

CONTENTS

RESULTS OF THE ISS CREW MISSIONS	4
Main Results of the ISS-50/51 of Expedition Training and Activity When Carrying out the Mission Plan. <i>O.V. Novitzkiy</i>	4
Medical Support of the ISS-50/51 Crew Members (Express Analysis). <i>V.V. Bogomolov, V.I. Pochuev, I.V. Alferova</i>	15
THEORY AND PRACTICE OF HUMAN SPACE FLIGHTS	29
Development, Realization, and Evolution of the Technology of Multi-Segment Training of Crews for Missions on the International Space Station. <i>A.A. Kuritsyn, V.N. Dmitriev</i>	29
Options of Interfaces for the Remote Interaction of Cosmonauts with Autonomous Mobile Robots during Extravehicular Activity on the Lunar Surface. <i>M.V. Mikhailiyuk, B.I. Kryuchkov, V.M. Usov</i>	41
The Choice of an Option of the Cosmonaut Evacuation Complex. <i>A.A. Kuritsyn, V.I. Yaropolov</i>	54
Improvement of the Regulatory and Methodological Basis for Assessing the Physical Fitness of Cosmonauts for Flights to the International Space Station. <i>V.G. Nazin</i>	73
Employment of Multi-Agent Methods and Cosmonaut-Operator Experience in Intelligent Interfaces. <i>I.V. Prokopyev</i>	89
Method of Synthesis of the Control System of Descending a Cosmic Vehicle to the Moon Surface. <i>A.I. Diveev, I.V. Prokopyev</i>	95
OVERVIEWS	113
Experience of the Creation and Development of Life Support Systems for Crews of Manned Spacecraft. <i>B.I. Kryuchkov, V.M. Usov</i>	113
HISTORY. EVENTS. PEOPLE	129
Cosmonauts – Graduates of the Air Force’s Special Schools. <i>M.N. Burdaev</i>	129
Information for Authors and Readers	134

UDC 629.78.007

Main Results of Training and Activity of the ISS Crew for Expedition 50/51 When Carrying Out the Mission Plan. O.V. Novitskiy

Abstract. The paper considers results of the ISS-50/51 expedition's activity aboard the «Soyuz MC-03» transport spacecraft and ISS. Also, it presents the comparative analysis and estimation of the crew's contribution to the general ISS flight program. Particular attention is paid to the implementation of scientific applied research and experiments aboard the station. Remarks and suggestions to improve the ISS Russian Segment are given.

Keywords: tasks of crew training, spaceflight, International Space Station, scientific applied research and experiments.

REFERENCES

Novitskiy Oleg Victorovich – Hero of the Russian Federation, instructor-test cosmonaut, FSBO “Gagarin R&T CTC”

E-mail: info@gctc.ru

UDC 61:629.78.007

Medical Support of the ISS Crew for Expedition 50/51(Express Analysis).

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

Abstract. The paper shows the results of medical maintenance of the ISS crew for Expedition 50/51 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:

UDC 629.78.072.8

Development, Realization, and Evolution of the Technology of Multi-Segment Training of Crews for Missions on the International Space Station. A.A. Kuritsyn, V.N. Dmitriev

Abstract. The paper considers the development, realization, and evolution of the technology of multi-segment training of crews for missions on the ISS at the Gagarin Cosmonaut Training Center.

Keywords: International Space Station, cosmonaut, crew, training, multi-segment training for flight,

technology, integrated and dedicated simulators.

REFERENCES

- [1] ТАСС: <http://tass.ru/kosmos/4196373>.
- [2] Федеральная космическая программа России на 2016–2025 годы.
- [3] Наумов Б.А. Космические тренажеры. – Звездный городок: ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина», 2013. – 214 с.
- [4] Маленченко Ю.И., Дмитриев В.Н. Совершенствование организационно-методического обеспечения подготовки космонавтов // Пилотируемые полеты в космос. – № 3. – 2017. – С. 39–45.

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

E-mail: info@gctc.ru

Dmitriev Vladimir Nikolaevich – Candidate of Military Sciences, senior researcher, division head, FSBO “Gagarin R&T CTC”

E-mail: V.Dmitriev@gctc.ru

UDC 004.522; 004.896:681.3.06; 629.787.007:523.43

Options of Interfaces for the Remote Interaction of Cosmonauts with Autonomous Mobile Robots during Extravehicular Activity on the Lunar Surface.

M.V. Mikhailyuk, B.I. Kryuchkov, V.M. Usov

Abstract. The paper deals with the issues of making a multimodal interface for the interaction of cosmonauts with a group of autonomous mobile robots (AMR) during extravehicular activity on the lunar surface. The need of taking into account the trends in the development of interfaces purposed to ensure the interaction within the “cosmonauts–AMRs” system is reasoned by the strict requirements for the safe use of unmanned mobile devices in sophisticated extreme surroundings to prevent, in particular, collisions between them, leading to off-nominal situations. A number of limitations related to the human factor when performing EVA of the lunar surface is discussed.

Keywords: manned lunar missions, cosmonauts, autonomous mobile robots, multimodal interface “cosmonaut–autonomous mobile robot”, extravehicular/on-planet activity, situational awareness, simulation and visualization of virtual environment.

REFERENCES

- [1] Визуальное представление космонавту перемещений группы автономных мобильных роботов на поверхности Луны для предотвращения их коллизий / А.А. Ворона, Л.Д. Сыркин, Б.И. Крючков, В.М. Усов // Пилотируемые полеты в космос. – 2016. – № 3(20). – С. 41–57.
- [2] Космический эксперимент «Теледронид»: «Исследование возможностей использования дистанционноуправляемого антропоморфного робота для операционной поддержки деятельности космонавтов в условиях орбитального полета» / А.В. Гребенщиков, О.А. Сапрыкин // Электронный ресурс URL: knts.tsniimash.ru/ru/src/Conf_InfRes/ГРЕБЕНЩИКОВ_А_В-пер.pdf доступ свободный. Дата 2017.08.30.
- [3] Проектирование взаимодействия человек–робот в составе единой команды космонавтов и автономных мобильных роботов на поверхности Луны / А.А. Карпов, Б.И. Крючков, А.Л. Ронжин, В.М. Усов // Экстремальная робототехника. – Труды Международной научно-технической конференции. СПб. 24–26 ноября 2016 г. – Санкт-Петербург: ООО «АП4Принт», 2016. – С. 76–80.
- [4] Виртуальное прототипирование человеко-машинного взаимодействия для инженерно-психологического проектирования деятельности космонавтов при контроле группы автономных мобильных роботов на поверхности Луны / Б.И. Крючков, В.М. Усов, А.А. Ворона // Труды Второй Международной конференции «Человеческий фактор в сложных технических системах и средах» (ЭРГО 2016), 6–9 июля 2016 года, Санкт-Петербург / Под ред. А.Н. Анохина, П.И. Падерно, С.Ф. Сергеева. – СПб.: Межрегиональная эргономическая ассоциация. ФГАОУ ДПО «ПЭИПК» Северная Звезда, 2016. – С. 314–320.
- [5] Об особенностях профессиональной деятельности космонавтов при осуществлении лунных миссий / Б.И. Крючков, В.М. Усов, В.И. Ярополов, Ю.Б. Сосюрка, С.С. Троицкий, П.П. Долгов // Пилотируемые полеты в космос. – № 2 (19). – С. 35–57.
- [6] Применение методов захвата движений в космической робототехнике при инженерно-психологическом проектировании человеко-машинного взаимодействия / Б.И. Крючков, В.М. Усов, М.В. Михайлюк // Пилотируемые полеты в космос. – № 4 (21). – 2016. – С. 57–78.

- [7] Б.И. Крючков, В.М. Усов 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.
- [8] 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.
- [9] Жестово-голосовой интерфейс космонавта с группой автономных мобильных роботов для экстренного предотвращения их коллизий / А.В. Мальцев, М.В. Михайлюк, Б.И. Крючков, В.М. Усов // Материалы 9-й конференции «Информационные технологии в управлении» (ИТУ-2016), СПб: 4–6 октября 2016 г., СПб.: АО Концерн «ЦНИИ «Электронприбор». – С. 815–823.
- [10] Реализация принципа «ситуационной осведомленности» при построении взаимодействия «космонавт–роботы» в напланетной деятельности / М.В. Михайлюк, Б.И.Крючков, В.А. Чертополохов, В.М. Усов // Сб. тезисов научно-техн. конф. «Техническое зрение в системах управления – 2017», Москва, ИКИ РАН, 14–16 марта 2017 г. – С. 9–11. Электронное издание. URL: <http://tvcs2017.technicalvision.ru/file/Tezis-2017.pdf> доступ свободный, дата 09.03.2017.
- [11] Спасский Б.А. Обзор современных интерфейсных систем операторов мобильных наземных роботов // «Робототехника и техническая кибернетика». – 2016. – №4 (13)13. – С. 21–31.
- [12] Тимофеев А.В. Интеллектуальное и мультиагентное управление робототехническими системами с использованием моделей виртуальной реальности // Мехатроника. – 2000. – № 3. – С. 26–31.
- [13] Adams Julie A. Critical Considerations for Human-Robot Interface Development // Proceedings of 2002 AAAI Fall Symposium. 2002/11/3. pp.1-8.
- [14] Beer J., Fisk A. and Rogers W. (2014). Toward a Framework for Levels of Robot Autonomy in Human-Robot Interaction // *Journal of Human-Robot Interaction*, 3(2), p.74.
- [15] Burrige R. [et al]. Providing Robotic Assistance During Extra-Vehicular Activity / Burrige R., Graham J. // Intelligent Systems and Advanced Manufacturing. – International Society for Optics and Photonics, 2002. pp. 22-33. doi:10.1117/12.457451.
- [16] Drury J.L. [et al]. Awareness in Human-Robot Interactions / J.L. Drury, J. Scholtz, H.A. Yanco // 2003 IEEE International Conference on Systems, Man and Cybernetics. Pp. 912-918.
- [17] Dufourd D. and Dalgalarondo A. (2006). Integrating Human-Robot Interaction into Robot Control Architectures for Defense Applications // First National Workshop on Control Architectures of Robots.
- [18] Endsley M.R. Toward a Theory of Situation Awareness in Dynamic Systems // *Human Factors*. 1995. Vol.37. №1. pp.32-64.
- [19] Endsley M.R. (1988) Design and Evaluation for Situation Awareness Enhancement // In: Proceedings of Human Factors Society 32nd Annual Meeting, Santa Monica, CA, 1988. pp.97-101.
- [20] Ferketic J. [et al.] Toward Human-Robot Interface Standards: Use of Standardization and Intelligent Subsystems for Advancing Human-Robotic Competency in Space Exploration / Ferketic, J., Goldblatt, L., Hodgson, E., Murray, S. [et al.] // SAE Technical Paper 2006-01-2019, 2006, doi:10.4271/2006-01-2019.
- [21] Fong T. and Thorpe C. (2001). Vehicle Teleoperation Interfaces // *Autonomous Robots*, 11(1), pp.9-18.
- [22] Frauke Driewer [et al]. Discussion of Challenges for User Interfaces in Human-Robot Teams / Frauke Driewer, Markus Sauer, Klaus Schilling // Proceedings of the Third European Conference on Mobile Robots. 2007. pp.1-6.
- [23] Green S. [et al.] (2010). Evaluating the Augmented Reality Human-Robot Collaboration System / Green S., Chase J., Chen X. and Billingham M. // *International Journal of Intelligent Systems Technologies and Applications*, 8(1/2/3/4), p.130.
- [24] Hangen H. [et al.] (2002). On-line Local Monitoring and Adaptive Navigation of Mobile Robots on Environment with Unknown Obstacles / Hangen He, Timofeev A.V., Xin Xu. // Proceedings of ACAT'2002. Moscow, 2002: pp.54-56.
- [25] Hong A. [et al.] Multimodal Feedback for Teleoperation of Multiple Mobile Robots in an Outdoor Environment / Hong A., Lee D.G., Bülthoff H.H., & Son H.I. // *Journal on Multimodal User Interfaces*, 2016. 1-14. DOI: 10.1007/s12193-016-0230-y.
- [26] Hou M. [et al]. Intelligent Adaptive Interfaces for the Control of Multiple UAVs / M. Hou, R.D. Kobierski, M. Brown // *Journal of Cognitive Engineering and Decision Making*. 2007. Vol. 1(3). pp. 327–362.
- [27] Karpov A. [et al.] Virtual Prototyping of Human-Machine Interaction for Remote Control of Space Autonomous Manipulation Robots Based on Augmented Reality Technology / Dr. Alexey Karpov, Prof. Mikhail Mikhaylyuk, Prof. Vitali Usov, Dr. Boris I. Kryuchkov // IAC2016, Paper number IAC-16,B3,6-A5.3,7,x34571 // URL: <https://iafastro.directory/iac/archive/browse/IAC-16/B3/6-A5.3/34571/> Date: 21.11.2016.
- [28] Keyes B. [et al.] Improving Human-Robot Interaction Through Interface Evolution / By Brenden Keyes, Mark Micire, Jill L. Drury and Holly A. Yanco // In: "Human-Robot Interaction", book edited by Daisuke Chugo, ISBN 978-953-307-051-3, Published: February 1, 2010. DOI: 10.5772/8140.
- [29] Labonte D. [et al.] (2010). Comparative Analysis of 3-D Robot Teleoperation Interfaces With Novice Users / Labonte D., Boissy P. and Michaud F. // *IEEE Transactions on Systems, Man, and Cybernetics, Part B (Cybernetics)*, 40(5), pp.1331–1342.
- [30] Scholtz J. Implementation of a Situation Awareness Assessment Tool for Evaluation of Human-Robot Interfaces / Jean Scholtz, Brian Antonishek, Jeff Young // *IEEE Transactions on Systems Man and Cybernetics – Part A Systems and Humans*. August 2005. Vol. 35. No. 4. P. 450–459.
- [31] Sheridan T. (2002). Supervisory control. // *Humans and Automation*, pp.115-129.
- [32] Stanton C. [et al.]. Teleoperation of a Humanoid Robot Using Full-Body Motion Capture, Example Movements, and Machine Learning / Stanton C., Bogdanovych A., Ratanasena E. // Proceedings of Australasian Conference on Robotics and Automation, 3–5 Dec 2012, Victoria University of Wellington, New Zealand.
- [33] The website – The Space Journal ROOM (<https://room.eu.com>): Project MOONWALK / Barbara Imhof, Thomas Vögele, Peter Weiss // URL: <https://room.eu.com/article/project-moonwalk> (free access, 2017.09.12)

Mikhailyuk Mikhail Vasilievich – Doctor of Physics and Mathematics, Professor, NIISI RAS

E-mail: mix@niisi.ras.ru

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 629.784

The Choice of an Option of the Cosmonaut Evacuation Complex.

A.A. Kuritsyn, V.I. Yaropolov

Abstract. The paper considers the probable causes for urgent evacuation of cosmonauts and maintenance personnel from the launch complex in case of any emergency during prelaunch ground operations; it also presents the key requirements for the cosmonaut evacuation aggregate and for the operations of evacuation of cosmonauts and maintenance personnel using this aggregate, analyzes feasible options of Cosmonaut Evacuation Complex, their comparative characteristics, substantiates the choice of the option that meets the specified requirements for the safety of cosmonauts and maintenance personnel.

Keywords: launch complex, space rocket, manned transport spacecraft, off-nominal situation, emergency situation, urgent evacuation of cosmonauts, cosmonaut evacuation complex, fire, explosion.

REFERENCES

- [1] Андреев Н.В. Обзор подходов к построению систем аварийного спасения и эвакуации экипажей // Ракетно-космическое приборостроение и информационные системы. – 2014. – Т. 1, вып. 3. – С. 21–28.
- [2] Афанасьев И., Воронцов Д. Шанс на спасение // Вокруг света. – 2009. – № 7.
- [3] Голованов М.В. Аварийные ситуации при эксплуатации ракетно-космической техники, 2013.
- [4] Ежов В.С. Система аварийного спасения экипажа пилотируемых ракет-носителей семейства «Союз» для стартового комплекса в Гвианском космическом центре // Вестник МГТУ им. Н.Э. Баумана. Серия «Машиностроение». – 2012.
- [5] Максимов Г. Новый шаг советской космонавтики. «Энергия»–«Буран» // Крылья Родины. – 1989. – № 1.
- [6] Милкус А. Негромкая дата: Из «Бурана» космонавты спасались, съезжая на попе // Комсомольская правда, 15.11.2008.
- [7] Ярополов В.И. Учебник по дисциплине «Основы обеспечения безопасности экипажей пилотируемых космических аппаратов (изд. второе, перераб. и доп.)». – Звездный городок: ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А.Гагарина», 2017. – 364 с.
- [8] On the way to Mars. A.A. Kuritsyn, S.K. Krikalev, B.I. Kruichkov. Science In Russia, Russian Academy of Sciences, 2014, 1, Nauka Publishers.

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

E-mail: info@gctc.ru

Yaropolov Vladimir Ilyich – Doctor of Technical Sciences, Professor, Honoured Worker of Science of the Russian Federation, Fellow (Academician) of the Russian Tsiolkovsky Academy of Cosmonautics, Fellow (Academician) of International Informatization Academy, chief researcher, FSBO “Gagarin R&T CTC”

E-mail: V.Yaropolov@gctc.ru

Improvement of the Regulatory and Methodological Basis for Assessing the Physical Fitness of Cosmonauts for Flights to the International Space Station. V.G. Nazin

Abstract. The paper gives basic results of the development of the new standards for physical training of cosmonauts and the new methods of assessing their physical fitness for flights to the International Space Station.

Keywords: cosmonauts, standards of physical training, professionally significant physical quality, physical fitness.

REFERENCES

- [1] Методика комплексной оценки физической подготовленности космонавта к полету, НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина, 2006. – 20 с.
- [2] Назин В.Г. Уровни физической подготовленности космонавтов различных категорий на различных этапах подготовки к полету // Пилотируемые полеты в космос. – № 1(3). – 2012. – С. 107–113.
- [3] Назин В.Г. Изменение физических возможностей космонавтов с возрастом // Пилотируемые полеты в космос. – № 2(19). – 2016. – С. 105–112.
- [4] Максименко А.М. Теория и методы физической культуры. – М.: «Физическая культура», 2005.
- [5] Нормативы физической подготовки космонавтов, НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина, 2015. – 4 с.
- [6] Методика комплексной оценки физической подготовленности космонавта к полету, НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина, 2015. – 20 с.
- [7] Медико-биологические риски, связанные с выполнением дальних космических полетов / Уйба В.В., Ушаков И.Б., Сапецкий А.О. // Медицина экстремальных ситуаций. – № 1(59). – 2017. – С. 43–64

Nazin Vladimir Georgievich – Candidate of Technical Sciences, Professor of Academy of Military Science, senior researcher, FSBO “Gagarin R&T CTC”

E-mail: V.Nazin@gctc.ru

Application of Multi-Agent Methods and the Experience of a Cosmonaut-Operator for Intelligent Interfaces. I.V. Prokopyev

Abstract. The paper deals with the development of new approaches to the creation of human-machine interfaces on the basis of multi-agent methods, methods of synthesis of control systems. Also, it contains the approaches to the algorithms of training and to the creation of digital profiles of operators by which it is possible to execute the task of synthesizing a control system by using as a basis not the quality criteria of the control system, but the experience of a human operator.

Keywords: ergatic control system, artificial intelligence, agent, strategy, interface.

REFERENCES

- [1] Саттон Р.С., Барто Э.Г. Обучение с подкреплением; [пер. с англ.]. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2011. – 400 с.
- [2] Рыбина Г.В., Паронджанов С.С. Технология построения динамических интеллектуальных систем: Уч. пособие. – М.: Изд-во НИЯУ МИФИ, 2011. – 240 с.
- [3] Осипов Г.С. Методы искусственного интеллекта. – М.: Физматлит, 2011. – 296 с.
- [4] Shani G., Brafman R.I., Shimony S.E. Model-Based Online Learning of POMDPs. Proc. Europ. Conf. on Machine Learning, 2005, P. 353–364.
- [5] Gray, Wayne D.; Chris R. Sims; Wai-Tat Fu; Michael J. Schoelles. The Soft Constraints Hypothesis: A Rational Analysis Approach to Resource Allocation for Interactive Behavior // Psychological Review. – 2006. – Т. 113, No.3. – P. 461–482.
- [6] Fu, Wai-Tat; John R. Anderson From Recurrent Choice to Skill Learning: A Reinforcement-Learning Model // Journal of Experimental Psychology: General. – 2006. – Т. 135, No. 2. – P. 184–206.
- [7] Koza J.R., Genetic Programming: On the Programming of Computers by Means of Natural Selection. Cambridge, Massachusetts, London, MA: MIT Press. 1992, 819 pp.
- [8] O’Neil, M. Automatic Programming in an Arbitrary Language: Evolving Programs in Grammatical Evolution: PhD Thesis. University of Limerick, 2001. – 163 pp.
- [9] Zelinka I: Analytic Programming by Means of Soma Algorithm. Mendel 02 In: Proc. 8th International Conference on Soft Computing Mendel’02, Brno, Czech Republic. 2002, P. 93.
- [10] Diveev A.I. and Sofronova E.A. Application of Network Operator Method for Synthesis of Optimal and Parameters of Automatic Control System Proceedings of 17-th IFAC World Congress, (Seoul, 2008, 05.07.

–12.07.2008). – P. 6106–6113.

- [11] Прокопьев И.В. Синтез живучих робототехнических систем управления. Научный Вестник МГТУ ГА. – Т. 19, № 5. – 2016. – P. 88–97.

Prokopyev Igor Vitalievich – Doctor of Technical Sciences, senior researcher, division of nonlinear analysis and security problems, Federal Research Center “Computer Sciences and Control” of RAS (FRC CS&C of RAS)

E-mail:

UDC 62.50-519.6

Method of Synthesis of the Control System of Descending a Cosmic Vehicle to the Moon Surface. A.I. Diveev, I.V. Prokopyev

Abstract. The paper considers the task of synthesizing the robust control system that is insensitive to the uncertainty of the mathematical model of an object. To tackle the task, the numerical method of a network operator which allows finding the structure and parameters of a multidimensional function that describes the dependence of control on the coordinates of state space is used. For ensuring the robustness properties, the quality functional of an initial problem is replaced by the sum of values of functional for the set of mathematical models of control objects got due to the uncertainty of the initial model. Conditions for changing the correct substitution of the quality functional are formulated and substantiated. The method of network operator is described, and an example of synthesizing the robust control system of descending a space vehicle on the Moon surface is given.

Keywords: robust control system, network operator method, genetic algorithm.

REFERENCES

- [1] Харитонов В.Л. Устойчивость вложенных семейств полиномов // Автомат. и телемеханика. – 1995. – № 11. – С. 169–178.
- [2] Дивеев А.И. Метод сетевого оператора. – М.: ВЦ РАН, 2010. – 178 с.
- [3] Дивеев А.И. Численный метод сетевого оператора для синтеза системы управления с неопределенными начальными значениями// Известия РАН Теория и системы управления. – 2012. – № 2. – С. 63–78.
- [4] Дивеев А.И., Северцев Н.А., Прокопьев И.В. Синтез системы управления беспилотного аппарата, обладающей запасом живучести, методом сетевого оператора // Нелинейный мир. – 2014. – Т. 12. – № 7. – С. 38–41.
- [5] Koza J.R. Genetic Programming: On the Programming of Computers by Means of Natural Selection. Cambridge, Massachusetts, London, MA: MIT Press, 1992, 819 p.
- [6] O’Neill M. Automatic Programming in an Arbitrary Language: Evolving Programs in Grammatical Evolution: PhD thesis. University of Limerick, 2001 – 163 p.
- [7] Zelinka I. Analytic Programming by Means of Soma Algorithm // Mendel ’02 In: Proc. 8th International Conference on Soft Computing Mendel’02, Brno, Czech Republic, 2002, 93–101.

Diveev Askhat Ibragimovich – Doctor of Technical Sciences, Professor, department of nonlinear analysis and security problems, Federal Research Center “Computer Sciences and Control” of RAS (FRC CS&C of RAS)

E-mail: fvi2014@list.ru

Prokopyev Igor Vitalievich – Doctor of Technical Sciences, senior researcher, department of nonlinear analysis and security problems, Federal Research Center “Computer Sciences and Control” of RAS (FRC CS&C of RAS)

E-mail:

UDC 629.78.048

Experience of the Creation and Development of Life Support Systems for Crews of Manned Spacecraft. B.I. Kryuchkov, V.M. Usov

Abstract. The technological development of human life support systems (LSSs) for the extreme conditions under water, on the ground, in the stratosphere, and in space covers a period of about four hundred years. The continuous evolution of LSSs accounts for by continuous development of theoretical and practical knowledge. The highest progress was observed in the 20th century owing to the rapid

development in such branches as the submarine fleet, military and civil aviation, and human flights in the stratosphere and to space. The successes in the field of supporting a human life under each of extreme conditions were taken into account when searching for new opportunities in allied areas. This paper considers the main stages of the creation and development of LSSs for manned spacecraft taking into account the succession and borrowing of technologies, especially from the aircraft sphere. The development of life support systems, based on different principles (consumable components-based systems, regenerative systems, biotechnological systems), is owed to a synthesis of engineering thought and scientific research. There is an attempt to estimate the contribution of domestic and foreign scientists and practitioners to the creation of LSSs.

Keywords: life support systems, human body protection technology, regeneration, physic-chemical systems, bio-technical systems, manned space flights, spacesuits, pressurized modules, experimental base.

REFERENCES

- [1] Рожнов В.Ф. Космические системы жизнеобеспечения. Учеб. пособие. – М.: Изд-во МАИ-ПРИНТ, 2009. – 344 с., ил.
- [2] Космонавтика 21 века / Под ред. акад. Б.Е. Чертока. – М.: Изд-во «РТСофт», 2010. – 864 с.
- [3] Концепции, направления и перспективы развития мировой пилотируемой космонавтики / Крючков Б.И., Курицын А.А., Ярополов В.И. – Звездный городок, НИИ ЦПК, 2013. – 257 с.
- [4] Афанасьев И.Б., Батурина Ю.М., Белозерский А.Г. и др. Мировая пилотируемая космонавтика. История. Техника. Люди. Под ред. Ю.М. Батурина. – М.: «РТСофт», 2005. – 732 с.
- [5] Морозов Г.И. Проектирование биотехнических систем жизнеобеспечения космонавтов. – М.: МАИ-ПРИНТ, 2010. – 188 с.
- [6] Скафандры и системы для работы в открытом космосе/ Абрамов И.П., Северин Г.И., Стоклицкий А.Ю. и др. – М.: Машиностроение, 1984. – 256 с.
- [7] Серебряков В.Н. Основы проектирования СЖО экипажа космических летательных аппаратов. – М.: Машиностроение, 1983. – 160 с.
- [8] Морозов И.В. К заоблачным глубинам. История высотных полетов. – Долгопрудный: Изд. Дом «Интеллект», 2015. – 240 с.
- [9] Дятчин Н.И. История развития техники. – Ростов-на-Дону: Изд. «Феникс», 2001. – 320 с.
- [10] Космические скафандры России / Абрамов И.П., Дудник М.Н., Сверщек В.И. и др. – М., 2005. – 360 с.
- [11] Системы жизнеобеспечения экипажей летательных аппаратов / Малоземов В.В., Рожнов В.Ф., Правецкий В.Н. – М.: Машиностроение, 1986. – 584 с.
- [12] Шибанов Г.П. Обитаемость космоса и безопасность пребывания в нем человека. – М.: Машиностроение, 2007. – 544 с.
- [13] Адамович Б.А., Горшенин В.А. Жизнь вне Земли. – М.: Издание Межгосударственного финансово-промышленного концерна «Технология–Индустрия», 1997. – 591 с.
- [14] Внекорабельная деятельность космонавтов / Юзов Н.И., Крючков Б.И., Шувалов В.А. – Звездный городок: Издание РГНИИЦПК, 1998. – 375 с.
- [15] Воронин Г.И., Поливода А.И. Жизнеобеспечение экипажей космических кораблей. – М.: Машиностроение, 1967.
- [16] История развития отечественной пилотируемой космонавтики. Под ред. Бармина И.В. – М.: ООО «Издательский дом «Столичная энциклопедия», 2015. – 752 с.
- [17] Werner Buedeler. Geschichte der Raumfahrt. Sigloch Buchbinderei, Kunzelsau. ISBN: 3-89393-194-5, 2001. -506 s.
- [18] Wolfgang Engelhardt. Enzyklopadie Raumfahrt. Verlag Harri Deutsch, Frankfurt am Main. ISBN: 3-8171-1401-X, 2001. – 693 s.
- [19] Чэнчжи Ли. Развитие китайских космических технологий / Под ред. Бао Хан Ихуа, Ю.М. Батурина и др. – СПб.: Нестор–История, 2013. – 236 с.
- [20] Высотное оборудование самолетов / Быков А.Т., Егоров М.С., Тарасов П.В. – М.: Государственное изд-во оборонной промышленности, 1958. – 392 с.
- [21] Перспективы развития регенерационного водоснабжения пилотируемых космических станций / Бобе Л.С., Кочетков А.А., Андрейчук П.О. и др. // Пилотируемые полеты в космос. – 2014. – № 2 (11). – С. 51–60.
- [22] Ярополов В.И. Внутренний объем обитаемого пространства ПКК, необходимый для выполнения полета определенной длительности // Пилотируемые полеты в космос. – 2012. – № 1 (3). – С. 85–96.
- [23] Прошкин В.Ю., Курмазенко Э.А. Электрохимические системы регенерации среды обитания для экипажа космической станции: анализ и оптимизация общей массы // Пилотируемые полеты в космос. – 2015. – № 1 (14). – С. 77–91.
- [24] Космическая биология и медицина. Т. I–V (совместное российско-американское издание). – М.: Изд-во «Наука», 1994–1997.
- [25] Энциклопедический словарь. – 7-е издание Т-ва Братьев Гранат. – М., 1912.
- [26] На пути к Марсу / Крикалёв С.К., Крючков Б.И., Курицын А.А. // Наука в России. – № 1 (199). – 2014. – С. 11–18.
- [27] Войтов Д.В. Подводные обитаемые аппараты. – М.: ООО «Изд. АСТ», 2002. – 303 с.
- [28] Платонов К.К. Человек в полете. – М.: Воениздат, 1957. – 285 с.

- [29] Прогноз развития систем жизнеобеспечения в XXI веке / Крючков Б.И., Бобе Л.С., Синяк Ю.Е., Андрейчук П.О. // Материалы IX Международной научно-практической конференции «Пилотируемые полеты в космос», НИИ ЦПК им. Ю.А. Гагарина, 2009. – 171 с.
- [30] Исторический опыт использования передовых технологических решений в области создания космических систем жизнеобеспечения / Крючков Б.И., Усов В.М. / Тезисы докладов. 8-й Международный Аэрокосмический конгресс IAC,15. – М., 2015. – С. 375.
- [31] Hermann Oberth. Die Rakete zu den Planetenraumen. – Nurnberg.; Uni-Verlag Feucht, 1984. – 92 s.
- [32] История отечественной космической медицины / Под ред. Ушакова И.Б., Бедненко В.С., Лапаева Э.В. – М.: Воронеж, 2001. – 320 с.
- [33] Крючков Б.И. Хуго Юнкерс // Аэрокосмический курьер. – 2003. – № 2. – С. 94–96.
- [34] В.И. Яздовский. На тропах Вселенной. – М.: Слово, 1996. – 288 с.
- [35] А.И. Скуг, С. Бертье, У.Оливье. Европейский космический скафандр // Acta Astronautica, 1991, 23, с. 207–216.
- [36] Maxim A. Fadet, Walter W. Guy. Space Shuttle Life Support Systems A Status Report. XXXII Congress of IAF, 1981, Italy, Sept. 6–12, 44 pp.
- [37] Р. Дж. Грэнт. Авиация. 100 лет. – М.: ООО Изд-во «Росмэн-Пресс», 2004. – 440 с.
- [38] Д. Спарроу. История космических полетов. Люди, события, триумфы, катастрофы. – М.: ЗАО «БММ», 2010. – 320 с.
- [39] Mike Flynn. Hindenburg und Die Grose Zeit Der Luftschiffe. – Wien.: «Print Company Verlagsgesellschaft mbH», 1999. – 96 s.
- [40] <http://www.npp-zvezda.ru>
- [41] <http://npo-nauka.ru>
- [42] <http://www.npomash.ru>
- [43] <http://www.khrunichev.ru>
- [44] <http://voenchast.ru/vch15650.html>
- [45] <http://iairas.ru>
- [46] <http://www.npomolniya.ru>
- [47] <http://www.niichimmash.ru>

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 629.7

Cosmonauts – Graduates from the Air Force’s Special Schools.

M.N. Burdaev

Abstract. The paper briefly describes the history of establishing the special secondary schools of Air Force, narrates about their graduates who were selected as cosmonaut candidates during two first recruitments.

Keywords: special schools, graduates, cosmonauts.

REFERENCES

- [1] Егулов Н.Д., Пупков К.А. и др. Спецшколы Военно-воздушных сил: люди, годы, жизнь. Малоизвестные страницы истории авиации глазами выпускников спецшкол ВВС: летчиков истребительной и бомбардировочной авиации, летчиков-испытателей, летчиков-космонавтов, офицеров ПВО и ПРО, сотрудников внешней разведки. – М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана, 2004. – 417 с.
- [2] Толмачев Е.П. Организовать авиационные спецшколы...по типу артиллерийских // Молодежный военно-исторический журнал, специальный выпуск. – № 1. – 2006.
- [3] Крылья нашей юности: Воспоминания выпускников специальных средних школ ВВС. – М.: Рус. панорама, 2006. – 736 с.
- [4] <http://www.vlad.aif.ru/society/details/63545>. Выпускник ивановской спецшколы ВВС Авиард Фастовец испытывал секретные космические аппараты. Газета «Аргументы и Факты» – № 15, 11/04/2012

Burdayev Mikhail Nikolaevich – Doctor of Technical Sciences, Professor, chief researcher, FSBO “Gagarin R&T CTC”.

E-mail: M.Burdayev@gctc.ru