажер для операторов мобильных роботов с элементами актуальной адаптации / Ермолов И.Л., Никитин В.Н., Собольников С.А. // *Мехатроника, автоматизация, управление*. – 2010. – № 9. – С. 45–51.
- [12] Ермолов И.Л. Автономность мобильных роботов, ее меры и пути ее повышения // *Мехатроника, автоматизация, управление*. – 2008. – № 6. – С. 23–28.
- [13] Ермолов И.Л. О системе определения показателя локальной автономности для мобильных роботов // *Международный научный интернет-журнал «Конструкторско-технологическая информатика»*, № 2, 2012. // [Электронный ресурс] URL: <http://journal.ikti.ru/index.php/online-magazine/number-2/item/70-o-sisteme-opredeleniya-pokazatelya-lokalnoj-avtonomnosti-dlya-mobilnykh-robotov/70-o-sisteme-opredeleniya-pokazatelya-lokalnoj-avtonomnosti-dlya-mobilnykh-robotov> доступ свободный, дата 22.02.2016 г.
- [14] Жаринов И.О., Жаринов О.О. Бортовые средства отображения информации на плоских жидкокристаллических панелях: Учеб. пособие // *Информационно-управляющие системы*. – СПб: ГУАП,

2005. – 144 с.
- [15] Жаринов И.О., Емец Р.Б. Индикационное оборудование в авиации XXI века // Научно-технический вестник Санкт-Петербургского государственного института точной механики и оптики (технического университета). – 2003. – № 5 (11). – С. 193–195.
- [16] Образ в системе психической регуляции деятельности / Н.Д. Завалова, Б.Ф. Ломов, В.А. Пономаренко. – М.: «Наука», 1986. – 176 с.
- [17] Звенигородский А.С. Анализ и моделирование команд движения интеллектуального мобильного робота // Искусственный интеллект. – 2000. – № 1. – С. 109–114.
- [18] Модели и алгоритмы коллективного управления в группах роботов / Каляев И.А., Гайдук А.Р., Капустян С.Г. – М.: Физматлит, 2009. – 280 с.
- [19] Проектирование речевых интерфейсов для информационно-управляющих систем: учебное пособие / А.А. Карпов, И.С. Кипяткова, А.Л. Ронжин. – СПб: ГУАП, 2012. – 76 с.
- [20] Бортовые средства отображения информации современных пилотируемых летательных аппаратов / Копорский Н.С., Видин Б.В., Жаринов И.О. // Современные технологии / Под ред. С.А. Козлова, В.Л. Ткалич. – СПб: СПбГУ ИТМО, 2004. – С. 154–165.
- [21] Костишин М.О. Исследование влияния пиксельной структуры экрана на точность визуализации местоположения объекта в геоинформационных системах пилотируемых летательных аппаратов // Навигация и управление движением. Материалы XVI конференции молодых ученых, 2014. – С. 291–296.
- [22] Крючков Б.И., Усов В.М. Создание моделей виртуальной реальности как способ обучения космонавтов взаимодействию с роботом-помощником экипажа и как условие определения потенциальных областей его полезного применения // Труды международной научно-технической конференции «Экстремальная робототехника». – СПб: Политехника-сервис, 2013. – С. 230–244.
- [23] Перспективные подходы к применению сервисных роботов в области пилотируемой космонавтики / Б.И. Крючков, А.А. Карпов, В.М. Усов // Тр. СПИИРАН. – 32 (2014). – С. 125–151.
- [24] Легостаев В.П., Лопота В.А. Луна – шаг к технологиям освоения Солнечной системы. – РКК «Энергия», 2011. – 586 с.
- [25] Принципы индикации маршрутных траекторий полета летательного аппарата на экране бортовых средств отображения информации / В.В. Маркелов, М.О. Костишин, И.О. Жаринов, В.А. Нечаев, Д.А. Заколдаев // Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. – 2016. – Т. 16. – № 1 (101). – С. 96–107.
- [26] Реализация построения маршрутных траекторий для отображения на бортовых многофункциональных индикаторах / В.В. Маркелов, М.О. Костишин, И.О. Жаринов, В.А. Нечаев // Информационно-управляющие системы. – 2016. – № 1. – С. 40–49.
- [27] Миронов С.В., Юдин А.В. Система технического зрения в задачах навигации мобильных объектов // Программные продукты и системы. – 2011. – № 1. – С. 3.
- [28] Михайлюк М.В. Виртуальные панели управления в космических тренажерах // Наука и технологии в промышленности. – № 3–4. – 2014. – С. 36–39.
- [29] Михайлюк М.В., Торгашев М.А. Система «GLVIEW» визуализации для моделирующих комплексов и систем виртуальной реальности // Вестник российской академии естественных наук. – 2011. – № 2. – С. 20–29.
- [30] Михайлюк М.В., Брагин В.И. Технологии виртуальной реальности в имитационно-тренажерных комплексах подготовки космонавтов // Пилотируемые полеты в космос. – 2013. – № 2 (7). – С. 82–93.
- [31] Петухов С.В. Применение стереотелевизионных систем технического зрения для навигации мобильных роботов // Машиностроение и инженерное образование. – М.: Изд-во: Московский государственный индустриальный университет. – № 4. – 2008. – С. 2–10.
- [32] Покровский Б.Л. Психологический отбор в авиации // Тезисы докладов VI-й Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 100-летию авиационной медицины в России и 70-летию кафедры авиационной и космической медицины РМАПО Росздрава «Актуальные вопросы медицинского обеспечения полетов». – М., 2009. – 178 с. [Электронный ресурс] URL: <http://do.gendocs.ru/docs/index-17268.html?page=4> доступ свободный дата 09.03.2016.
- [33] Технологии модернизации и очувствления мобильных роботов специального назначения / В.Е. Пряничников, В.П. Андреев, К.Б. Кирсанов, С.В. Кувшинов, Ю.С. Марзанов, Т.А. Никитина, В.Ю. Пронкин, Е.А. Прысев // Известия Южного федерального университета. – 2011. – Т. 116. – № 3. – С. 166–171.
- [34] Пушкин В.Н., Нерсисян Л.С. Железнодорожная психология. – М.: Транспорт, 1972. – 240 с.
- [35] Ронжин А.Л., Леонтьева А.Б. Применение методики «Гудвин» для моделирования человеко-машинного взаимодействия // Известия вузов. Приборостроение. – 2006. – Т. 49. – № 11. – С. 70–74.
- [36] Сапунов С.В. Проверка соответствия карты при навигации мобильных роботов // Искусственный интеллект. – 2006. – № 6. – С. 77–685.
- [37] Стрелков Ю.К. Инженерная и профессиональная психология: материалы к курсу. МГУ. Психологический факультет. 1998. [Электронный ресурс] URL: <http://www.psy.msu.ru/science/public/strelkov/index.html>, доступ свободный дата 28.01.2016 г.
- [38] Стрелков Ю.К. Инженерная и профессиональная психология: Учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / 2-е изд., стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2005. – 360 с.
- [39] Стрелков Ю.К. Психологическое содержание штурманского труда в авиации: дис. д-ра психол. наук: 19.00.03 / Стрелков Юрий Константинович. – М., 1991. – 458 с.
- [40] Тимофеев А.В. Анализ, обработка и передача динамических изображений в моделях виртуальной реальности / А.В. Тимофеев, И.Е. Гуленко, М.В. Литвинов // [Электронный ресурс] – Электронные данные – Режим доступа: URL: [www.deria.ru/docs/analysis\\_processing\\_PRIA\\_7.pdf](http://www.deria.ru/docs/analysis_processing_PRIA_7.pdf) свободный.
- [41] Тимофеев А.В. Интеллектуальное и мультиагентное управление робототехническими системами с

- использованием моделей виртуальной реальности // Мехатроника. – 2000. – № 3. – С. 26–31.
- [42] Тимофеев А.В. Юсупов Р.М. Интеллектуализация процессов управления и навигации робототехнических систем // Робототехника и техническая кибернетика. – 2014. – № 2 (3). – С. 19–22.
- [43] Холодная М.А. Психология интеллекта: парадоксы исследования. – Томск: Изд-во Том. ун-та., М.: Изд. «Барс», 1997. – 392 с.
- [44] Эргономические аспекты разработки перспективных и модернизируемых вертолетов / А.В. Чунтул, В.В. Поляков, А.Н. Яценко // В сб.: Проблемы фундаментальной и прикладной психологии профессиональной деятельности (Труды института психологии РАН) / Под ред. В.А. Бодрова и А.Л. Журавлева. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2008. – С. 570–576.
- [45] Шаповалов И.О. Применение групп мобильных роботов в сложных транспортных задачах // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2012. – № 2. – С. 141–146.
- [46] Возможности применения многомодальных интерфейсов на пилотируемом космическом комплексе для поддержания коммуникации космонавтов с мобильным роботом – помощником экипажа. / Р.М. Юсупов, Б.И. Крючков, А.А. Карпов, А.Л. Ронжин, В.М. Усов // Пилотируемые полеты в космос. – 2013. – № 3. – С. 23–34.
- [47] Ющенко А.С. Диалоговое управление роботами с использованием нечетких моделей // Интегрированные модели и мягкие вычисления в искусственном интеллекте: Сб. тр. V Междунар. науч.-практич. конф. (Коломна, 28–30 мая 2009 г.). – М.: Физматлит, 2009. – Т. 1. – С. 97–108.
- [48] Яценко А.Н. Разработка эргономических предложений к электронной индикации пилотажно-навигационных параметров на перспективных и модернизируемых вертолетах // Электронный журнал «Труды МАИ», 2010. Вып.38. [Электронный ресурс] URL: [http://www.mai.ru/upload/iblock/dc8/razrabotka-ergonomicheskikh-predlozheniy-k-elektronnoy-indikatsii-pilotazhno\\_navigatsionnykh-parametrov-na-perspektivnykh-i-moderniziruemykh-vertolyetakh.pdf](http://www.mai.ru/upload/iblock/dc8/razrabotka-ergonomicheskikh-predlozheniy-k-elektronnoy-indikatsii-pilotazhno_navigatsionnykh-parametrov-na-perspektivnykh-i-moderniziruemykh-vertolyetakh.pdf) доступ свободный дата 12.02.2016
- [49] Hangen He, Timofeev A.V., Xin Xu. On-line Local Monitoring and Adaptive Navigation of Mobile Robots on Environment with Unknown Obstacles // Proceedings of ACAT'2002. – Moscow, 2002. – PP. 54–56.
- [50] Zixing C. & Zhihong P. Cooperative Co-Evolutionary Adaptive Genetic Algorithm in Path Planning of Cooperative Multi-mobile Robot System // Intelligent & Robotic System. – 2002. – 33 (1). – PP. 61–67.
- [51] Zixing C., Тимофеев А.В. Интеллектуальное навигационное управление и диагностика адаптивных мобильных роботов в незнакомой среде // Труды Международной научно-технической мультиконференции «Актуальные проблемы информационно-компьютерных технологий, мехатроники и робототехники» (ИКТМР-2009), с. Дивноморское, 28 сентября–3 октября 2009. – Таганрог: Изд-во ТТИ ЮФУ, 2009. – 118 с. [Электронный ресурс] URL: <http://www.mr.rtc.ru/doc/report/doc03.pdf> доступ свободный дата 21.01.2016.

**Vorona Aleksandr Aleksandrovich** – Doctor of Medical Sciences, Professor, chief researcher, Research & Testing Center (aerospace Medicine and Military Ergonomics) Central Research Institute of the Air Force Defense Ministry.

E-mail:

**Syrkin Leonid Davidovich** – Doctor of Psychology, Associate Professor, head of the Psychological Education Faculty, State Social-Humanitarian University.

E-mail:

**Kryuchkov Boris Ivanovich** – Doctor of Technical Sciences, chief researcher, FSBO “Gagarin R&T CTC”.

E-mail: B.Kryuchkov@gctc.ru

**Usov Vitaly Mikhailovich** – Doctor of Medical Sciences, Professor, chief researcher, FSBO “Gagarin R&T CTC”.

E-mail: V.Usov@gctc.ru

UDC 629.78.072

### **Analysis of Domestic and Foreign Materials on the Problems of Modeling The Space Experiments.** Yu.I. Onufrienko, E.V. Polynina, L.E. Shevchenko, V.N. Saev

**Abstract.** The paper analyzes domestic and foreign information materials on the issues of modeling scientific–applied research and space experiments on simulators for cosmonaut training. It is shown that the system of training cosmonauts to conduct scientific–applied research and space experiments has a complex organizational structure. This fact determines the specificity of organizational-methodical support of the training process and the creation of software and hardware tools (models) to implement the modeling of space experiments on simulators.

**Keywords:** simulation, space experiments, simulators for training cosmonauts.

## REFERENCES

- [1] Tabarah E, Patten L, Evans L Манипуляторы на МКС – проблемы подготовки экипажей и эксплуатации // Сб. тезисов 5-й МНПК «Пилотируемые полеты в космос», Звездный городок, 2003. – С. 21–23.
- [2] Андрющенко О.А. и др. Применение самолета-лаборатории в подготовке космонавтов к выполнению визуально-инструментальных наблюдений // Сб. тезисов 11-й МНПК «Пилотируемые полеты в космос», Звездный городок, 2015. – С. 217–218.
- [3] Модельный эксперимент с длительной изоляцией: проблемы и достижения / Баранов В.М., Гончаров И.Б., Попова И.И., Анохина Л.Д. – М.: фирма «Слово», 2001. – 531 с.
- [4] Васильев В.И. и др. Применение технических средств подготовки космонавтов к выполнению визуально-инструментальных наблюдений // Сб. тезисов 11-й МНПК «Пилотируемые полеты в космос», Звездный городок, 2015. – С. 218–219.
- [5] Визуально-инструментальные наблюдения с борта Международной космической станции экипажами российского сегмента и основные принципы подготовки к их выполнению / Васильев В.И., Сохин И.Г., Бронников С.В., Гордиенко О.С. // Пилотируемые полеты в космос. – № 2(7). – 2013. – С. 23–29.
- [6] Особенности разработки и функционирования тренажера европейского манипулятора / Виноградов Ю.А., Полунина Е.В., Саев В.Н. // Труды IX Международной конференции «Психология и эргономика: единство теории и практики» 17–19 сентября 2015 года, Тверь. – С. 41–46.
- [7] Совершенствование подготовки российских членов экипажей МКС по космическим манипуляционным роботам / Воронец И.В., Маликов А.Е., Элиссон Мак Интайер // Сб. тезисов 5-й МНПК «Пилотируемые полеты в космос», Звездный городок, 2003. – С. 33–34.
- [8] Горгиладзе Г.И. и др. Особенности планирования биологических КЭ как многофакторных // Сборник тезисов 8-й МНПК «Пилотируемые полеты в космос», Звездный городок, 2009. – С. 147–150.
- [9] Анализ подготовки экипажей МКС к выполнению космических экспериментов / Грушин А.А., Орешкин Г.Д., Сабуров П.А. // Сборник тезисов 8-й МНПК «Пилотируемые полеты в космос», Звездный городок, 2009. – С. 130–132.
- [10] Подготовка космонавтов по аэровизуальным инструментальным наблюдениям с использованием ФМС «Глобарий» / Грушин А.А., Орешкин Г.Д., Романтеев Н.Ф. // Сб. тезисов 8-й МНПК «Пилотируемые полеты в космос», Звездный городок, 2009. – С. 129–130.
- [11] Анализ систем информационной поддержки деятельности космонавта при проработке, проведении и обработке результатов научно-прикладных исследований и экспериментов с борта ПККА / Грушин А.А., Орешкин Г.Д., Романтеев Н.Ф. // Сб. тезисов 8-й МНПК «Пилотируемые полеты в космос», Звездный городок, 2009. – С. 124–125.
- [12] Гуроров А.М. и др. Виртуальные руководства – новый взгляд на средства подготовки и техническую документацию // Сб. тезисов 7-й МНПК «Пилотируемые полеты в космос», Звездный городок, 14–15 ноября 2007. – С. 70–72.
- [13] Гуроров А.М. и др. Виртуальные 3D-руководства по научным экспериментам и их использования на борту РС МКС // Материалы XLIII научных чтений памяти К.Э. Циолковского. – Калуга, 2008. – С. 289–290.
- [14] Совершенствование организационно-методического обеспечения подготовки космонавтов / Дмитриев В.Н., Крючков Б.И., Курицин А.А. // Сб. тезисов 11-й МНПК «Пилотируемые полеты в космос», Звездный городок, 2015. – С. 27–28.
- [15] Долгосрочная программа научно-прикладных исследований и экспериментов, планируемых на российском сегменте МКС. Версия 2012 г. – ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина».
- [16] Жуков В.М. К вопросу о методологии научно-прикладных исследований, включающих космический эксперимент // Сб. тезисов 7-й МНПК «Пилотируемые полеты в космос», Звездный городок, 2007. – С. 57–58.
- [17] К вопросу интеграции научной аппаратуры с тренажером информационно-управляющей системы МКС на примере космического эксперимента «Контур-2» / Захарченко Я.С., Курбатов Д.В., Лункин К.С. // Сб. тезисов 11-й МНПК «Пилотируемые полеты в космос», Звездный городок, 2015. – С. 261–262.
- [18] Исследование путей совершенствования подготовки космонавтов к выполнению многофакторных биологических экспериментов на борту МКС // Отчет о НИР «Алгоритм-1». – ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина», 2010. – 67 с.
- [19] Кутепова О.А. и др. Опыт подготовки космонавтов и деятельности экипажей по выполнению биологических экспериментов на борту РС МКС // Сб. тезисов 8-й МНПК «Пилотируемые полеты в космос», Звездный городок, 2009. – С. 145–146.
- [20] Кутепова О.А., Жуков В.М. Оценка возможности постановки космических экспериментов на МКС как многофакторных // Сб. тезисов 11-й МНПК «Пилотируемые полеты в космос», Звездный городок, 2015. – С. 220–223.
- [21] Лесков А.Г. и др. Опыт создания и применения функционально-моделирующих стендов манипуляционных роботов // Сб. тезисов 11-й МНПК «Пилотируемые полеты в космос», Звездный городок, 2015. – С. 91–93.
- [22] Лесков А.Г. Программно-методическое обеспечение начальной подготовки операторов космических манипуляционных роботов // Сб. тезисов 11-й МНПК «Пилотируемые полеты в космос», Звездный городок, 2015. – С. 90–91.
- [23] Лесков А.Г., Илларионов В.В. Математическое и полунатурное моделирование операций космических манипуляционных роботов // Сб. тезисов 8-й МНПК «Пилотируемые полеты в космос», Звездный городок, 2009. – С. 70–71.
- [24] Тренажерные системы экстремальной робототехники / Лопота В.А., Половко С.А., Юдин В.И. // НТК «Экстремальная робототехника» – С.-Петербург, ЦНИИ РТК, 2006. – С. 26–31.

- [25] Маликов А.Е. и др. Совершенствование подготовки экипажей МКС по научной программе биологических экспериментов // Сб. тезисов 5-й МНПК «Пилотируемые полеты в космос», Звездный городок, 2003. – С. 124–125.
- [26] Обухова В.В. и др. Интерактивная графика в компьютерной системе подготовки наземного персонала управления автоматическими космическими аппаратами // Сб. тезисов 8-й МНПК «Пилотируемые полеты в космос», Звездный городок, 2009. – С. 170–173.
- [27] Полунина Е.В., Шевченко Л.Е. К вопросу моделирования научно-технических экспериментов на тренажерах российского сегмента МКС // Материалы XL общественно-научных чтений, посвященных памяти Ю.А. Гагарина. – Гагарин, 2014. – С. 265–273.
- [28] Попова Е.В. Проблемы обучения космонавтов по биологическим экспериментам и пути их решения // Сб. тезисов 8-й МНПК «Пилотируемые полеты в космос», Звездный городок, 2009. – С. 147–150.
- [29] Радченко С.Г. Повышение эффективности экспериментальных исследований сложных систем и процессов // Сб. тезисов 7-й МНПК «Пилотируемые полеты в космос», Звездный городок, 2007. – С. 59–60.
- [30] Шуров А.И., Орешкин Г.Д., Сабуров П.А. Проблемы подготовки космонавтов по программе научно-прикладных исследований РС МКС // Сб. тезисов 7-й МНПК «Пилотируемые полеты в космос», Звездный городок, 2007. – С. 63–64.
- [31] Щербинин Д.Ю. Использование компьютерной обучающей системы виртуального окружения при подготовке экипажей МКС // Сб. тезисов 7-й МНПК «Пилотируемые полеты в космос», Звездный городок, 2007. – С. 46–47.
- [32] Возможные варианты создания комплексного тренажера для тренировки операторов при выполнении космических роботизированных сборочных операций / Яскевич А.В., Остроухов Л.Н., Лесков А.Г. // Сб. тезисов 6-й МНПК «Пилотируемые полеты в космос», Звездный городок, 2005. – С. 181–182.

**Onufrienko Yuri Ivanovich** – Hero of the Russian Federation, pilot-cosmonaut of the RF, Head of the 3d Department, FSBO “Gagarin R&T CTC”.

E-mail: info@gctc.ru

**Polunina Elena Vasilievna** – Doctor of Technical Sciences, assistant professor, leading researcher, FSBO “Gagarin R&T CTC”.

E-mail: E.Polunina@gctc.ru

**Shevchenko Lyubov Yevgenievna** – PD in Technical Sciences, assistant professor, leading researcher, FSBO “Gagarin R&T CTC”.

E-mail: L.Shevchenko@gctc.ru

**Saev Vladimir Nikolaevich** – Doctor of Technical Sciences, associate professor, leading scientist, FSBO “Gagarin R&T CTC”.

E-mail: V.Saev@gctc.ru

UDC 629.785:629.78.06.629.785

### **NASA Analogue Missions, Implemented in the Interests of Manned Missions to Deep Space: HMP, Desert RATS, ISRU, PLRP, FMARS.**

P.P. Dolgov, E.Yu. Irodov, V.S. Korennoy

**Abstract.** The paper reviews analogue missions, performed by NASA to prepare manned missions to deep space on purpose of exploring space objects in the solar system and conducting scientific studies. The following analogues are considered here: “Haughton-Mars” project, Desert RATS, In Situ Resources Utilization demonstration program, Pavilion Lake Research Project, Flashline Mars Arctic Research Station. Goals, objectives and lines of research in accordance with each said projects are given.

**Keywords:** mission-analog, astronaut, EVA, extreme conditions, space suit.

#### REFERENCES

- [1] Analog Missions and Field Tests. 541196main\_AnalogFactSheet. Сайт НАСА. (дата обращения 15.07.2015)
- [2] NASA’s Analog Missions: Paving the Way for Space Exploration. 563511main\_NASA-Analog-Missions-06-2011\_508. Сайт НАСА. (дата обращения 15.07.2015)
- [3] Desert Research and Technology Studies (DRATS) 2008: Evaluation of Small Pressurized Rover and Unpressurized Rover Prototype Vehicles in a Lunar Analog Environment NASA/TP-2010- 216136. Сайт НАСА. (дата обращения 13.05.08.2015).

**Dolgov Pavel Pavlovich** – PhD in Technical Sciences, senior researcher, Deputy Head of Department (for



research and tests), FSBO “Gagarin R&T CTC”

E-mail: P.Dolgov@gctc.ru

**Irodov Evgeny Yuryevich** – PhD in Technical Sciences, FSBO “Gagarin R&T CTC”

E-mail: E.Irodov@gctc.ru

**Korennoy Viktor Sergeevich** – PhD in Technical Sciences, senior researcher, FSBO “Gagarin R&T CTC”

E-mail: V.Korennoy@gctc.ru

UDC 629.785:629.78.06

### **The Review of Advanced Airlock Modules to Exit on Lunar Surface.**

E.S. Kireeva

**Abstract.** The paper contains main requirements for an airlock module of lunar vehicles and an overview of some modern concepts of designing the airlocks.

**Keywords:** airlocking, airlock, space suit, lunar rover, life support system.

#### REFERENCES

- [1] Скафандры и системы для работы в открытом космосе / И.П. Абрамов, Г.И. Северин, А.Ю. Стоклицкий и др. – М.: Машиностроение, 1984.
- [2] Мировая пилотируемая космонавтика. История. Техника. Люди / И.Б. Афанасьев, Ю.М. Батурина, А.Г. Белозерский и др.; под ред. Ю.М. Батурина. – М.: РТСофт, 2005.
- [3] Constellation Program: America’s Spacecraft for a New Generation of Explorers the Altair Lunar Lander [Электронный ресурс]. URL: [http://www.nasa.gov/pdf/289914main\\_fs\\_altair\\_lunar\\_lander.pdf](http://www.nasa.gov/pdf/289914main_fs_altair_lunar_lander.pdf)
- [4] Луноходы и другие вспомогательные средства лунной инфраструктуры. [Электронный ресурс]. URL: <http://unnatural.ru/mwl2>.
- [5] Space Exploration Vehicle Concept [Электронный ресурс]. URL: [http://www.nasa.gov/pdf/464826main\\_SEV\\_Concept\\_FactSheet.pdf](http://www.nasa.gov/pdf/464826main_SEV_Concept_FactSheet.pdf).
- [6] An Overnight Habitat for Expanding Lunar Surface Exploration [Электронный ресурс] URL:<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0094576515001125#>.

**Kireeva Ekaterina Sergeevna** – lead engineer, FSBO “Gagarin R&T CTC”.

E-mail: E.Kireeva@gctc.ru

UDC 629.78.047.048

### **Photocatalytic System for Decontamination and Purification of Atmosphere of Manned Spacecraft Modules.**

E.A. Kurmazenko, D.G. Gromov, A.E. Korobkov, A.A. Kochetkov,

A.S. Tsygankov, D.V. Kozlov, P.A. Kalinko, O.V. Kiruyshin, O.D. Pushkar

**Abstract.** The paper discusses several aspects of creating an advanced photocatalytic system for decontamination and purification of atmosphere from trace contaminants in the manned interplanetary spacecraft. The system is based upon the principle of photocatalytic oxidation of organic compounds to carbon dioxide, water vapor and mineral acids.

**Keywords:** crew, trace elements, multicomponent adsorption, photocatalysis, catalyst, catalytic selectivity, decontamination, ion composition, source of UV radiation, system appearance.

#### REFERENCES

- [1] Kurmazenko E.A., Gavrilov L., Kochetkov A., Khabarovskiy N. Space Ecological / Engineering System for the Manned Interplanetary Vehicle Crew: Status and Key Technologies for its Development // Proceedings of 60th International Astronautical Congress 2009, IAC 2009, Daejeon, 2009, pp 307–318.
- [2] Космические эколого-технические системы: статус и направления развития интегрированных систем жизнеобеспечения экипажей межпланетных космических аппаратов / Курмазенко Э.А., Бобе Л.С., Гаврилов Л.И., Кочетков А.А., Прошкин В.Ю., Хабаровский Н.Н. // Инженерная экология. – 2014. – № 2 (116). – С. 2–26.
- [3] Kurmazenko E.A., Samsonov N.M., Gavrilov L.I., Farafonov N.S., Dokunin I.V., Pavlova T.N., Shumyatsky J.I. Trace Contaminant Dynamics Simulation Model for TCRS Design Concept // SAE Technical

- Papers, 2005, № 1, 12 p.
- [4] Kurmazenko E.A., Dokunin I.V., Fomichev A.A., Saloshenko N.V., Matjuchev T.V. A Complex Simulation Model of Human Organisms as a Link of the Space Vehicle Ecological and Technical System. // SAE Technical Paper Series, 1995, № 951531, 12 p.
- [5] Савина В.П., Кузнецова Т.И. Источники микропримесей и их токсикологическая оценка // Космическая биология. – Т. 42. – 1980. – 286 с.
- [6] Зуев А.В., Твардовский А.В. К теории многокомпонентной адсорбции и абсорбции // Теоретическая физика и астрофизика // Вестник Тверского государственного университета, Серия «Физика». – 2009. – Вып. 6. – С. 34–42.
- [7] Патент RU 2094098 Российская Федерация, МПК В01D53/74. Устройство для очистки воздуха от вредных микропримесей в герметично замкнутом помещении и способ для очистки воздуха от вредных микропримесей в герметично замкнутом помещении / Григорьев А.И., Синяк Ю.Е., Злотополюский В.М.; патентообладатель ГНЦ РФ–ИМБП.
- [8] Ammann K. Development of the Catalytic Oxidizer Technology // SAE Technical Paper Series, 1989, № 891533, 8 p.
- [9] Gaya U.I., Abdullah A.H. Heterogeneous Photocatalytic Degradation of Organic Contaminants Over Titanium Dioxide: A Review of Fundamentals, Progress and Problems, J. Photochem. Photobiol. C, 2008, 9, 1–12.
- [10] Braslavsky S.E., Braun A.M., Cassano A.E., Emeline A.V., Litter M.I., Palmisano L., Parmon V.N., Serpone N. Glossary of Terms Used in Photocatalysis and Radiation Catalysis (IUPAC Recommendations, Pure Appl. Chem., 2011, 83(4), 931–1014.
- [11] Ikeda K., Sakai H., Baba R., Hashimoto K., Fujishima A. Photocatalytic Reactions Involving Radical Chain Reactions Using Microelectrodes // *Journal. Physical Chemistry B*, 2001, V. 101(14), pp. 2617–2620.
- [12] Gao R., Stark J., Bahnemann D.W., Rabani J. Quantum Yields of Hydroxyl Radicals in Illuminated TiO<sub>2</sub> Nanocrystallite Layers // *Journal Photochemistry Photobiology A.*, 2002, № 148(1–3), pp. 387–391.
- [13] Lee M.C., Choi W. Solid Phase Photocatalytic Reaction on the Soot/TiO<sub>2</sub> Interface: the Role of Migrating OH Radicals // *Journal. Physical Chemistry B*, 2002, 106(45), pp. 11818–11822.
- [14] Muggli D.S., McCue J.T., Falconer J.L. Mechanism of the Photocatalytic Oxidation of Ethanol on TiO<sub>2</sub>. // *Journal of Catalysis*, 1998, Vol. 173, pp. 470–483.
- [15] Egerton T.A., King C.J. The Influence of Light Intensity on Photoactivity in TiO<sub>2</sub> Pigmented Systems // *Journal of the Oil and Colour Chemists' Association*, 1979, Vol. 62, pp. 386–391.
- [16] Kozlov D., Bavykin D., Savinov E. Effect of the Acidity of TiO<sub>2</sub> Surface on its Photocatalytic Activity in Acetone Gas Phase Oxidation // *Catalysis Letters*, 2003, Vol. 86(4), pp. 185–190.
- [17] Патент RU 2298435 Российская Федерация, МПК В01J 21/08, В01J 35/06. Носитель катализатора (варианты) // Воронцов А.В., Козлов Д.В., патентообладатель Институт катализа им. Г.К. Борескова СО РАН.

**Kurmazenko Eduard Aleksandrovich** – Doctor of Technical Sciences, Professor, laboratory head, JSC SRI “Niichimmash”

E-mail: e\_kurmazenko@niichimmash.ru

**Gromov Dmitry Gennadievich** – design engineer, JSC SRI “Niichimmash”

E-mail: gromov@niichimmash.ru

**Korobkov Aleksandr Evgenievich** – General Manager, Corporation “Moscow Engineering Plant “Znamya”

E-mail: korobkov@znamia.ru

**Kochetkov Aleksey Anatolievich** – chief designer – subdivision head, JSC SRI “Niichimmash”

E-mail: a\_kochetkov@niichimmash.ru

**Tsygankov Aleksandr Sergeevich** – General Manager, JSC SRI “Niichimmash”

E-mail: tsygankov@niichimmash.ru

**Kozlov Denis Vladimirovich** – Doctor of Chemistry, Professor of the RAS, leading researcher of the photocatalysis group, Boreskov Institute of Catalysis SB RAS

E-mail: kdvcatalysis@yandex.ru

**Kalinko Pavel Aleksandrovich** – Candidate of Chemical Sciences, Professor of the RAS, researcher of the photocatalysis group, Boreskov Institute of Catalysis SB RAS

E-mail: kolinko@yandex.ru

**Kiryushin Oleg Vladimirovich** – section head, JSC SRI “Niichimmash”

E-mail: ovkiryushin@tsniimash.ru

**Pushkar Oleg Dmitrievich** – Candidate of technical Sciences, leading researcher, JSC SRI “Niichimmash”

E-mail:

UDC 629.786:004.896

### **Some Aspects of Information Support of Cosmonauts' Intravehicular Activity with the Help of Anthropomorphic Robotic Systems. V.G. Sorokin**

**Abstract.** The paper determines some ways of solving the problems of information support of some kinds of intravehicular activity that can be entrusted to anthropomorphic robotic systems during long-term space missions.

**Keywords:** anthropomorphic robotic systems, intravehicular activity, voice guide, information support, space mission, cosmonauts.

#### REFERENCES

- [1] Применение антропоморфных робототехнических систем для поддержки деятельности экипажей перспективных пилотируемых комплексов / Сорокин В.Г., Сохин И.Г., Крючков Б.И. // Тезисы докладов 8 Международного аэрокосмического конгресса. – М., 2015. – С. 403–405.
- [2] ГОСТ РВ 29.04.006-2005. Деятельность оператора образцов вооружения и военной техники. Общие положения.
- [3] ГОСТ РВ 29.05.013-2003 Диалог человека-оператора с вычислительной техникой в образцах вооружения и военной техники. Общие эргономические требования.
- [4] ГОСТ Р 50804-95. Среда обитания космонавта в пилотируемом космическом аппарате. Общие медико-технические требования.
- [5] Крючков Б.И., Усов В.М. Антропоцентрический подход в организации совместной деятельности космонавтов ПКК и робота-помощника андроида типа // Пилотируемые полеты в космос. – 2012. – № 3(5).
- [6] Соловьев В.А. Управление космическими полетами: учеб. пособие / В.А. Соловьев, Л.Н. Лысенко, В.Е. Любинский; под общ. ред. Л.Н. Лысенко. – Ч. 1. – М.: МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2009.
- [7] Станиловская В.И. Автоматизация планирования полетов долговременных орбитальных комплексов: дис. канд. техн. наук: 05.07.09 / Станиловская Вера Ивановна. – Королев, 2008.

**Sorokin Vladimir Gennadievich** – PhD in Military Science, associate professor, senior researcher, FSBO “Gagarin R&T CTC”.

E-mail: V.Sorokin@gctc.ru

UDC 61:629.78.007

### **Long Experience of Monitoring the Functional State of Cosmonauts' Cardiovascular System in Short and Long-Duration Space Missions.**

V.F. Turchaninova, I.V. Alferova, V.V. Krivolapov, E.G. Khorosheva, T.G. Shushunova, M.V. Domracheva, I.A. Yurchenko, S.A. Gorbacheva, S.N. Moroz

**Abstract.** The paper outlines basic approaches, directions and results of a long (during 38 years) monitoring of the cardiovascular system status among participants of short and long-duration space flights on the Orbital Stations "Salyut-6", "Salyut-7", "Mir" and the International Space Station. Vascular regions most susceptible to the influence of microgravity, the ECG features, and responses to the stress tests were identified; the positive effect and effectiveness of LBNP workouts were objectively confirmed. It is shown that, in whole, the hemodynamic status did not prevent the successful implementation of planned flight programs (including the time-consuming extravehicular activity, sometimes multiple), implementation of long and extra-long space missions, participation in the repeated (from 2 to 5) expeditions. As a result, all of the above is the evidence of occupational health and longevity of cosmonauts.

**Keywords:** space station, International Space Station, spaceflight, microgravity, cosmonaut, space medicine, blood circulation, hemodynamics, cardiovascular system, monitoring, medical control, central and regional circulation, functional tests, scientific experiments.

#### REFERENCES

- [1] Результаты медицинского контроля состояния здоровья экипажей ОС «Мир» / Алферова И.В., Криволапов В.В., Лямин В.Р. и др. // Орбитальная станция «Мир». Космическая биология и медицина. В

- 2-х т. – Т. 1. Медицинское обеспечение длительных полетов. – М., 2001. – С. 249–258.
- [2] Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы космонавтов в покое в космических полетах / Алферова И.В., Турчанинова В.Ф., Голубчикова З.А., Лямин В.Р. // *Авиакосм. и эколог. мед.* – 2002. – Т. 36. – № 4. – С. 20–24.
- [3] Анализ и оценка функционального состояния сердечно-сосудистой системы космонавтов в длительных космических полетах / Алферова И.В., Турчанинова В.Ф., Голубчикова З.А., Лямин В.Р. // *Физиология человека.* – 2003. – Т. 37. – № 6. – С. 5–11
- [4] Диагностические возможности пробы с воздействием отрицательного давления на нижнюю половину тела при медицинском контроле во время длительных космических полетов / Алферова И.В., Турчанинова В.Ф., Голубчикова З.А. и др. // *Космич. биол. и мед.* – 2007. – Т. 41. – № 4. – С. 25–29.
- [5] Андреев А.Б., Андреева Н.Б. Кинетокардиография. – Ростов н/Д., 1971.
- [6] Периферические мышечные «сердца» и гипокинезия / Аринчин Н.И., Недвецкая Г.Д., Володько Я.Т. и др. – Минск: Наука и знание, 1983.
- [7] Бардичевский М.Я. Венозная дисциркуляторная патология головного мозга. – М., 1989.
- [8] Медицинское обеспечение космонавтов-непрофессионалов, совершивших кратковременные космические полеты на Международной космической станции / Богомолов В.В., Гончаров И.Б., Богатова Р.И. и др. // *Косм. и эколог. мед.* – 2008. – Т. 42. – № 1. – С. 15–19.
- [9] Изменение регионарной гемодинамики после космических полетов длительностью до 8 суток / Васильева Т.Д., Яруллин Х.Х., Жуйко В.И. // *Космич. биол. и авиакосм. мед.* – 1981. – Т. 15. – № 5. – С. 12–15.
- [10] Результаты длительного клинического наблюдения за состоянием здоровья космонавтов, совершивших полеты на орбитальной станции «Мир» / Воронков Ю.И., Кузьмин М.П., Мацнев Э.И. и др. // *Орбитальная станция «Мир». Космическая биология и медицина.* В 2-х т. – Т. 1. – М., 2001. – С. 639–654.
- [11] Исследования биоэлектрической активности миокарда / Голубчикова З.А., Алферова И.В., Лямин В.Р., Турчанинова В.Ф. // *Орбитальная станция «Мир». Космическая биология и медицина.* 2-х т. – Т. 1. Медицинское обеспечение длительных полетов – М., 2001. – С. 276–282.
- [12] Основные результаты медицинских исследований членов экипажей космических кораблей «Союз» / Гуровский Н.Н., Егоров А.Д., Какурин Л.И., Нефедов Ю.Г. // *Невесомость. Медико-биологические исследования.* – М.: Медицина, 1974. – С. 116–132.
- [13] Дембо А.Г., Земцовский Э.В. Спортивная кардиология. – Л.: Медицина, 1989.
- [14] Динамика показателей кровообращения у экипажей орбитальной станции «Салют» при обследовании во время полета / Дегтярев В.А., Дорошев В.Г., Калмыкова Н.Д. и др. // *Косм. биол. и авиакосм. мед.* – 1974. – Т. 8. – № 2. – С. 34–42.
- [15] Результаты обследования экипажа космической станции «Салют» при функциональной пробе с созданием отрицательного давления на нижнюю половину тела / Дегтярев В.А., Дорошев В.Г., Калмыкова Н.Д. и др. // *Косм. биол. и авиакосм. мед.* – 1974. – Т. 8. – № 3. – С. 47–52.
- [16] Исследование венозного кровообращения у космонавтов ОС «Салют-5» / Дегтярев В.А., Нехаев А.С., Бедненко В.С. // *Косм. биол. и авиакосм. мед.* – 1974. – Т. 8. – № 4. – С. 8–11.
- [17] Состояние сердечно-сосудистой системы космонавтов во время полета орбитальной станции «Салют» / Дегтярев В.А., Попов И.И., Батенчук-Туско Т.В. и др. // *Невесомость (Медико-биологические исследования).* – М.: Медицина. – 1974. – С. 132–157.
- [18] Кардиология / Дзизинский А.А., Черняк Б.А., Куклин С.Г., Федотченков А.А. – 1984. – № 2. – С. 68–72.
- [19] Егоров А.Д. Обоснование принципов и методологии медицинского контроля в длительных космических полетах // *Орбитальная станция «Мир». Космическая биология и медицина.* В 2-х т. – Т. 1. Медицинское обеспечение длительных полетов – М., 2001. – С. 230–248.
- [20] Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы космонавтов в условиях длительных орбитальных полетов на станции «Салют-6» / Егоров А.Д., Ицеховский О.Г., Турчанинова В.Ф. и др. // *Вестник АМН СССР.* – 1964. – № 4. – С. 55–62.
- [21] Результаты исследования гемодинамики и фазовой структуры сердечного цикла космонавтов в длительных полетах / Егоров А.Д., Ицеховский О.Г., Касьян И.И. и др. // *Физиологические проблемы невесомости.* – М.: Медицина, 1983. – С. 82–100.
- [22] Исследование биоэлектрической активности сердца космонавтов в невесомости / Егоров А.Д., Голубчикова З.А., Лямин В.Р. и соавт. // *Физиологические исследования в невесомости.* – М.: Медицина, 1983. – С. 124–133.
- [23] Исследование сердечно-сосудистой системы / Егоров А.Д., Ицеховский О.Г., Алферова И.В. и др. // *Результаты медицинских исследований, выполненных на орбитальном научно-исследовательском комплексе «САЛЮТ-6»–«СОЮЗ».* – М.: Наука, 1986. – С. 89–114.
- [24] Исследование функционального состояния сердечно-сосудистой системы в длительных космических полетах / Егоров А.Д., Ицеховский О.Г., Алферова И.В. и др. // *Физиологические проблемы невесомости.* – М.: Медицина, 1990. – С. 70–93.
- [25] Изучение регионарного кровообращения с помощью импедансного метода / Елизарова Н.А., Битар С., Цветков А.А. и др. // *Тер. архив.* – 1981. – № 12. – С. 16–22.
- [26] Карпман В.Л. Фазовый анализ сердечной деятельности. – М.: Медицина, 1965.
- [27] Система профилактики в полете. Физические тренировки в длительных полетах / Козловская И.Б., Степанцов В.И., Егоров А.Д. // *Орбитальная станция «Мир». Космическая биология и медицина.* В 2-х т. – Т. 1. – С. 393–414.
- [28] Развитие российской системы профилактики неблагоприятных влияний невесомости в длительных полетах на МКС / Козловская И.Б., Ярманова Е.Н., Егоров А.Д. и др. // *Международная космическая станция. Российский сегмент.* В 2-х т. – Т. 1. Медицинское обеспечение экипажей МКС. – М., 2011. – С. 63–98.
- [29] Котовская А.Р., Виль-Вильямс И.Ф. Переносимость космонавтами ОС «Мир» перегрузок +Gx //

- Орбитальная станция «Мир». Космическая биология и медицина. В 2-х т. – Т. 1. Медицинское обеспечение длительных полетов. – М., 2001. – С. 500–551.
- [30] Лукьянюк В.Ю. Переносимость нагрузок лицами нетлетных профессий различного возраста, здоровых и имеющих отклонения в состоянии здоровья в виде начальных признаков атеросклероза // Автореф. дисс...канд мед. наук. – М., 1984.
- [31] Осолкова М.К., Красина Г.А. Реография в педиатрии. – М., 1980.
- [32] Соколова И.В., Яруллин Х.Х., Ронкин М.А., Максименко И.М. // Неврология и психиатрия им. Корсакова. – 1982. – № 1. – С. 40–46.
- [33] Применение метода тетраполярной реографии для оценки системы кровообращения / Гихомиров И.Б., Турчанинова В.Ф., Селиваненко В.Т., Стаферов В.А. // Косм. биол. и авиакосм. мед. – 1977. – Т. 11. – № 4. – С. 70–74.
- [34] Центральная и региональная гемодинамика в длительных космических полетах / Турчанинова В.Ф., Егоров А.Д., Домрачева М.В. // Авиакосм. и экол. мед. – 1989. – Т. 23. – № 6. – С. 19–26.
- [35] Реографические исследования в невесомости / Турчанинова В.Ф., Касьян И.И., Домрачева М.В. // Физиологические исследования в невесомости. М.: Медицина, 1983. – С. 100–124.
- [36] Особенности центрального и регионарного кровообращения в кратковременных и длительных космических полетах / Турчанинова В.Ф., Домрачева М.В., Касьян И.И. и др. // Физиологические проблемы невесомости. – М.: Медицина, 1990. – С. 93–123.
- [37] Функциональное состояние сердечно-сосудистой системы в состоянии покоя / Турчанинова В.Ф., Алферова И.В., Голубчикова З.А. и др. // Орбитальная станция «Мир». Космическая биология и медицина. В 2-х т. – Т. 1. – М., 2001. – С. 267–276.
- [38] Реакция сердечно-сосудистой системы на дозированную физическую нагрузку / Турчанинова В.Ф., Алферова И.В., Голубчикова З.А. // Орбитальная станция «Мир». Космическая биология и медицина. В 2-х т. – Т. 1. Медицинское обеспечение длительных полетов. – М., 2001. – С. 282–295.
- [39] Воздействия отрицательного давления на нижнюю половину тела в длительных космических полетах / Турчанинова В.Ф., Алферова И.В., Голубчикова З.А. и др. // Орбитальная станция «Мир». Космическая биология и медицина. В 2-х т. – Т. 1. Медицинское обеспечение длительных полетов. – М., 2001. – С. 295–315.
- [40] Некоторые аспекты сравнительного анализа гемодинамических реакций на воздействие ОДНТ у космонавтов различных возрастных групп / Турчанинова В.Ф., Алферова И.В., Криволапов В.В. // Авиакосм. и экол. мед. – 2010. – Т. 1. – № 44. – С. 20–25.
- [41] Зависимость функционального состояния системы кровообращения от возраста космонавтов по результатам проб с физической нагрузкой на велоэргометре / Турчанинова В.Ф., Алферова И.В., Криволапов В.В., Беляев А.П. // Авиакосм. и экол. мед. – 2010. – Т. 44. – № 5. – С. 8–13.
- [42] Турчанинова В.Ф., Алферова И.В. Комплексное исследование динамики основных показателей сердечной деятельности, центрального и регионарного кровообращения в покое и при воздействии ОДНТ в условиях микрогравитации («КАРДИО-ОДНТ») // Международная космическая станция. Российский сегмент. Космическая биология и медицина. В 2-х т. – Т. 2. Медико-биологические исследования на российском сегменте МКС. – М., 2011. – С. 56–71.
- [43] Турчанинова В.Ф., Алферова И.В. Медицинский контроль и обеспечение безопасности российских космонавтов в длительных полетах // Авиакосм. и экол. мед. – 2013. – Т. 47. – № 6. – С. 11–17.
- [44] Шхвацабая И.К., Константинов Е.Н., Гундарев И.А. // Кардиология. – 1981. – № 3. – С. 10–14.
- [45] Федоров Б.М., Голубчикова З.А. Ритм сердечной деятельности и аритмии сердца в длительных космических полетах // Физиология человека. – 1992. – Т. 18. – № 6. – С. 109.
- [46] Состояние вен нижних конечностей в кратковременных и длительных космических полетах (по данным окклюзионной плетизмографии) / Фомина Г.А., Котовская А.Р., Талавринов В.А. и др. // Орбитальная станция «Мир». Космическая биология и медицина. В 2-х т. – Т. 2. Медико-биологические эксперименты. – С. 520–529.
- [47] Фомина Г.А., Котовская А.Р. Изменение венозной гемодинамики в длительных космических полетах // Авиакосм. и экол. мед. – 2005. – Т. 39. – № 4. – С. 25–30.
- [48] Профилактика неблагоприятного влияния невесомости / Фомина Е.В., Лясова Н.Ю., Козловская И.Б. // Космическая биология и медицина. – М., 2013. – С. 61–79.
- [49] Динамика венозного кровообращения у космонавтов второй экспедиции «Салют-4» / Юганов Е.М., Дегтярев В.А., Нехаев А.С. и др. // Косм. биол. и авиакосм. мед. – 1977. – Т. 10. – № 2. – С. 31–37.
- [50] Яруллин Х.Х. Клиническая реоэнцефаллография. – М., 1983.
- [51] Состояние сосудистой регуляции и регионарной гемодинамики у членов экипажей «Союз-12» и «Союз-13» до и после полетов / Яруллин Х.Х., Васильева Т.Д., Крупина Т.Н. и др. // Косм. биол. и авиакосм. мед. – 1976. – Т. 10. – № 2. – С. 22–30.
- [52] Яруллин Х.Х., Васильева Т.Д. Особенности регионарного кровообращения и вазомоторной регуляции после двухмесячного космического полета // Косм. биол. и авиакосм. мед. – 1977. – Т. 11. – № 3. – С. 20–26.
- [53] Изучение возможности использования пробы с воздействием отрицательного давления на нижнюю часть тела применительно к отбору кандидатов в космонавты / Яруллин Х.Х., Крупина Т.Н., Свиричев Ю.М. и др. // Косм. биол. и авиакосм. мед. – 1978. – Т. 12. – № 4. – С. 4–6.
- [54] Компенсаторно-приспособительные реакции регионарной гемодинамики в невесомости при длительном космическом полете / Яруллин Х.Х., Васильева Т.Д., Турчанинова В.Ф. и др. // Косм. биол. мед. – 1984. – Т. 18. – № 4. – С. 22–28.

**Turchaninova Valentina Fyodorovna** – Candidate of Medical Sciences, leading researcher, State Science Center of the Russian Federation – Institute of Biomedical Problems of RAS

E-mail: gmo2 @ mcc. rsa. ru.

**Alferova Irina Vladimirovna** – Candidate of Medical Sciences, leader of the mission medical support group, State Science Center of the Russian Federation – Institute of Biomedical Problems of RAS

E-mail: gmo2 @ mcc. rsa. ru.

**Krivolapov Vladimir Vsevolodovich** – senior researcher, State Science Center of the Russian Federation – Institute of Biomedical Problems of RAS

E-mail: gmo2 @ mcc. rsa. ru.

**Khorosheva Elena Grigorievna** – senior researcher, State Science Center of the Russian Federation – Institute of Biomedical Problems of the RAS

E-mail: gmo2 @ mcc. rsa. ru.

**Shshunova Tatiana Gennadievna** – research worker, State Science Center of the Russian Federation – Institute of Biomedical Problems of the RAS

E-mail: gmo2 @ mcc. rsa. ru.

**Domracheva Marina Vladimirovna** - Candidate of Medical Sciences, senior researcher, State Science Center of the Russian Federation – Institute of Biomedical Problems of RAS

E-mail: gmo2 @ mcc. rsa. ru.

**Yurchenko Irina Aleksandrovna** - Candidate of Medical Sciences, senior researcher, State Science Center of the Russian Federation – Institute of Biomedical Problems of RAS

E-mail: gmo2 @ mcc. rsa. ru.

**Gorbacheva Svetlana Alekseevna** – research worker, State Science Center of the Russian Federation – Institute of Biomedical Problems of RAS

E-mail: gmo2 @ mcc. rsa. ru.

**Moroz Sergey Nikolaevich** – senior researcher, State Science Center of the Russian Federation – Institute of Biomedical Problems of RAS

E-mail: gmo2 @ mcc. rsa. ru.

UDC 159.9

### **Psychological Problems of Spaceflight (For the 95-year Anniversary of Georgy Beregovoy). N.V. Krylova**

**Abstract.** The author remembers the beginning of joint studies conducted at the Institute of Psychology of the Academy of Sciences of the USSR and the Gagarin Cosmonaut Training Center (CTC) in 1970–1980 in the field of training the future cosmonauts for activity under stress conditions.

**Keywords:** psychological preparation; conditions of uncertainty, time pressure and partial weightlessness when performing parachute jumps.

#### REFERENCES

- [1] Береговой Г.Т. Психологическая подготовка – один из важнейших факторов повышения безопасности космических полетов // Психологический журнал. – 1980. – Т. 1, № 1. – С. 104–107.
- [2] Об оценке эффективности работы человека в условиях космического полета / Береговой Г.Т., Крылова Н.В., Соловьева И.Б., Шибанов Г.П. // Вопросы психологии. – 1974. – № 4. – С. 3–9.
- [3] К проблеме оценки и прогнозирования качества деятельности оператора по характеристикам его состояния / Береговой Г.Т., Крылов В.Ю., Крылова Н.В., Ломов Б.Ф., Хачатурьянц Л.С. // Вопросы психологии. – 1974. – № 5. – С. 63–70.
- [4] Человек и управление полетом / Береговой Г.Т., Попов В.А., Пономаренко В.А. // Авиация и космонавтика. – 1972. – № 10.
- [5] Завалова Н.Д., Пономаренко В.А. Психическое состояние человека в особых условиях деятельности // Психологический журнал. – 1983. – Т. 4, № 6. – С. 92–105.
- [6] Климук П.И. Морально-политическая и психологическая подготовка к космическим полетам //

- Психологический журнал. – 1980. – Т. 1, № 6. – С. 113–118.
- [7] Психологические проблемы космических полетов. – М.: Наука, 1979.
- [8] Соловьева И.Б. Экспериментальное моделирование и исследование деятельности оператора в условиях эмоционального стресса // Психологический журнал. – 1983. – Т. 4, № 3. – С. 42–50.
- [9] Yu.P. Artyukhin, G.M. Kolesnikov, N.V. Krylova, I.B. Solovyova. Some Aspects of the Problem of Increasing Space Flight Safety // XXVII Congress International Astronautical Federation. Anaheim, USA, 1976.

**Krylova Nataliya Vladimirovna** – Candidate of Biology, Psychology Institute of the RAS

E-mail: