

## CONTENTS

Launching to Eternity (55 Years of Gagarin's Flight to Space). <i>Yu.V. Lonchakov, M.N. Burdaev</i> .....	4
RESULTS OF THE ISS CREW MISSIONS.....	22
Main Results of the ISS-43/44 Expedition Training and Activity When Carrying out the Mission Plan. <i>G.I. Padalka</i> .....	22
Medical Support of the ISS-43/44 Crew Members (Express Analysis). <i>V.V. Bogomolov, V.I. Pochuev, I.V. Alferova</i> .....	35
THEORY AND PRACTICE OF HUMAN SPACE FLIGHTS.....	47
Manned Lunar Infrastructure and Commercialization of Flights to the Moon. <i>S.K. Krikalev, O.A. Saprykin</i> .....	47
Multiagent Technologies in Smart Aerospace Systems. <i>V.A. Solov'ev, G.A. Rzevski, P.O. Skobelev, O.I. Lakhin</i> .....	63
Analysis of Commercialization Trends of Manned Space Exploration. <i>V.A. Sivolap, A.A. Kuritsyn, A.A. Kovinsky</i> .....	78
System Approach to the Substantiation of Ergonomic Requirements for the Robotic Assistant of a Crew aboard Manned Space Complexes. <i>V.G. Sorokin, I.G. Sokhin</i> .....	89
Safe use of a Space Robotic System during Extravehicular Activity. <i>V.S. Korennoy, P.P. Dolgov, E.Yu. Irodov</i> .....	99
Application of FRID Technologies for Information Support of Cosmonauts aboard Manned Spacecraft When Using Medical Packs and First Aid Kits. <i>A.V. Polyakov, V.P. Dashevsky, A.A. Karpov, B.I. Kryuchkov, V.M. Usov</i> .....	104
OVERVIEWS.....	118
Development of Space Ergonomics: Problems of Taking into Consideration a Human Factor as per Results of the 11 <sup>th</sup> International Scientific and Practical Conference "Manned Space Flights". <i>A.A. Medenkov, T.B. Nesterovich</i> .....	118
SCIENTIFIC-INFORMATION SECTION.....	131
Space Forum Dedicated to the 55-year Anniversary of Gagarin's Space Flight.....	131
Database of Crews' Comments and Suggestions By Results of Executed Space Missions ( <i>Certificate of State Registration № 2014620164 from January 22, 2014</i> ).....	132
The Simulation System of External Visual Environment Included in the Complement of the Onboard Earth Observation Equipment of a Space Simulator ( <i>Useful Model Patent № 136618 from January 10, 2014</i> ).....	133
Information for Authors and Readers.....	134

УДК 629.78.007

**Launching to Eternity (55 Years of Gagarin's Flight to Space).**

Yu.V. Lonchakov, M.N. Burdaev

**Abstract.** The paper presents a historical review of the preparation to the first human flight into space and its socio-political significance. Hard work of the whole space industry in cooperation with scientific institutions of the country preceded the event.

**Keywords:** Yu.A. Gagarin, achievements of manned space exploration, selection of cosmonaut candidates, cosmonaut training, technical facilities for cosmonaut training, first flight of a man into space, cosmic space, spaceflight conditions.

## REFERENCES

- [1] Гагарин Ю.А. Дорога в космос. – М., 1978.
- [2] Черток Б.Е. Ракеты и люди. – М., 1999.
- [3] Каманин Н.П. Скрытый космос. – М., 1995.
- [4] Герман Титов. Голубая моя планета. – М.: Военное издательство МО СССР, 1977.
- [5] Первый пилотируемый полет. Российская космонавтика в архивных документах. В 2-х книгах. ФКА. – М., 2011.
- [6] Всемирная энциклопедия космонавтики. В 2-х томах. – М., 2002.
- [7] Лончаков Ю.В. Центр подготовки космонавтов на пути инновационного развития (к 55-летию НИИЦПК имени Ю.А. Гагарина) // Пилотируемые полеты в космос. – № 1(14). – 2015.
- [8] Курицын А.А., Крючков Б.И. Как отбирали в первый отряд космонавтов // Родина. – № 8. – 2012.
- [9] Этапы инновационного развития Центра подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина / Лончаков Ю.В., Крючков Б.И., Курицын А.А. // Полет. – 2015. – Вып. 4.
- [10] Исследовательская деятельность космонавтов в длительных орбитальных полетах / Курицын А.А., Крючков Б.И., Усов В.М. // Авиакосмическая и экологическая медицина. – Т. 46. – Вып. № 4. – 2012.
- [11] Эволюция системы подготовки космонавтов в СССР – Российской Федерации: от тренировки навыков к формированию профессиональной компетентности / Крючков Б.И., Сохин И.Г., Курицын А.А. // Вопросы истории естествознания и техники. – № 3. – 2012.
- [12] Яздовский В.И. На тропах Вселенной. Вклад космической биологии и медицины в освоение космического пространства. – М., 1996.
- [13] О Юрии Гагарине. Воспоминания и документы / Под ред. Ю.В. Лончакова. – Звездный городок, 2015.

**Lonchakov Yuri Valentinovich** – Hero of the Russian Federation, pilot- cosmonaut of the Russian Federation, doctor of Technical Sciences, Head of State organization “Gagarin R&T CTC”

E-mail: info@gctc.ru

**Burdayev Mikhail Nikolaevich** – Doctor of Technical Sciences, Professor, chief researcher, State Organization “Gagarin R&T CTC”

E-mail: M.Burdayev@gctc.ru

УДК 629.78.007

**Medical Support of the ISS-43/44 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-43/44 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, program of medical monitoring and 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:

УДК 629.785:338

## **Manned Lunar Infrastructure and Commercialization of Flights to the Moon.**

S.K. Krikalev, O.A. Saprykin

**Abstract.** The paper discusses 19 scenarios of the creation of future space infrastructure to ensure three initial phases of lunar exploration (so-called manned lunar infrastructure), which examine the use of 23 space facilities. Proposed scenarios were analyzed both in terms of solving the tasks of lunar exploration, defined by a government customer and in terms of possibility to commercialize flights to the Moon. Advantages and disadvantages of the scenarios are formalized; assessments of the relevant numerical values and of the calculation methodology are given. It is shown that the efficiency of tasks of lunar exploration is logically and technically related to the prospects of commercializing lunar exploration. Efficient solutions dictated by exploring the Moon can be also regarded also as efficient from the standpoint of implementing commercial projects – first of all from the standpoint of attracting investment in costly lunar missions during the initial phases of lunar exploration discussed here. In turn, the study did not reveal scenarios that were efficient from the standpoint of a commercial customer and were inefficient from the standpoint of a government customer. It means that nongovernment commercial organizations can be involved in lunar exploration at the initial stages. The paper presents proposals on relevant contents and dimensions of space facilities ensuring manned missions on three main phases of lunar exploration: lunar orbital flights, landing a human on the Moon’s surface, and building a manned lunar base. Work was performed with attracting financing of applied scientific research and experimental developments by the Russian Ministry of Education and Science (ПНИЭР RFMEEI57815X0141).

**Keywords:** manned missions, Moon, commercialization of space missions, standard missions, phase of lunar exploration, robotic complexes, lunar rover, space facilities, laboriousness, efficiency.

### REFERENCES

- [1] Бешелев С.Д., Гурвич Ф.Г. Математико-статистические методы экспертных оценок. – М.: Статистика, 1980. – 263 с.
- [2] Уманский С.П. Отечественные ракеты-носители. «Земля и Вселенная». – М., 1994. – № 2.  
<http://epizodsspace.airbase.ru/bibl/ziv/1994/02/m.html>.
- [3] Космические грузовики, 10 тяжелейших ракет-носителей.  
[http://nnm.me/blogs/praporweg/kosmicheskie\\_gruzoviki\\_10\\_tyazheleyshih\\_raket-nositeley/](http://nnm.me/blogs/praporweg/kosmicheskie_gruzoviki_10_tyazheleyshih_raket-nositeley/).
- [4] The SpaceX Falcon Heavy Booster: Why Is It Important? John K. Strickland, Jr. September, 2011.  
<http://www.nss.org/articles/falconheavy.html>.
- [5] Вентцель Е.С. Теория вероятностей. – М.: Наука, 1969. – 576 с.

**Krikalev Sergey Konstantinovich** – Hero of the Soviet Union, Hero of the Russian Federation, pilot-cosmonaut of the USSR, PhD in Psychological Sciences, head of manned programs, Roscosmos

E-mail:

**Saprykin Oleg Alekseyevich** – PhD in Technical Sciences, head of the manned programs sub-division, TsNIIMash.

E-mail: [sapr@tsniimash.ru](mailto:sapr@tsniimash.ru)

**Multiagent Technologies in Smart Aerospace Systems.** V.A. Solov'ev, G.A. Rzhhevski, P.O. Skobelev, O.I. Lakhin

**Abstract.** The paper considers principles of building smart aerospace systems, based on the use of knowledge bases and multiagent technologies. Definitions of key concepts of the proposed methodology for managing complex adaptive systems are given. The paper provides a method of adaptive resource scheduling in real time for conflict resolution and finding a coordinated solution through negotiations and concessions of agents in order to find a balance of interests. It is proposed to use ontologies for knowledge presentation, allowing the agents to find opportunities in interaction for adapting the system behavior to new tasks and changing conditions. The paper provides an example of application of multi-agent technology for adaptive scheduling of cargo flow of the Russian Segment of International Space Station. Prospects of the use of technologies for solving urgent problems of controlling complex technical objects are discussed.

**Keywords:** smart aerospace systems, multiagent technology, knowledge bases, resource management, adaptive scheduling, real time, subject ontology, cargo flow of the ISS RS.

## REFERENCES

- [1] Как извлечь выгоду из сложностей? Мнения, полученные при проведении глобального опроса среди исполнительных директоров. – IBM USA. – 2009.
- [2] A new way to work: Futurist Insights to 2025 and Beyond. – IBM USA. – 2015.
- [3] Prigogine I. The End of Certainty: Time, Chaos and the new Laws of Nature. Free Press, 1997.
- [4] Wooldridge M.. An Introduction to Multiagent Systems. John Wiley and Sons Ltd, February 2002, Chichester, England, 340 pp.
- [5] Скобелев П.О. Мультиагентные технологии в промышленных применениях: к 20-летию основания Самарской научной школы мультиагентных систем // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2010. – № 12. – С. 33–46.
- [6] Bonabeau E., Theraulaz G. Swarm Smarts. What computers are learning from them? // Scientific American. – 2000. – Vol. 282. – N 3. – P. 54–61.
- [7] Скобелев П.О. Онтологии деятельности для ситуационного управления предприятием в реальном времени // Онтология проектирования. – 2012. – № 1(3). – С. 26–48.
- [8] Текущее состояние и перспективы развития системы управления полетами космических аппаратов / Соловьев В.А., Любинский В.Е., Жук Е.И. // Пилотируемые полеты в космос. – 2011. – № 1(1). – С. 27–37.
- [9] Текущее состояние и перспективы развития системы управления полетами космических аппаратов (продолжение) / Соловьев В.А., Любинский В.Е., Жук Е.И. // Пилотируемые полеты в космос. – 2011. – № 2(2). – С. 30–36.
- [10] Текущее состояние и перспективы развития системы управления полетами космических аппаратов (продолжение) / Соловьев В.А., Любинский В.Е., Жук Е.И. // Пилотируемые полеты в космос. – 2012. – № 1(3). – С. 16–27.
- [11] Текущее состояние и перспективы развития системы управления полетами космических аппаратов (продолжение) / Соловьев В.А., Любинский В.Е., Жук Е.И. // Пилотируемые полеты в космос. – 2012. – № 2(4). – С. 44–51.
- [12] Текущее состояние и перспективы развития системы управления полетами космических аппаратов (окончание) / Соловьев В.А., Любинский В.Е., Жук Е.И. // Пилотируемые полеты в космос. – 2012. – № 3(5). – С. 25–33.
- [13] Лакхин О.И., Майоров И.В. Метод адаптивного планирования грузопотока РС МКС на основе мультиагентной технологии // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2015. – Т. 16, № 12. – С. 847–852.
- [14] George Rzevski and Petr Skobelev, Managing Complexity, WIT Press, March 2014, 216 pages.
- [15] Rzevski, G., “A practical Methodology for Managing Complexity”. Emergence: Complexity & Organization – An International Transdisciplinary Journal of Complex Social Systems. Volume 13, Nos. 1-2, 2011, pp. 38-56.
- [16] Leung, Y-T, 2004, Handbook of Scheduling: Algorithms, Models and Performance Analysis, CRC Computer and Information Science Series, Chapman & Hall, London.
- [17] Vos, S. 2001, “Meta-heuristics: The State of the Art” in Local Search for Planning and Scheduling, eds A Nareyek, Springer-Verlag, Berlin, pp.1–23.
- [18] Rolf CR, Kuchcinski, K, 2011, ‘Distributed Constraint Programming with Agents’, in Proceedings of the Second International Conference on Adaptive and Intelligent Systems, Springer-Verlag, Berlin, pp. 320–331.
- [19] Gongfa, L, 2011, ‘A Hybrid Particle Swarm Algorithm to JSP Problem’, IEIT Journal of Adaptive & Dynamic Computing, pp. 12–22.
- [20] Xueni, Q, Lau, H, 2010, ‘An AIS-based Hybrid Algorithm with PSO for Job Shop Scheduling Problem’ in Proceedings of the Tenth IFAC Workshop on Intelligent Manufacturing Systems, Lisbon, pp. 371–376.
- [21] Pinedo, M., 2008, Scheduling: Theory, Algorithms, and System, Springer, Berlin.
- [22] Allan, R., 2010, ‘Survey of Agent Based Modeling and Simulation Tools’, Computational Science and Engineering Department, Technical Report DL-TR-2010-007.
- [23] Skobelev P. Multi-Agent Systems for Real Time Resource Allocation, Scheduling, Optimization and Controlling: Industrial Application // 10-th International Conference on Industrial Applications of Holonic and

- Multi-Agent Systems (HoloMAS 2011). France, Toulouse.2011. Springer. – pp. 5–14.
- [24] Skobelev P. Bio-Inspired Multi-Agent Technology for Industrial Applications / Faisal Alkhateeb, Eslam Al Maghayreh and Iyad Abu Doush (Ed.) // Multi-Agent Systems – Modeling, Control, Programming, Simulations and Applications. InTech., Austria, 2011. Available from:  
<http://www.intechopen.com/articles/show/title/bio-inspired-multi-agent-technology-for-industrial-applications>.
- [25] M. Luck, P. McBurney, and O. Shehory and S. Willmott, Agent Technology: Computing as Interaction (A Roadmap for Agent Based Computing), AgentLink, 2005. ISBN 0854328459.  
<http://www.agentlink.org/roadmap/index.html>.
- [26] Скобелев П.О. Онтологии деятельности для ситуационного управления предприятием в реальном времени // Онтология предприятия. – 2012. №1(3). С. 26–48.
- [27] Методы и средства построения онтологий для визуализации связанных информационных объектов произвольной природы в сложных информационно-аналитических системах / Матюшин М.М., Вакурина Т.Г., Котеля В.В., Скобелев П.О., Лахин О.И., Кожевников С.С., Симонова Е.В., Носкова А.И. // Информационно-управляющие системы. – 2014. – № 2(69). – С. 9–17.
- [28] Корпоративная распределенная онтология для управления российским сегментом международной космической станции / Вакурина Т.Г., Лахин О.И., Юрыгина Ю.С., Симонова Е.В., Коршиков Д.Н., Носкова А.И. // Труды XVI Международной конференции «Проблемы управления и моделирования в сложных системах», Самара, 30 июня–03 июля 2014 г. – Самара: СНЦ РАН, 2014. – С. 435–443.
- [29] Онтология российского сегмента Международной космической станции и ее практическое использование в интеллектуальных аэрокосмических приложениях / Вакурина Т.Г., Котеля В.В., Лахин О.И., Матюшин М.М., Скобелев П.О. // Материалы IV Международной научно-технической конференции «Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем» 20–22 февраля 2014 г. – Минск: БГУИР, 2014. – С. 221–226.
- [30] Методы представления знаний для решения задач моделирования / Коршиков Д.Н., Лахин О.И., Носкова А.И., Юрыгина Ю.С. // Материалы V Международной научно-технической конференции «Открытые семантические технологии проектирования интеллектуальных систем» 19–21 февраля 2015 г. – Минск: БГУИР, 2015. – С. 425–428.
- [31] Лахин О.И. Особенности постановки задачи планирования программы полета и грузопотока российского сегмента Международной космической станции // Вестник Самарского государственного технического университета. Сер. «Технические науки». – 2015. – № 3(47).
- [32] Лахин О.И., Майоров И.В. Метод адаптивного планирования грузопотока РС МКС на основе мультиагентных технологий // Мехатроника, автоматизация, управление. – 2015. – Т. 16, № 12. – С. 487–852.

**Solov'ev Vladimir Alekseevich** – Doctor of Technical Sciences, professor, corresponding member of RAS, First Deputy General Designer of RSC “Energiya”

E-mail:

**Rzhevski Georgy Aleksandrovich** – Ph.D., Professor Emeritus, The Open University of Milton Keynes, Great Britain

E-mail: rzevski@gmail.com

**Skobelev Petr Olegovich** – Doctor of Technical Sciences, professor, Samara State Aerospace University, Department of aircrafts construction and designing

E-mail: petr.skobelev@gmail.com

**Lakhin Oleg Ivanovich** – Head of Software Engineering Company “Smart Solutions”

E-mail: lakhin@yandex.ru

УДК 338.48:629.78

### **Analysis of Commercialization Trends of Manned Space Exploration.** V.A. Sivolap,

A.A. Kuritsyn, A.A. Kovinsky

**Abstract.** The paper considers commercialization possibilities, i.e. profit earning in such industry as manned spaceflight, which has always been considered as a purely state one. During almost 55 years, manned space programs were the state's prerogative, the symbol of its power and a political instrument. However, at the beginning of the 21<sup>st</sup> century the situation changed. Roscosmos began to fulfill commercial flights to the ISS Russian Segment. In 2012, *Dragon* cargo spacecraft of SpaceX performed the first commercial mission to the ISS; private manned space vehicles are currently being developed on a full scale; the first *America* private spaceport has already been built. Manned spaceflight became the sphere of interests of private persons and companies. At that, private cosmos not only brings a great profit to owners of relevant transport resources, but also, similarly to a traditional,

state industry, promotes the development of new technologies and thus enhances the innovative capabilities of society. Even now, government institutions are borrowing some technologies and products, created by private companies. In the nearest 15–20 years, the market of space services will be divided and the share of private companies would be quite substantial.

**Keywords:** manned spaceflight, space tourism, public private partnership.

## REFERENCES

- [1] Лончаков Ю.В. Центр подготовки космонавтов на пути инновационного развития (к 55-летию НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина) // Пилотируемые полеты в космос. – № 1(14). – 2015.
- [2] Космонавтика XXI века. Попытка прогноза развития до 2101 года / Под ред. акад. РАН Б.Е. Чертока. – М.: Изд-во «РТСофт», 2010. – 846 с.
- [3] Луна – шаг к технологиям освоения Солнечной системы. – М.: РКК «Энергия», 2011. – 584 с.
- [4] Концепции, направления и перспективы развития мировой пилотируемой космонавтики / Крючков Б.И., Курицын А.А., Ярополов В.И. – ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина, 2013.
- [5] Особенности подготовки непрофессиональных космонавтов к полетам на МКС / Крючков Б.И., Курицын А.А., Харламов М.М. // Пилотируемые полеты в космос. – № 2(15). – 2015.
- [6] Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С.П. Королева в первом десятилетии XXI века (2001–2010). – М.: РКК «Энергия», 2011. – 832 с.
- [7] Государственная программа Российской Федерации «Космическая деятельность России на 2013–2020 годы» (распоряжение Правительства Российской Федерации от 28 декабря 2012 г. № 2594-р), <http://www.federspace.ru/115/>.
- [8] Курицын А.А., Сохин И.Г. Опыт создания орбитальных пилотируемых комплексов в мире и анализ перспектив их развития // Вопросы истории естествознания и техники. – 2011. – Вып. 3.
- [9] Commercial Resupply Launch. URL:[http://www.nasa.gov/mission\\_pages/station/living/launch/index.html](http://www.nasa.gov/mission_pages/station/living/launch/index.html).
- [10] Dragon Readies for Operational Delivery. URL:[http://www.nasa.gov/mission\\_ages/station/living/launch/crs1missionpreview.html](http://www.nasa.gov/mission_ages/station/living/launch/crs1missionpreview.html).
- [11] Ковинский А.А. Направления коммерциализации пилотируемых космических программ в России и США // Материалы XX научно-технической конференции молодых ученых и специалистов, г. Королёв, Ракетно-космическая корпорация «Энергия» имени С.П. Королёва, 2014. – С. 697–698.
- [12] Ковинский А.А., Курицын А.А. Пилотируемые проекты исследования Луны и окололунного пространства // Материалы XLIX научных чтений памяти К.Э. Циолковского «К.Э. Циолковский и инновационное развитие космонавтики» – Калуга: Изд-во «Эйдос», 2014 – С. 80–81.
- [13] Training Space Tourists to Fly the ISS / Boris Kryuchkov, Andrei Kuritsyn, Alexander Kovinsky //Room. The Space Journal #2 (4) 2015. – London, Great Britain.
- [14] <https://ru.wikipedia.org/wiki/>.
- [15] <http://www.kem.kp.ru/daily/26476.5/3345713/>.
- [16] [http://dic.academic.ru/dic.nsf/econ\\_dict/7570](http://dic.academic.ru/dic.nsf/econ_dict/7570)

**Sivolap Valery Aleksandrovich** – PhD in Technical Sciences, Deputy Head (for science) of FSBO “Gagarin R&T CTC”.

E-mail: [info@gctc.ru](mailto:info@gctc.ru)

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

E-mail: [info@gctc.ru](mailto:info@gctc.ru)

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

E-mail: [A.Kovinskiy@gctc.ru](mailto:A.Kovinskiy@gctc.ru)

УДК 004.896:331.101.1

## **System Approach to the Substantiation of Ergonomic Requirements for the Robotic Assistant of a Crew aboard Manned Space Complexes. V.G. Sorokin, I.G. Sokhin**

**Abstract.** The paper suggests an approach to the substantiation of the structure of ergonomic requirements for characteristics of the anthropomorphic robotic assistant of a crew of a manned space complex on basis of an analysis of the ergatic system “cosmonaut – robotic assistant of a crew – professional activity environment”.

**Keywords:** anthropomorphic robotic system, cosmonaut, manned space complex, professional activity environment, robotic assistant of a crew, ergonomic requirements.

## 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. 40–45.
- [2] Сохин И.Г., Сорокин В.Г. Эргономическое сопровождение создания антропоморфных робототехнических систем для поддержки деятельности экипажей // Тезисы докладов 8 Международного аэрокосмического конгресса. – М., 2015. – С. 270–271.
- [3] Эргономические проблемы создания и применения антропоморфных роботов-помощников экипажей перспективных космических миссий / Лончаков Ю.В., Сиволап В.А., Сохин И.Г. // Труды Международной научно-технической конференции «Экстремальная робототехника». – СПб., 2015. – С. 191–199.
- [4] Анохин А.Н., Острейковский В.А. Вопросы эргономики в ядерной энергетике. – М.: Энергоатомиздат, 2001.
- [5] Бурдаев М.Н., Сосюрка Ю.Б. Космическая эргономика и эргономические принципы экспериментальной отработки и испытаний образцов космической техники. Учебное пособие. – ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина», Звёздный городок, 2012.
- [6] ГОСТ РВ 29.08.005-2000. Алгоритмы деятельности операторов образцов вооружения и военной техники. Методы контроля эргономических требований.
- [7] ГОСТ В 29.04.002-84. Алгоритм и структура деятельности оператора. Общие эргономические требования.
- [8] ГОСТ РВ 29.05.007-96. Интерфейс человек-машинный. Общие эргономические требования.
- [9] ГОСТ РВ 29.05.012-99. Информационное обеспечение деятельности операторов вооружения и военной техники. Общие эргономические требования.
- [10] ГОСТ 26387-84. Система «человек–машина». Термины и определения.
- [11] ГОСТ РВ 29.05.009-97. Технические средства поддержки функционального состояния и работоспособности оператора военной техники. Общие эргономические требования.
- [12] ГОСТ 20.39.108-85. Требования по эргономике, обитаемости и технической эстетике. Номенклатура и порядок выбора.
- [13] ГОСТ Р ЕН 614-1-2003. Эргономические принципы конструирования. Термины, определения и общие принципы.
- [14] ГОСТ РВ 29.00.002-2005. Эргономическое обеспечение. Основные положения.
- [15] Губинский А.И. Надежность и качество функционирования эргатических систем. – М., 1982.

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

E-mail: V.Sorokin@gctc.ru

**Sokhin Igor Georgievich** – Doctor of Technical Sciences, associate professor, Deputy Head of department, FSBO “Gagarin R&T CTC”.

E-mail: I.Sokhin@gctc.ru

УДК 629.78.007

**Safe use of a Space Robotic System during Extravehicular Activity.** V.S. Korennoy, P.P. Dolgov, E.Yu. Irodov

**Abstract.** The paper discusses issues of the safe operation of a robotic system purposed for supporting crews of manned space complexes during extravehicular activity. Feasible potential dangers associated with the use of robotic systems on the board of future manned complexes were determined. Suggestions on preventing off-nominal and emergency situations and on minimizing hazards for cosmonauts and a manned complex have also been developed.

**Keywords:** robotic systems, extravehicular activity, dangers, off-nominal situations.

## REFERENCES

- [1] Средства робототехнического обеспечения функций перспективной космической инфраструктуры / А.А. Градовцев, А.С. Кондратьев, А.В. Лопота // Научно-технические ведомости, СПбГПУ. – 2013. – № 1. – С. 111–118.
- [2] Подход к построению робототехнических систем для работы в космосе / Г.И. Падалка, П.П. Долгов, А.А. Алтуни // Пилотируемые полеты в космос. – № 4(9). – 2013.
- [3] Подход к обоснованию задач робототехнических систем для работы в открытом космосе / П.П. Долгов, Е.Ю. Иродов, В.С. Коренной // Пилотируемые полеты в космос. – № 3(16). – 2015.
- [4] Правила полета. Том В. Раздел В 12 «Робототехника». Раздел В 15 «Внекорабельная деятельность». – НАСА–Космический центр им. Л.Б. Джонсона, 2011.

- [5] Циклограммы внекорабельной деятельности. Архив полетов. Сайт Центра управления полетами. [Электронный ресурс]. [http://www.mcc.rsa.ru/arh\\_vid.htm](http://www.mcc.rsa.ru/arh_vid.htm).
- [6] Внекорабельная деятельность. [Электронный ресурс]. <http://spaceva.h16.ru/>.

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

E-mail: V.Korennoy@gctc.ru

**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 Yurievich** – PhD in Technical Sciences, FSBO “Gagarin R&T CTC”

E-mail: E.Irodov@gctc.ru

УДК 65.012.34:004.94+621.3.09:659.154

### **Application of FRID Technologies for Information Support of Cosmonauts aboard Manned Spacecraft When Using Medical Packs and First Aid Kits.**

A.V. Polyakov, V.P. Dashevsky, A.A. Karpov, B.I. Kryuchkov, V.M. Usov

**Abstract.** The long-duration space missions require an advanced system of medical support, which includes among others the preparedness to providing medical assistance of crew members aboard manned space complexes (MSCs). The main type of medical assistance aboard the MSC is the use of available pharmaceuticals. In off-nominal medical situations the quick search of necessary medicines, their safe identification and prompt getting of the instructions on their administration for cosmonauts involved directly in the process of delivering medical aid can be critical. Besides, in view of rational use of crew flight time, the task of monitoring of delivering and using the content of medical packs and first aid kits was performed. The paper presents approaches to solving the said task using FRID technologies. The main attention is paid to information support of the search and administration of available pharmaceuticals.

**Keywords:** manned space complex, medical support of manned missions, medical care aboard MSC, ISS, on-board first aid kits, FRID technologies, “smart storage”.

#### REFERENCES

- [1] Белаковский М.С., Самарин Г.И. Практическое внедрение результатов медико-биологических исследований, проводимых на РС МКС // Космическая биология и медицина. В 2-х т. – М.: ИМБП РАН, 2011. – Т. 2: Медико-биологические исследования на российском сегменте МКС. – С. 475–488.
- [2] Медицинское обеспечение экипажей Международной космической станции / В.В. Богомолов, Дж.М. Данкан, А.Е. Саргсян, С.Л. Пул // Космическая биология и медицина. Совм. рос.-амер. изд. Российско-американское сотрудничество в области космической биологии и медицины. – 2009. – Т. 5. – С. 508–626.
- [3] Богомолов В.В., Егоров А.Д. Развитие системы медицинского обеспечения здоровья экипажей в пилотируемых космических полетах // Авиационная и космическая медицина. – 2013. – Т. 47, № 1. – С. 5–12.
- [4] Оказание скорой медицинской помощи при обеспечении космических полетов и на месте посадки / В.В. Богомолов, А.В. Поляков, Л.Л. Стажадзе // Материалы II научно-практической конференции «Актуальные вопросы скорой медицинской помощи на современном этапе», 26 ноября 2014 г. // Электронный ресурс. URL: <http://emergencysrus.ru/?p=1401> доступ свободный, дата 18.12.2015.
- [5] Карпов А.А. I Can Do: Интеллектуальный помощник для пользователей с ограниченными физическими возможностями // Вестник компьютерных и информационных технологий. – № 7. – 2007. – С. 32–41.
- [6] Перспективные варианты использования технологии радиочастотной идентификации в библиотечном и музейном деле / Н.П. Кириллов, В.П. Дашевский, Б.В. Соколов, Р.М. Юсупов // Труды СПИИРАН. – 2008. – Вып. 7. – С. 48–53.
- [7] Кириллов Н.П., Соколов Б.В. Автономный RFID-считыватель с функцией оперативного принятия решений по результатам контроля // Известия ЮФУ. Технические науки. – 2010. – С. 6–40.
- [8] Возможность использования двумерных кодов в пилотируемой космонавтике / В.Г. Корзун, В.Н. Прудков, Д.А. Темарцев, Е.А. Черняк // Пилотируемые полеты в космос. – 2013. – № 3(8). – С. 100–109.
- [9] Позиционирование мобильного робота-помощника во внутреннем рабочем пространстве на пилотируемых космических комплексах / Б.И. Крючков, В.П. Дашевский, Б.В. Соколов, В.М. Усов // Пилотируемые полеты в космос. – № 4(13). – 2014. – С. 40–56.
- [10] Лахири С. RFID. Руководство по внедрению / Сандип Лахири. RFID. The RFID Sourcebook / Ред. Дудников С. – М.: Кудиц-Пресс, 2007. – 312 с.



- [11] Маниш Бхуптани, Шахрам Морадпур. RFID-технологии на службе вашего бизнеса. – Изд-во: Альпина Паблишер, 2007. – 290 с.
- [12] Средства медицинского обеспечения космонавтов орбитальной станции «МИР» / Носкин А.Д., Кожаринов В.И., Комарова Л.М. и др. // Орбитальная станция «Мир». В 2-х т. – Т. 1: Медицинское обеспечение длительных полетов. – М.: Изд-во ООО «Аником», 2001. – 654 с.
- [13] Сайт АйТиПроект: RFID-система // АйТиПроект, Электронный ресурс, URL: [http://www.itproject.ru/otraslevye\\_resheniya/library\\_books\\_shop/automatizacia\\_bookshops](http://www.itproject.ru/otraslevye_resheniya/library_books_shop/automatizacia_bookshops) доступ свободный, дата обращения 07.12.15.
- [14] Сайт АйТиПроект. RFID-система для автоматизации процессов в книжных магазинах // АйТиПроект // Электронный ресурс. Доступ URL: [http://www.itproject.ru/otraslevye\\_resheniya/library\\_books\\_shop/automatizacia\\_bookshops](http://www.itproject.ru/otraslevye_resheniya/library_books_shop/automatizacia_bookshops) свободный, дата обращения 07.12.15.
- [15] Текущее состояние и перспективы развития системы управления полетами космических аппаратов / В.А. Соловьев, В.Е. Любинский, Е.И. Жук // Пилотируемые полеты в космос. – 2013. – № 1(1). – С. 27–38.
- [16] Текущее состояние и перспективы развития системы управления полетами космических аппаратов (окончание) / В.А. Соловьев, В.Е. Любинский, Е.И. Жук // Пилотируемые полеты в космос. – 2013. – № 5. – С. 25–33.
- [17] Применение ассистивных и информационных технологий при использовании средств оказания медицинской помощи космонавтам в российском сегменте Международной космической станции / И.Б. Ушаков, В.П. Дашевский, А.В. Поляков, Б.В. Соколов, В.М. Усов // Биотехносфера. – 2013. – № 4. – С. 5–10.
- [18] Финкенцеллер К. RFID-технологии. Справочное пособие / Пер. с нем. Н.М. Союнханова. – М.: Додэка-XXI, 2010. – 496 с.
- [19] Шарфельд Т. Системы RFID низкой стоимости. – М., 2006. – 197 с.
- [20] Создание «интеллектуального окружения» на пилотируемом космическом комплексе для позиционирования мобильного робота – помощника экипажа / Юсупов Р.М., Карпов А.А., Крючков Б.И., Ронжин А.Л., Сыркин Л.Д., Усов В.М. // Актуальные проблемы психологии труда, инженерной психологии и эргономики. – Вып. 5. – 2013. – С. 397–422.
- [21] Дашевский В.П., Ржимский В.Г. Распределенная система управления RFID-считывателями // Труды конференции «Технические и программные средства систем управления, контроля и измерения», 2010. – С. 389–395.
- [22] Финкенцеллер К. Справочник по RFID. – Издательский дом «Додэка-XXI», 2008. – 496 с.
- [23] Шарфельд Т. Системы RFID низкой стоимости. – М., 2006. – 197 с.
- [24] Fink Patrick W. (2013) RFID-Based Asset Management for Space Habitats / Fink Patrick W. // Электронный ресурс. URL: <http://ntrs.nasa.gov/search.jsp?R=20140000779> доступ свободный, дата обращения 12.12.2015.
- [25] Gifford, Kevin K. (2009) Unified Communications for Space Inventory Management NTRS / Gifford, Kevin K., Fink, Patrick W., Barton, Richard, Ngo, Phong H. // Электронный ресурс. URL: <http://ntrs.nasa.gov/search.jsp?R=20090031769> доступ свободный, дата обращения 12.12.2015.
- [26] Hrebenciuc F., et al. (2011) A Low Cost Approach to Large Smart Shelf Setups / F. Hrebenciuc, N. Stroia, D. Moga, Z. Barabas // Advances in Electrical and Computer Engineering, Vol.11. № 4, pp. 117–122.
- [27] Melià-Seguì J. Human-Object Interaction Reasoning Using RFID-Enabled Smart Shelf / Joan Melià-Seguì and Rafael Pous // Conference Paper. DOI: 10.1109/IOT.2014.7030112 Conference: 4th International Conference on the Internet of Things, At Cambridge, MA, USA // Электронный ресурс: URL: [https://www.researchgate.net/publication/272162481\\_Human-object\\_Interaction\\_Reasoning\\_using\\_RFID-enabled\\_Smart\\_Shelf](https://www.researchgate.net/publication/272162481_Human-object_Interaction_Reasoning_using_RFID-enabled_Smart_Shelf) доступ свободный, дата 16.12.2015.
- [28] Medical Consumables Tracking (MCT)/ISS Science Symposium. June10, 2014 [Электронный ресурс] URL: <http://ntrs.nasa.gov/archive/nasa/casi.ntrs.nasa.gov/20140005025.pdf>, доступ свободный, дата обращения 29.01.2016.

**Polyakov Aleksey Vasilievich** – PhD in Medical Sciences, associate professor, division head, State Scientific Center of the RF – Institute for biomedical problems, RAS

E-mail:

**Dashevsky Vladimir Pavlovich** – PhD in Technical Sciences, associate professor, Distributed Computing Systems Laboratory, SPIIRAS

E-mail:

**Karpov Aleksey Anatolievich** – Doctor of Technical Sciences, associate professor, Speech and Multimodal Interfaces Laboratory, SPIIRAS

E-mail: [karpov\\_a@mail.ru](mailto:karpov_a@mail.ru)

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

E-mail: [B.Kryuchkov@gctc.ru](mailto: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](mailto:V.Usov@gctc.ru)

**Development of Space Ergonomics: Problems of Taking into Consideration a Human Factor as per Results of the 11<sup>th</sup> International Scientific and Practical Conference “Manned Space Flights”. A.A. Medenkov, T.B. Nesterovich**

**Abstract.** The paper analyzes the human factor-related challenges, arising during preparation and implementation of space missions that attracted great attention of experts in the field of space ergonomics and engineering psychology at the recent 11th International Scientific and Practical Conference. Also, the paper evaluates the process of consideration of cosmonauts' psycho-physiological capabilities in the interests of raising the efficiency of their performance and flight safety. Reasoned suggestions on further efforts in this direction and the development of new tasks for ensuring professional reliability of crews of interplanetary expeditions on basis of taking account of human factor are also given.

**Keywords:** human factor, ergonomic management, psychology, functional status, psycho-physiological reliability, space missions.

REFERENCES

- [1] Васильев А.В., Кондрат А.И. Моделирование деятельности космонавтов в нестандартных ситуациях полета как средство повышения их профессиональной подготовки // Материалы XI Международной научно-практической конференции «Пилотируемые полеты в космос», 10–12 ноября 2015 г. – С. 70–71.
- [2] Дворников М.В., Меденков А.А. Военно-морской и авиационный врач, психолог и физиолог (к 90-летию со дня рождения Г.М. Зараковского) // Воен.-мед. журн. – 2015. – № 4. – С. 81–83.
- [3] Совершенствование организационно-методического обеспечения подготовки космонавтов / Дмитриев В.Н., Крючков Б.И., Курицын А.А. // Материалы XI Международной научно-практической конференции «Пилотируемые полеты в космос», 10–12 ноября 2015 г. – С. 27–28.
- [4] Зараковский Г.М. «Дорожная карта» по развитию инжиниринга и промышленного дизайна в 2013–2018 годах» и перспективы эргономических исследований и разработок // ЧФ: проблемы психологии и эргономики. III Международная конференция «Психология и эргономика: единство теории и практики», г. Тверь, 24–25 сент. 2013 г. – 2013. – № 4 (67). – С. 23–28.
- [5] Зараковский Г.М. Анализ деятельности: психофизиологическая структура трудовой деятельности и методы ее выявления // Физиология трудовой деятельности. Гл. 16. – СПб.: Наука, 1993. – С. 467–492.
- [6] Зараковский Г.М. Феномен инженерной психологии // Актуальные проблемы психологии труда, инженерной психологии и эргономики. Вып. 2. / Под ред. В.А. Бодрова, А.Л. Журавлева. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2011. – С. 49–68.
- [7] Зараковский Г.М., Меденков А.А. Становление и развитие авиационной эргономики // Авиационная инженерная психология и эргономика. – М.: Полет, 2003. – С. 10–13.
- [8] Системная психофизиологическая оптимизация операторской деятельности / Зараковский Г.М., Меденков А.А., Поспелов А.А. // Системный подход в инженерной психологии и психологии труда. – М.: Наука, 1992. – С. 117–131.
- [9] Захаров О.Е., Веденина Ю.О. Космоцентр ФБГУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина» как базовая площадка инновационного научно-образовательного консорциума Роскосмоса // Материалы XI Международной научно-практической конференции «Пилотируемые полеты в космос», 10–12 ноября 2015 г. – С. 495–496.
- [10] Эргономика и эргодизайн в космическом инжиниринге / Козлова Н.М., Меденков А.А., Миронова Т.В. // Материалы XI Международной научно-практической конференции «Пилотируемые полеты в космос», 10–12 ноября 2015 г. – С. 50–52.
- [11] Безопасность применения антропоморфных роботов-помощников при внутрикорабельной деятельности космонавтов / Крючков Б.И., Сосюрка Ю.Б., Усов В.М. // Материалы XI Международной научно-практической конференции «Пилотируемые полеты в космос», 10–12 ноября 2015 г. – С. 33–35.
- [12] Перспективы развития системы отбора космонавтов для осуществления лунных экспедиций / Крючков Б.И., Усов В.М., Каспранский Р.Р. и др. // Материалы XI Международной научно-практической конференции «Пилотируемые полеты в космос», 10–12 ноября 2015 г. – С. 24.
- [13] 55 лет Центру подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина – история и перспективы развития / Лончаков Ю.В., Сиволап В.А., Курицын А.А. // Материалы XI Международной научно-практической конференции «Пилотируемые полеты в космос», 10–12 ноября 2015 г. – С. 5–6.
- [14] Медведев А.А. Анализ деятельности экипажей на борту Международной космической станции // Материалы XI Международной научно-практической конференции «Пилотируемые полеты в космос», 10–12 ноября 2015 г. – С. 65.
- [15] Меденков А.А. Актуальные проблемы авиакосмической психофизиологии в трудах Г.М. Зараковского // Авиакосм. и эколог. мед. – 2015. – Т. 49, № 2. – С. 69–77.
- [16] Меденков А.А. Научно-практический вклад Г.М. Зараковского в развитие отечественной психофизиологии (к 90-летию со дня рождения) // Физиология человека. – 2015. – № 2.
- [17] Меденков А.А. Научно-практический вклад Г.М. Зараковского в становление отечественной эргономики и развитие психологии // Актуальные проблемы психологии труда, инженерной психологии и эргономики. Вып. 6. – М.: Изд-во «Институт психологии РАН», 2014. – С. 245–257.

- [18] Меденков А.А. Плеяда единомышленников отечественной эргономики // Человеческий фактор: проблемы психологии и эргономики. – 2015. – № 2. – С. 3–15.
- [19] Наумов Б.А., Хрипунов В.П. Основные подходы к формированию комплекса технических средств подготовки космонавтов // Материалы XI Международной научно-практической конференции «Пилотируемые полеты в космос», 10–12 ноября 2015 г. – С. 254–255.
- [20] Экспериментальные эргономические исследования процессов дистанционного управления антропоморфной робототехнической системой космонавтами при проведении операций обслуживания КА объектов лунной инфраструктуры / Сохин И.Г., Бурдин Б.В., Соловьева И.Б и др. // Материалы XI Международной научно-практической конференции «Пилотируемые полеты в космос», 10–12 ноября 2015 г. – С. 31–33.
- [21] Ушаков И.Б., Меденков А.А. Основы современного медицинского обеспечения полетов // Материалы XI Международной научно-практической конференции «Пилотируемые полеты в космос», 10–12 ноября 2015 г. – С. 476–477.

**Medenkov Aleksandr Alekseevich** – Doctor of Technical Sciences, PhD in Psychological Sciences, professor, National Research University “Moscow Aviation Institute”

E-mail:

**Nesterovich T.B.** - National Research University “Moscow Aviation Institute”

E-mail: