

федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение  
высшего образования  
«Кемеровский государственный медицинский университет»  
Министерства здравоохранения Российской Федерации



## **МАТЕРИАЛЫ**

VI Международной научно-практической конференции

**«ЧЕРЕЗ ТЕРНИИ К ЗВЕЗДАМ:**

**ОСВОЕНИЕ КОСМОСА»,**

посвященной 60-летию первого выхода А. А. Леонова в  
открытый космос и 70-летию Кемеровского  
государственного медицинского университета

**7-12 апреля 2025 года**

**КЕМЕРОВО 2025**

УДК 629.78(082)

ББК 39.6д я43

Ч-463

**Рецензенты:** доктор политических наук, профессор С. В. Бирюков;  
доктор исторических наук, доцент С. П. Звягин

**Редакционная коллегия выпуска:**

д.м.н. С. Л. Кан (председатель); д.м.н., доцент Т. В. Пьянзова (заместитель председателя); д.м.н., доцент Д. Ю. Кувшинов (заместитель председателя); к.ист.н., доцент В. В. Шиллер; к.филол.н., доцент Л. В. Гукина; асс. И. Е. Самарский.

**Через тернии к звездам : освоение космоса:** материалы VI Международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию первого выхода А. А. Леонова в открытый космос и 70-летию юбилею Кемеровского государственного медицинского университета (Кемерово, 7-12 апреля 2025 г.) / отв. ред. В. В. Шиллер, Д. Ю. Кувшинов – Кемерово: КемГМУ, 2025. – 143 с.

Сборник содержит материалы докладов ученых и студентов по актуальным проблемам космической медицины, истории отечественной космонавтики, философскому осмыслению проблем освоения космоса.

ISBN 978-5-8151-0370-2

©Кемеровский государственный  
медицинский университет, 2025  
©Авторы, 2025

## **Содержание**

Абашина К. А.	
<b>Влияние микрогравитации на состав и свойства крови.....</b>	<b>5</b>
Абдулаева К. Г., Гребенщикова А. К.	
<b>Космическая медицина и ее трансляция в общую клиническую практику.....</b>	<b>9</b>
Аскарова Р. И.	
<b>Как космос может влиять на медицину.....</b>	<b>16</b>
Безрукова Р. С.	
<b>Телемедицина в космосе: причины возникновения, современное состояние и перспективы .....</b>	<b>20</b>
Береснева А. С., Кузьминых Д. Д.	
<b>Влияние космической радиации на нервную систему.....</b>	<b>26</b>
Валиуллина Е. В.	
<b>Из истории космической эргономики.....</b>	<b>32</b>
Гукина Л. В.	
<b>Звездные мотивы в поэзии Александра Блока.....</b>	<b>36</b>
Демиденко К. А.	
<b>Космические врата в произведениях Сергея Лукьяненко .....</b>	<b>42</b>
Деревская Е. И., Брюхачев А. Н.	
<b>Различия в постполетной реабилитации космонавтов в Америке и в России .....</b>	<b>46</b>
Журавлева Ю. Е.	
<b>Философские взгляды К. Э. Циолковского.....</b>	<b>49</b>
Исайкина Л. И.	
<b>Проблемы репродуктивной системы женщин в космосе.....</b>	<b>52</b>
Козлова В. Е.	
<b>Лечебно-физическая культура космонавтов после полета: физиологические аспекты и методы реабилитации в России .....</b>	<b>61</b>
Колмагорова Е. М.	
<b>Вдохновленные звёздами: книги о космосе и его исследованиях в фондах государственной научной библиотеки Кузбасса им. В. Д. Федорова.....</b>	<b>70</b>
Кричевский С. В.	
<b>От выхода А. А. Леонова в космос к полету «Союз — Аполлон» и к проекту экспедиции на Марс: история и перспективы международного сотрудничества .....</b>	<b>75</b>
Лосева В. П., Котова Н. И.	
<b>Особенности водоподготовки на Международной космической станции.....</b>	<b>85</b>
Медведева А. М.	
<b>Биопечать в космосе.....</b>	<b>89</b>

Михайлова В. А.

**Адаптация сердечно-сосудистой системы к условиям космоса и роль физических тренировок в этом процессе.....** 97

Назаренко А. А., Алибоев Х. А.

**Гендерные особенности вестибулярного аппарата у студентов-медиков.....** 101

Олийнык Е. И.

**Физическая активность космонавтов на МКС.....** 104

Попова П. М., Красильникова Е. С.

**Космологические представления И. Канта.....** 107

Самарский И. Е.

**Проекты советских истребителей-ракетопланов 1940-х годов....** 109

Самарский И. Е.

**Роберт Людвигович Бартини – жизнь и достижения советского авиаконструктора.....** 112

Серый А. И.

**Из истории исследований солнечной системы за пределами главного пояса астероидов.....** 115

Умиджон кызы. М., Брюхачев. А. Н.

**Физическая подготовка космонавтов.....** 120

Чернова В. И., Брюхачев А. Н.

**Адаптация организма космонавтов к условиям невесомости: изменения в костно-мышечной, сердечно-сосудистой и других системах.....** 123

Чикмакова А. С., Погосян А. А.

**Оказание стоматологической помощи космонавтам.....** 126

Шадракова А. П., Харлампенков Е. И.

**Физиология космонавтов: причины изменений вкусовых ощущений.....** 130

Шелехов В. Г., Кувшинов Д. Ю., Рахыжанова С. О.

**Радиационный фактор при длительных космических полетах – проблема и пути решения.....** 133

Щербакова Е. А., Николаева Е. В.

**Применение опыта космической медицины в экстремальных ситуациях на Земле.....** 139

АБАШИНА К. А.

## **ВЛИЯНИЕ МИКРОГРАВИТАЦИИ НА СОСТАВ И СВОЙСТВА КРОВИ**

*Кафедра нормальной физиологии имени профессора Н. А. Барбараш  
Кемеровского государственного медицинского университета, г. Кемерово*  
Научный руководитель – д-р мед. наук Д. Ю. Кувшинов

**Аннотация.** При длительном пребывании в космосе наблюдаются значительные изменения в составе крови, включая вариации в количестве красных и белых кровяных клеток, тромбоцитов, а также изменения в уровнях электролитов и белков плазмы. Эти изменения могут быть обусловлены как нарушениями в гемодинамике, так и адаптивными реакциями организма на микрогравитацию.

**Ключевые слова:** микрогравитация, кровь, гемодинамика, циркуляция крови, тромбообразование, гемостаз, иммунный ответ, объем крови.

ABASHINA K. A.

## **INFLUENCE OF MICROGRAVITY ON THE COMPOSITION AND PROPERTIES OF BLOOD**

*Professor N. A. Barbarash Department of Normal Physiology  
Kemerovo State Medical University, Kemerovo*  
Supervisor – MD, DSc in Medicine D.Y. Kuvshinov

**Abstract.** During prolonged stays in space, significant changes in blood composition are observed, including variations in the number of red and white blood cells, platelets, and changes in the levels of electrolytes and plasma proteins. These changes may be due to both hemodynamic disturbances and adaptive responses to microgravity.

**Keywords:** microgravity, blood, hemodynamics, blood circulation, thrombus formation, hemostasis, immune response, blood volume.

С каждым новым временем, когда человечество продвигается в исследовании космоса, ученые сталкиваются с рядом уникальных вызовов и вопросов, возникающих в результате длительного пребывания человека в условиях космического полета.

Когда человек находится на орбите или в условиях микрогравитации, организм может изменять свои физиологические функции вплоть до патологических процессов. Одной из самых заметных изменений является перераспределение жидкостей в теле. В земных условиях гравитация заставляет кровь и другие жидкости стекать вниз, однако в космосе эта гравитационная сила отсутствует, что приводит к перераспределению крови и жидкости в организме.

**Цель исследования:** выявление особенностей системы крови при микрогравитации.

### **Материалы и методы**

Анализ литературных источников по базам данных: PubMed, eLibrary.Ru, КиберЛенинка. Ключевыми словами для поиска были «система крови», «космос», «микрогравитация», «функции крови», «элементы крови», «гемостаз». Было проанализировано 23 источника, из них критерием включения и исключения было отобрано 11 научных статей.

### **Результаты и их обсуждение**

Движение жидкости в организме подчиняется законам гравитации. Различные механизмы в микрогравитации приводят к гиповолемии [8]. Снижение объема крови в космосе обусловлено несколькими факторами: отрицательным балансом, возникающим из-за уменьшенного потребления жидкости и меньшего снижения диуреза; быстрым перемещением жидкости из сосудистого русла в интерстициальное пространство, что происходит под воздействием низкого трансмурального давления, вызванного уменьшением сжатия тканей гравитационными силами, особенно в области грудной клетки; перемещением жидкости из сосудов в мышечное интерстициальное пространство из-за менее выраженного мышечного тонуса, необходимого для поддержания положения тела. Потеря эритроцитов также приводит к снижению объема крови. Снижение диуреза во время космического полета можно объяснить повышенной задержкой жидкости, обусловленной симпатической активацией с учетом стресса в начале полета, а также изменениями, вызванными уменьшением массы эритроцитов и активацией, происходящей после быстрого снижения объема крови. В условиях микрогравитации может нарушаться связь между осмолярностью плазмы и выделением вазопрессина.

Микрогравитация существенно влияет на дифференциацию макрофагов. В условиях микрогравитации происходит снижение количества моноцитов, превращающихся в макрофаги [8]. РНК-секвенирование макрофагов, дифференцированных в космосе и на Земле, показало подавление пяти основных сигнальных путей, связанных с пролиферацией и дифференциацией клеток, что указывает на негативное влияние микрогравитации на эти процессы. Количество макрофагов значительно снижается в условиях микрогравитации, что свидетельствует о том, что процесс дифференциации из моноцитов в макрофаги также значительно зависит от микрогравитации. Концентрация глицина, метионина, фенилаланина, аргинина, треонина, цистеина и ВСАА в составе макрофагов человека увеличились после воздействия космического полета [9].

Дендритные клетки (ДК) являются важным компонентом врожденной иммунной системы и являются самыми мощными антигенпрезентирующими клетками в организме [2]. Дифференциация

гемопоэтических стволовых клеток в ДК у астронавтов, которые совершили космическое путешествие в течение 10 дней, была значительно нарушена, что привело к уменьшению количества ДК.

Количество гранулоцитов увеличивается во время параболического полета, со значительным увеличением количества нейтрофилов и значительным уменьшением количества базофилов и эозинофилов [4]. Параболический полет вызывает увеличение количества лейкоцитов и значительно увеличивает процент нейтрофилов. Увеличение количества нейтрофилов может быть связано с высвобождением большего количества нейтрофилов из костного мозга. В-лимфоциты дифференцируются из плюрипотентных стволовых клеток костного мозга. В периферической крови В-клетки составляют приблизительно 10–15% от общего числа лимфоцитов и являются единственными иммунными клетками в организме, которые могут вырабатывать антитела, таким образом становясь важным компонентом гуморального иммунитета. В-клетки имеют на своей поверхности рецепторы распознавания антигенов, которые могут распознавать конформационно-определяющие кластеры растворимых белковых молекул антигенов, которые позволяют В-клеткам активироваться, пролиферировать и дифференцироваться в плазматические клетки, которые могут синтезировать и секретировать различные иммуноглобулины. Среда микрогравитации влияет на гуморальный иммунный ответ с точки зрения количества иммунных клеток. Количество В-клеток в селезенке уменьшено на 41% после космического полета, таким образом демонстрируя, что среда микрогравитации отрицательно повлияла на количество В-лимфоцитов.

Эритроциты в условиях микрогравитации подвержены увеличению их объема, снижению уровня гемоглобина [11]. Эти изменения могут привести к состоянию, известному как «анемия космических полетов», где сниженное количество эритроцитов приводит к недостатку кислорода в тканях. Уровень эритропоэтина также изменяется в условиях микрогравитации. Это изменение может быть связано с перераспределением крови в организме, что, в свою очередь, может снизить потребность в образовании новых эритроцитов.

В условиях микрогравитации может увеличиваться выраженность тромбообразовательных процессов [6], что связано с нарушением механических условий, влияющих на тромбоциты и эндотелиальные клетки. В отсутствие силы тяжести снижаются механические нагрузки на сосуды, что может влиять на функции сосудистых клеток и привести к выработке проактивных факторов, способствующих тромбообразованию. К тому же, факторы стресса и изменения в организме, такие как повышенный уровень кортикостероидов и другие метаболические изменения, также могут влиять на процесс гемостаза и тромбообразование.

Микрогравитация воздействует на клетки различными способами, в том числе через механические и биохимические сигналы. В условиях невесомости снижается механическое напряжение, которое обычно влияет на клеточные процессы, регулирующие рост и жизненный цикл клеток. Это может привести к нарушению нормальной клеточной регуляции.

При изменении условий гравитации происходит активация клеточных путей, отвечающих за программируемую смерть, в том числе через каспазные пути [10]. Микрогравитация может влиять на уровень стресса внутри клеток, включая оксидативный стресс, который также мог бы служить катализатором для апоптоза. В условиях микрогравитации изменяется метаболизм клеток и их взаимодействие с окружающей средой, что также может приводить к повышенной гибели клеток.

В условиях микрогравитации может уменьшаться содержание мочевины в крови [5], что связано изменениями в метаболизме жидкости и электролитов в условиях низкой гравитации.

Цинк в сыворотке повышается во время полета и возвращается к низким уровням после возвращения на Землю. Уровень калия в целом ниже, с более резким снижением среди астронавтов по возвращении на Землю. Железо в сыворотке крови снижается после возвращения на Землю, но наблюдается повышение относительного уровня железа во время полета у некоторых астронавтов, что может быть связано с нецитотоксичностью [7].

У всех астронавтов после полета уровень сывороточного альбумина был ниже, чем до полета [1]. Концентрации С-реактивного белка в сыворотке значительно повышается на ранних этапах, но со временем может произойти стабилизация или даже снижение С-реактивного белка. Концентрации гомоцистеина, триглицеридов и фибриногена не различались во время или после космического полета.

Воздействие микрогравитации вызывает изменения в напряжении сдвига жидкости, вызванные сдвигами жидкости, а также вызывает воспалительные состояния и уменьшение объема плазмы.

### **Выводы**

В условиях микрогравитации снижается объем жидкости; происходит снижение количества моноцитов, превращающихся в макрофаги; уменьшается количество дендритных клеток; количество гранулоцитов увеличивается во время параболического полета, со значительным увеличением количества нейтрофилов и значительным уменьшением количества базофилов и эозинофилов; происходит увеличение количества лейкоцитов и нейтрофилов; эритроциты подвержены увеличению их объема, снижению уровня гемоглобина; может увеличиваться выраженность тромбообразовательных процессов; уменьшается содержание мочевины в крови; цинк в сыворотке повышается, уровень калия и железа понижается; уровень сывороточного



альбумина ниже, чем до полета; концентрация С-реактивного белка в сыворотке значительно повышается.

### **Литература / References**

1. Григорьев А. И., Потапов А. Н. Космическая физиология // Вестник Российского фонда фундаментальных исследований. 2017. № S1. С. 21-38.
2. Козинец Г. И., Высоцкий В. В. Кровь и биокосмический аспект человека // Гематология и трансфузиология. 2012. Т. 57, № 3. С. 40-46.
3. Рыжова М. К. Изменение показателей системы крови в космосе // Через тернии к звездам: освоение космоса: материалы науч. конф., Кемерово, 12–13 апр. 2021 г. Кемерово: КемГМУ, 2021. С. 171-174.
4. Fundamental Biological Features of Spaceflight: Advancing the Field to Enable Deep-Space Exploration / E. Afshinnekoo, R. T. Scott, M. J. MacKay [et al.] // Cell. 2020. Vol. 183, № 5. P. 1162-1184.
5. Urea and Minerals Monitoring in Space Missions by Spot Samples of Saliva and Urine / G. Bilancio, P. Cavallo, C. Lombardi [et al.] // Aerosp. Med. Hum Perform. 2019. Vol. 90, № 1. P. 43-47.
6. Blood clotting in space / L. De Marco, R. Perris, M. R. Cozzi, M. Mazzucato // J. Biol. Regul. Homeost Agents. 2004. Vol. 18, № 2. P. 187-192.
7. Impacts of microgravity on amino acid metabolism during spaceflight / B. L. Dickerson, R. Sowinski, R. B. Kreider, G. Wu // Exp. Biol. Med. (Maywood). 2023. Vol. 248, № 5. P. 380-393.
8. Diedrich A., Paranjape S. Y., Robertson D. Plasma and blood volume in space // Am. J. Med. Sci. 2007. Vol. 334, № 1. P. 80-85.
9. Changes in the astronaut serum proteome during prolonged spaceflight / Y. Kimura, Y. Nakai, Y. Ino [et al.] // Proteomics. 2024. Vol. 24, № 10. P. 322-328.
10. Mano T. Autonomic neural functions in space // Curr Pharm. Biotechnol. 2005. Vol. 6, № 4. P. 319-324.
11. Smith S. M. Red blood cell and iron metabolism during space flight. // Nutrition. 2002. Vol. 18, № 10. P. 864-6.

**АБДУЛАЕВА К. Г., ГРЕБЕНЩИКОВА А. К.**

### **КОСМИЧЕСКАЯ МЕДИЦИНА И ЕЕ ТРАНСЛЯЦИЯ В ОБЩУЮ КЛИНИЧЕСКУЮ ПРАКТИКУ**

*Кафедра нормальной физиологии имени профессора Н. А. Барбараш  
Кемеровского государственного медицинского университета, г. Кемерово*

Научные руководители – д-р мед. наук Д. Ю. Кувшинов,  
канд. мед. наук Н. П. Тарасенко

**Аннотация.** Длительное пребывание в изоляции на МКС, микрогравитация и радиация, негативно влияет на психическое здоровье космонавтов, вызывая стресс, одиночество и потребность в

психологической поддержке, что требует эффективной подготовки и методологии медико-психологического изучения и тренировок. Космическая медицина изучает здоровье астронавтов в условиях космоса, фокусируясь на физиологических изменениях, психологических аспектах и медицинском обеспечении. Космос стал площадкой для разработки технологий, которые нашли применение на Земле. Главная особенность медицинского контроля состояния здоровья космонавта в полёте – удалённость обследуемого от врача, такой способ называется телемедицина. Медицина в космосе и спорт высших достижений развиваются параллельно, стремясь повысить эффективность подготовки спортсменов и предотвратить их истощение. Обе области исследуют требования к условиям деятельности человека и разрабатывают методы для поддержания здоровья.

**Ключевые слова:** МКС, телемедицина, космическая станция, космическая медицина, костюм «Регент», виброплатформа, экзоскелет.

ABDULAEVA K. G., GREBENSHCHIKOVA A. K.  
**SPACE MEDICINE AND ITS TRANSLATION INTO THE GENERAL  
CLINICAL PRACTICE**

*Professor N. A. Barbarash Department of Normal Physiology*

*Kemerovo State Medical University, Kemerovo*

Supervisors – MD, DSc in Medicine D. Y. Kuvshinov,

MD, PhD in Medicine N. P. Tarasenko

**Abstract.** Prolonged isolation on the ISS, microgravity and radiation negatively affect the mental health of astronauts, causing stress, anxiety and the need for psychological support, which requires effective training and methodology of medical and psychological research and training. Space medicine studies the health of astronauts in space, focusing on physiological changes, psychological aspects, and medical care. Space has become a platform for the development of technologies that have found applications on Earth. The main feature of medical monitoring of an astronaut's health status in flight is the distance of the examinee from the doctor, this method is called telemedicine. Medicine in space and high-performance sports are developing in parallel, aiming to increase the effectiveness of athletes' training and prevent their exhaustion. Both fields investigate the requirements for human activity conditions and develop methods for maintaining health.

**Keywords:** ISS, telemedicine, space station, space medicine, Regent suit, vibration platform, exoskeleton.

Космическая медицина – быстро развивающаяся междисциплинарная область науки, которая изучает влияние космической среды на здоровье человека. Исследование физиологических и психологических аспектов

жизни человека в условиях микрогравитации стало одной из ключевых задач космических программ. Научные исследования в области космической медицины направлены на разработку методов профилактики и лечения заболеваний, возникающих в условиях космического полета. Это включает в себя создание программ физической активности, оптимизацию питания и мониторинг состояния здоровья астронавтов. Также важным аспектом является разработка медицинских протоколов для оказания первой помощи и лечения заболеваний в условиях ограниченного доступа к медицинским ресурсам. Космическая медицина охватывает широкий спектр вопросов, включая физиологические изменения, происходящие в организме астронавтов, такие как атрофия мышц и потеря костной массы, а также изменения в работе сердечно-сосудистой системы и метаболизме. Психологические аспекты, такие как стресс, изоляция и взаимодействие в замкнутом коллективе, играют значительную роль в обеспечении здоровья и благополучия космонавтов.

### **Подготовка космонавтов к полету в космос**

#### *Психологическая подготовка*

Длительное пребывание в изоляции на МКС может оказывать негативное влияние на психическое здоровье космонавтов. У человека в условиях изоляции обостряются ощущения одиночества, стресса и психологического давления, своей отрешенности от остального мира, а иногда наблюдается даже эйфория. У космонавтов есть потребность в психологической поддержке.

В настоящее время сложилась методология медико-психологического изучения и подготовки космонавтов, доказавшая свою эффективность. Она включает в себя: теоретическую подготовку на базе космической психологии; ознакомление космонавтов индивидуальными особенностями личности (эмоциональная, творческая, волевая познавательная характеристика); метод разъяснительной психокоррекции с элементами психотерапии; метод проблемного обучения; обучения навыкам сознательной саморегуляции; метод стендового моделирования; натурные тренировки и испытания [1].

#### *Физическая подготовка*

Кандидатам нужно продемонстрировать выносливость, силу, скорость, ловкость и координацию:

1. Бег 1 км - 3 мин. 30 с или бег на лыжах 5 км - 24 мин. 30 с.
2. Плавание 800 м вольным стилем - 20 мин. 10 с или брассом – 22 мин. 30 с.
3. Подтягивание на перекладине - 12 раз.
4. Угол в упоре на брусьях - 20 с
5. Челночный бег 10х10 м - 26,3 с.
6. Прыжок в длину с места - 2,30 м.

7. Прыжки на батуте с поворотом на 90, 180 и 360 градусов (высота прыжков не менее 60 см) - оценивается техника выполнения прыжков по 10-балльной шкале.

8. Прыжок - спад в воду головой вниз с трамплина высотой 3 м - оценивается техника выполнения прыжка по 10-балльной шкале.

9. Наклон вперед - вниз из положения стоя на скамейке (оценивается достигнутое кончиками пальцев рук расстояние ниже верхнего края скамейки) - 16 см.

10. Нырание в длину - 20 м.

11. Ручная велоэргометрия на тренажерном макете бортового велотренажера (оценивается время выполнения упражнения) - 3 мин.

После успешного выполнения всех физических нормативов и прохождения государственных экзаменов кандидат становится космонавтом-испытателем. В общей системе подготовки космонавтов – медико-биологические тренировки: на бегущей дорожке и качелях Хилова, в кресле Барани, баро-, термо- и сурдокамерах, на вибростенде и центрифуге и др. Большое количество времени отводится физической подготовке, парашютным прыжкам, полетам на самолетах-лабораториях для создания кратковременной невесомости [2].

### **Физическое состояние и здоровье космонавтов в космосе**

Микрогравитация и радиация, изоляция и стресс – все это отрицательно сказывается на организме. В отсутствие гравитации нарушается работа вестибулярного аппарата, кровь хуже циркулирует по сосудам, а пища тяжелее продвигается по кишечнику. Сбои вестибулярного аппарата вызывают болезнь движения («морскую болезнь»). Костные и мышечные ткани, лишённые нормальных нагрузок, быстро деградируют. Перераспределение жидкости в теле приводит к росту внутричерепного давления, вызывая деформацию хрусталиков и нарушения зрения. Длительное ограничение мышечной активности может привести к нарушениям в работе сердечно-сосудистой и дыхательной систем, а также оказать негативное воздействие на иммунитет. Именно поэтому специалистами уделяется большое внимание разработке системы активной и пассивной профилактики [3].

Чтобы уменьшить воздействие микрогравитации, астронавты на борту МКС используют строгий режим тренировок на сопротивление, правильное питание и сердечно-сосудистые упражнения, чтобы задействовать мышцы, кости и другие соединительные ткани, составляющие их опорно-двигательную систему. Исследователи изучают, как опорно-двигательная система воспринимает физические нагрузки в условиях микрогравитации. Этой цели служит эксперимент по физиологии человека ARED Kinematics, проводимый при поддержке Итальянского космического агентства (ASI) и ЕКА. Эта система призвана количественно оценить крутящий момент в суставах, мышечные усилия и нагрузки на

кости, возникающие во время физических упражнений в условиях микрогравитации, а также адаптации в работе, которые могут происходить с течением времени.

За каждый месяц пребывания в космосе плотность костей космонавтов снижается примерно на 1%, а мышцы атрофируются из-за резко сниженных нагрузок. На Земле эти симптомы связаны с процессом старения, малоподвижным образом жизни и дегенеративными заболеваниями. Это имеет серьёзные последствия для здоровья, поскольку полёты в дальний космос требуют, чтобы космонавты в течение нескольких месяцев находились в условиях микрогравитации, а по прибытии на планету они должны будут проводить операции на поверхности. Медицинская наука продолжает изучать фундаментальные механизмы и факторы, способствующие развитию атрофии мышц. Большая часть этих исследований направлена на определение правильного сочетания диеты, физических упражнений и лекарств для поддержания здоровья участников космического полета, а также для помощи в переходе после их возвращения на Землю [4].

#### **От космической телеметрии к земной телемедицине**

В октябре 1964 года в космос на космическом корабле «Восход» впервые отправился врач – Борис Егоров. Это была первая в мире космическая лаборатория. Протестировать телемедицинские технологии удалось в 1965-м, когда Алексей Леонов вышел в открытый космос. Он был связан со специальным кабелем, по которому передавалась вся информация о состоянии его здоровья. Сегодня в земной телемедицине врач и пациент связываются с помощью Интернета. При этом врач должен оценить состояние здоровья и реакции физиологических систем космонавта, а в случае заболевания – поставить диагноз и назначить лечение. Развитие космической медицины считается основой разработки эффективных дистанционных методов контроля основных систем организма – телемедицины. Космическим медикам удалось отработать технологии применения телемедицины в интересах практического здравоохранения и успешно апробировать на базе медицинских учреждений регионов страны. Создана методологическая база для создания системы телемедицинских услуг в Российской Федерации, заложены основы её правового обеспечения. В России создана система подготовки медицинских кадров по телемедицине. В настоящее время телемедицинские технологии находят всё большее применение в различных областях здравоохранения, зарекомендовали себя в качестве востребованного инструмента обеспечения консультаций населения и клинических учреждений во время пандемии COVID-19 [5].

#### **Как космические технологии применяются на Земле**

*Космические технологии в клинической медицине*

Космос стал главным фронтом, на котором испытываются силы человечества, новейшие идеи, решения и технологии. Многие из них впоследствии находят применение и на Земле. Эргономичные подушки и матрасы наполнены пеной с памятью формы, которая была разработана для ложементов космонавтов, а беспроводные пылесосы являются потомками устройств DustBuster, когда-то созданных для уборки на космических кораблях и станциях. МРТ и компьютерная томография были бы невозможны без алгоритмов обработки изображений, которые были разработаны для анализа снимков поверхности Луны. Аппараты для диализа почек; инфракрасные градусники; электрическая стимуляция мышц для их восстановления; некоторые лекарственные препараты – все это было впервые апробировано на орбите [6].

Во многих изменениях в организме в условиях космического полёта задействованы те же механизмы, которые приводят к развитию различных заболеваний у пациентов на Земле. А значит, средства профилактики, разработанные для предотвращения негативного влияния факторов космического полёта, могут применяться в терапии и профилактике подобных заболеваний в клинической медицине.

Рекомендации по профилактике гипокинезии могут широко применяться на Земле для лиц, вынужденно сокративших двигательную активность. Во время режима самоизоляции в Москве в условиях пандемии COVID-19 представлены рекомендации по предотвращению воздействия пребывания в ограниченном пространстве на состояние опорно-двигательного аппарата человека [7].

На основе средств и методов профилактики негативного воздействия факторов космического полёта на опорно-двигательный аппарат был разработан способ лечения больных с патологическими неврологическими нарушениями мышечного тонуса и регуляции при заболеваниях центральной системы, вестибулярного и опорно-двигательного аппарата с использованием специализированного костюма аксиального нагружения «Регент» (аналога космического профилактического костюма «Пингвин»).

*Миостимуляция(электростимуляция).* Низкочастотная электростимуляция (миостимуляция) пришла со станций «Мир» и МКС, и нашла широкое применение в травматологии и ортопедии, в реабилитации, неврологии. У космонавтов используется общая миостимуляция – профилактический метод, направленный на то, чтобы мышцы человека поддерживались в тонусе, находясь в невесомости. ИМБП разработал методику использования низкочастотной электромиостимуляции для помощи пациентам с хронической сердечной недостаточностью (с развившейся миопатией) [8].

*Экзоскелет.* Изначально экзоскелет разрабатывался как реабилитационное устройство для космонавтов, вернувшихся на Землю после долгих полётов. При использовании экзоскелета укрепляются

мышцы, восстанавливается движение в суставах нижних конечностей. Пациент чувствует себя впоследствии увереннее, повышается мобильность и способность к самообслуживанию. Ряд пациентов после травм позвоночника или операций по эндопротезированию учатся заново ходить, доводя утраченные навыки до полноценной работоспособности.

*Антигравитационная дорожка* – технология, которая лежит в основе работы, изначально была создана для занятий фитнесом на МКС во время продолжительных полётов в космос.

*Виброплатформа*. Это нейромышечный стимулятор, и технология берёт начало в исследованиях советского ученого Владимира Назарова, который на основе циклических колебаний разработал методику по подготовке космонавтов к длительному пребыванию на космической станции. Это позволило советским космонавтам находиться на орбите до 420 дней [9].

*Космическая медицина и спортивная медицина.*

Параллельно с космической медициной шло интенсивное развитие спорта высших достижений. Спортивными медиками двигало стремление сделать подготовку спортсмена более результативной и уберечь его от истощения. Как космическая, так и спортивная медицина должны определить требования к условиям деятельности человека; оценить присущие ему достоинства и ограничения, с которыми необходимо считаться; сформировать прогностические оценки; разработать, испытать и внедрить методы и средства, поддерживающие оптимальные условия жизнедеятельности, обеспечивающие медицинский контроль, профилактику возможных отклонений в состоянии здоровья, диагностику и лечение заболеваний, сохранение здоровья, хорошего самочувствия и работоспособности.

В плане использования опыта космической медицины, ее достижений можно выделить несколько направлений, по которым идут целенаправленные поиски:

- расширение и углубление знаний о здоровье человека;
- использование аппаратуры и методов исследований, применяемых на космических аппаратах, в практике здравоохранения, т.е. адаптация средств, методов, оборудования и приборов, для решения проблем спортивной медицины;
- внедрение космических технологий в практику спортивной медицины [7].

### **Выводы**

Космическая медицина представляет собой не только область научных исследований, но и практическую дисциплину, необходимую для успешного освоения космоса. Также она играет ключевую роль в поддержании здоровья астронавтов, учитывая уникальные условия, с которыми они сталкиваются в космосе. Взаимодействие между

космической медициной и другими областями знаний способствует не только успешному выполнению космической миссии, но и улучшению качества жизни на Земле.

### **Литература / References**

1. Помыткина Т. Е., Слижевская Т. А., Шукевич Е. Д. Медико-психологическая подготовка космонавтов // Через тернии к звездам: освоение космоса: материалы междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию со дня рожд. Ю. А. Гагарина, А. А. Леонова и Б. В. Воынова, 11-12 апр. Кемерово, 2024. С. 197-202.
2. Аникина В. П. Космическая медицина: история становления новой отрасли знания (конец 50-х – начало 60-х гг. XX в) // Управление движением и навигация летательных аппаратов : сб. тр. XIII Всерос. науч.-техн. семинара по управлению движением и навигации летател. аппаратов (Самара, 13-15 июня 2007 г.). Самара, 2007. Ч. 2. С. 155-160.
3. Фишман Р. Космическая медицина на орбите и на Земле [Электронный ресурс]. URL: <https://kiozk.ru/article/kosmiceskaa-medicina-na-orbite-i-na-zemle> (дата обращения 10.04.2025)
4. Голованов В. Как космонавты поддерживают работоспособность тела с минимальным количеством оборудования [Электронный ресурс]. URL: <https://habr.com/ru/articles/778660/> (дата обращения 10.04.2025).
5. Казакова П. Медицина с орбиты: как космические технологии применяются на Земле [Электронный ресурс]. URL: <https://наука.pf/journal/meditsina-s-orbity-kak-kosmicheskie-tekhnologii-primenyayutsya-na-zemle/> (дата обращения 10.04.2025).
6. Космическая медицина на орбите и на Земле [Электронный ресурс]. 2022. URL : <https://www.valentapharm.com/news/1444/?ysclid=m98e5ofgm> (дата обращения 10.04.2025).
7. Орлов О. И., Куссмауль А. Р., Белаковский М. С. Роль космической медицины в здравоохранении на Земле // ВКС. 2020. № 2 (103). С. 26-38.
8. Бурская С., Белецкая О., Шумилова М. Электромиостимуляция как часть реабилитационного процесса // Врач. 2018. № 10. 84-87.
9. Китчигина О. Д., Иванова А. Ю. Космические технологии в спортивной медицине [Электронный ресурс]. <https://infopedia.su/15x11a3a.html?ysclid=m8vvp3vycl231706597> (дата обращения: 11.04.2025).

АСКАРОВА Р. И.

### **КАК КОСМОС МОЖЕТ ВЛИЯТЬ НА МЕДИЦИНУ**

*Ургенчский филиал. Ташкентская медицинская академия. Узбекистан*



**Аннотация.** Профессиональной задачей врача космической медицины является отбор претендентов для космических полетов, обеспечение тренировок космонавтов, послеполетная реабилитация, сбор, анализ и систематизация медицинских знаний при осуществлении полетов в космос.

**Ключевые слова:** космос, медицина, заболевание, болезнь, космическая медицина, космический полет.

ASKAROVA R. I.  
**HOW SPACE CAN INFLUENCE MEDIC**  
*Urgench branch. Tashkent Medical Academy. Uzbekistan*

**Abstract:** The professional task of a space medicine doctor is to select candidates for space flights, provide training for astronauts, post-flight rehabilitation, collect, analyze and systematize medical knowledge during space flights.

**Keywords:** space, medicine, doctor, for astronauts, space flights.

Особенно много технологий вернулось на Землю из области космической медицины [1]. Это, например, аппараты для диализа почек, инфракрасные градусники, измеряющие температуру через ухо, электрическая стимуляция мышц для их восстановления, даже некоторые препараты – все это было впервые апробировано на орбите. С тех пор как мы покорили высочайшие вершины планеты и освоились у ее ледяных полюсов, космос стал главным фронтом, на котором испытываются силы человечества, новейшие идеи, решения и технологии. Многие из них впоследствии находят применение и на Земле [2]. Эргономичные подушки и матрасы наполнены пеной с памятью формы, которая была разработана для ложементов космонавтов, а беспроводные пылесосы являются потомками устройств Dust Buster, когда-то созданных для уборки на космических кораблях и станциях. Даже магнитная резонанс техника и компьютерная томография были бы невозможны без хитрых алгоритмов обработки изображений, которые были написаны для анализа снимков поверхности Луны. Но особенно много технологий вернулось на Землю из области космической медицины [3]. Аппараты для диализа почек; инфракрасные градусники, измеряющие температуру через ухо; электрическая стимуляция мышц для их восстановления; даже некоторые препараты – все это было впервые апробировано на орбите. Человеческое тело и психика эволюционировали многие миллионы лет, все лучше приспособляясь к условиям жизни на Земле. Но к условиям космического пространства их не готовил никто. Микрогравитация и радиация, изоляция и стресс – все это губительно сказывается на организме. В отсутствие привычного притяжения нарушается работа

вестибулярного аппарата, кровь хуже циркулирует по сосудам, а пища тяжелее продвигается по кишечнику. Техника, непрерывно работающая на космической станции, создает постоянный шум, который тоже отнюдь не облегчает жизнь на борту. Без нормальной гравитации даже слезы толком не льются из глаз. Неудивительно, что с организмом космонавта, отстоявшего орбитальную вахту, могут происходить разительные перемены, в том числе негативно влияющие на работоспособность мозга и концентрацию.

Сбои вестибулярного аппарата вызывают сильную морскую болезнь, которая мучает многих в первые дни на орбите. Но настоящие проблемы начинаются дальше, когда костные и мышечные ткани, лишенные нормальных нагрузок, быстро деградируют. Перераспределение жидкости в теле приводит к росту внутричерепного давления, вызывая деформацию хрусталиков и нарушения зрения. Все эти эффекты были известны давно. По личным обстоятельствам тот оставил карьеру астронавта и успел побывать на орбите лишь один раз и недолго. Таким образом, у медиков имелось два генетически идентичных однояйцевых близнеца, выросших в одной семье и прошедших одинаковую подготовку. С той разницей, что один собрался целый год проработать на МКС, а другой остался на Земле. Оставалось выяснить, в чем эта разница. За время полета Скотт набрал в 24 раза большую дозу радиации, что вызвало появление в его ДНК нескольких новых мутаций. По-новому заработали многие эпигенетические маркеры – небольшие химические модификации, которые регулируют активность генов. Изменился состав кишечной микрофлоры. Масса тела упала, невзирая на специальное питание и ежедневные, кроме воскресений, занятия спортом. Все время полета в крови у астронавта отмечалось повышенное количество цитокинов и жирных кислот, служащих маркерами воспаления. Из-за перераспределения жидкостей в теле организм испытывал хроническую дегидратацию. Несмотря на то что воды Скотт получал достаточно, несколько литров ее переместилось от нижних конечностей к голове, вызвав ослабление зрения. Ухудшились и его когнитивные способности: уже после возвращения на Землю Скотт отвечал на те же вопросы тестов, что и до полета, однако показал худшие результаты и по точности, и по времени. Ученые связывают эти изменения в работе мозга со стрессом приземления и сложностями адаптации к гравитации. Причем восстановление происходило довольно медленно; такой «отпечаток космоса» прослеживался у астронавта еще целых полгода. Нельзя сказать, что негативное действие орбитального полета на организм стало сюрпризом для ученых. Специалисты работают над этими проблемами с самого начала космической эры, и на борту МКС имеется аптечка с парой сотен нужных лекарств. Некоторыми препаратами на орбите пользуются регулярно: по данным NASA, каждый астронавт космического агентства принимает за день в среднем по четыре разных

таблетки. Большинство из лекарств, которые принимают космонавты, вполне обычны, и найти такие можно почти в любой аптеке. В укладке, которой пользуются российские космонавты, имеются обезболивающие и противопростудные средства, препараты для повышения и снижения давления, для ускорения свертывания крови – все они доступны и на Земле. Однако некоторые средства изначально создавались для поддержания здоровья и работоспособности космонавтов. Этим уже десятки лет занимаются специалисты московского Института медико-биологических проблем, сотрудниками которого были и остаются некоторые космонавты – например, Сергей Рязанский и Валерий Поляков. Именно институт медико-биологических проблем испытывал на орбите вещества из группы бисфосфонатов, которые оказались полезны в борьбе с деструктивными изменениями костной ткани. Появились и некоторые пищевые добавки, эубиотики, на основе бифидобактерий и лактобактерий. В стенах института также были изобретены некоторые ноотропные препараты, например фонтурацетам более известный как «Фенотропил», способствующие адаптации организма к сложным обстоятельствам и защищающий его от негативных факторов стресса. Напомним, что в основе работы мозга лежит электрохимическая активность нейронов, которые передают сигналы по сложным, изменчивым сетям. От клетки к клетке сигнал передается с помощью нейромедиаторов – малых молекул, которые выделяют белки на мембране одного нейрона и регистрируют рецепторы на мембране другого. Эти процессы крайне энергоемки, и на них расходуется немалая доля ценной глюкозы, которая имеется в организме. Разные ноотропы способны воздействовать на разные аспекты работы нейронов. Одни стимулируют синтез тех или иных нейромедиаторов, другие повышают число или чувствительность рецепторов, воспринимающих эти молекулы. Например, Фенотропил может активировать работу некоторых рецепторов, чувствительных к нейромедиаторам ацетилхолину и глутамату, что может вести к повышению работоспособности и снижению утомляемости.

### **Литература / References**

1. Сигаева Е. А., Леженина С. А., Орехова Е.Р. Медицина – на связи Земли и Космоса // Молодежный инновационный вестник. 2023. Т. 12, № S1. С. 184-186.
2. Вклад ученых Института авиационной и космической медицины в медико-биологическое обеспечение первых полетов в космос / А. Д. Малышев, А. С. Рыбина, М. В. Лизовчук [и др.] // Пилотируемые полеты в космос: материалы XIV междунаро. науч.-практ. конф. / Государственная корпорация по космической деятельности "Роскосмос"; ФГБУ "Научно-исследовательский испытательный центр подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина". Звездный городок, 2021. С. 304-305.

3. Вклад коллектива сотрудников Института авиационной и космической медицины в обеспечение первого полёта человека в космос / А. Д. Малышев, А. С. Рыбина, Т. В. Матюшев [и др.] // Авиационно-космическая медицина, авиационная психология и военная эргономика. Становление, состояние и перспективы развития: сб науч. тр. к 60-лет. первого полёта человека в космос. М., 2021. С. 161-167.

БЕЗРУКОВА Р. С.

**ТЕЛЕМЕДИЦИНА В КОСМОСЕ: ПРИЧИНЫ ВОЗНИКНОВЕНИЯ,  
СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И ПЕРСПЕКТИВЫ**

*Кафедра истории*

*Кемеровского государственного медицинского университета, г. Кемерово*

Научный руководитель – преподаватель С. К. Ильин

**Аннотация.** Работа посвящена исследованию телемедицины в космосе, её причинам возникновения, современному состоянию и перспективам развития. Рассматриваются ключевые технологии дистанционной медицинской помощи, используемые для обеспечения здоровья космонавтов в условиях длительных миссий. Особое внимание уделено влиянию факторов космической среды на организм человека, а также возможностям искусственного интеллекта, роботизированных систем и 3D-биопечати в будущих космических экспедициях. Сделан вывод о значимости телемедицины для повышения автономности медицинского обеспечения космонавтов и её потенциале для использования на Земле.

**Ключевые слова:** телемедицина, космос, здоровье космонавтов, дистанционная диагностика, искусственный интеллект, роботизированная хирургия, 3D-биопечать, медицинские технологии, длительные космические миссии, автономная медицина.

BEZRUKOVA R. S.

**TELEMEDICINE IN SPACE: REASONS FOR EMERGENCE,  
CURRENT STATE, AND PROSPECTS**

*Department of History*

*Kemerovo State Medical University, Kemerovo*

Supervisor – Lecturer S. K. Ilyin

**Abstract.** This paper explores telemedicine in space, its origins, current state, and future prospects. It examines key remote medical assistance technologies used to maintain astronauts' health during long-duration missions. Special attention is given to the impact of space environment factors on the human body, as well as the potential of artificial intelligence, robotic systems, and 3D bioprinting in future space expeditions. The study concludes that

telemedicine plays a crucial role in enhancing the autonomy of medical support for astronauts and has significant potential for applications on Earth.

**Keywords:** telemedicine, space, astronaut health, remote diagnostics, artificial intelligence, robotic surgery, 3D bioprinting, medical technologies, long-duration space missions, autonomous medicine.

Освоение космического пространства связано с рядом медицинских вызовов, которые требуют нестандартных решений. Телемедицина, представляющая собой удаленное оказание медицинской помощи с использованием современных технологий, стала неотъемлемой частью космических программ. Она обеспечивает диагностику, мониторинг здоровья и, в перспективе, лечение космонавтов без необходимости присутствия врача на борту.

Актуальность темы обусловлена увеличением продолжительности космических миссий и подготовкой к межпланетным экспедициям, где автономность медицинской помощи становится критически важной. В данной работе рассматриваются причины возникновения телемедицины в космосе, современные технологии и перспективные направления развития.

### **1. Причины возникновения телемедицины в космосе**

Телемедицина стала необходимостью с первых пилотируемых космических полетов. Главные факторы, обусловившие ее развитие:

#### **1.1. Отсутствие врачей в экипаже**

Космические экипажи состоят из инженеров, летчиков и специалистов в различных областях, но в большинстве случаев не включают профессиональных врачей. Даже если в команде есть человек с медицинским образованием, его знания и возможности ограничены отсутствием медицинского оборудования и условий для полноценной диагностики и лечения.

#### **1.2. Воздействие экстремальных факторов космоса**

Длительное пребывание в космосе связано с рядом медицинских рисков:

- Невесомость вызывает атрофию мышц, остеопению (потерю костной массы), снижение функции сердечно-сосудистой системы и нарушение равновесия.
- Космическая радиация увеличивает риск развития онкологических и неврологических заболеваний.
- Стресс и психологическое давление могут вызывать психосоматические расстройства, депрессию, бессонницу и снижение когнитивных функций.
- Изоляция и ограниченность пространства негативно влияют на психическое состояние и могут привести к конфликтам внутри экипажа.

#### **1.3. Ограниченность медицинских ресурсов**

В отличие от наземных условий, где пациент может быть доставлен в больницу и получить необходимую помощь, в космосе медицинские ресурсы строго ограничены:

- Количество медикаментов и медицинского оборудования на борту ограничено.
- Возможности проведения сложных диагностических процедур (например, МРТ или КТ) отсутствуют.
- Операции невозможны из-за отсутствия стерильных условий и необходимости использовать специализированные хирургические инструменты.

#### 1.4. Рост продолжительности космических миссий

Если в начале освоения космоса полеты длились считанные дни или недели, то современные экспедиции могут длиться месяцы и годы. Например, стандартная миссия на МКС продолжается около 6 месяцев, а полет на Марс займет минимум 2-3 года. В таких условиях становится необходимой система автономного медицинского обслуживания.

### 2. Современное состояние телемедицины в космосе

На сегодняшний день телемедицина включает в себя несколько ключевых направлений, обеспечивающих медицинскую поддержку экипажа в условиях космоса.

#### 2.1. Дистанционный мониторинг здоровья

Дистанционный мониторинг здоровья космонавтов является неотъемлемой частью медицинского обеспечения космических миссий. В условиях отсутствия профессиональных врачей и ограниченного медицинского оборудования на борту крайне важно регулярно отслеживать физиологические показатели экипажа для предотвращения возможных осложнений.

На борту космических кораблей и Международной космической станции (МКС) используются современные биометрические датчики и телемедицинские системы, которые фиксируют широкий спектр параметров организма, включая:

- Сердечный ритм и артериальное давление
- Уровень кислорода в крови (сатурация)
- Температуру тела
- Активность и качество сна

Эти данные собираются в режиме реального времени и передаются на Землю с помощью телеметрических систем связи. Врачи в наземных медицинских центрах анализируют показатели здоровья, отслеживают динамику изменений и дают экипажу рекомендации по коррекции образа жизни, питанию, физическим нагрузкам и медикаментозной поддержке при необходимости.

#### 2.2. Использование телемедицинских консультаций

С развитием технологий появилась возможность проводить видеоконсультации с врачами на Земле. Такие консультации помогают экипажу получить профессиональную медицинскую помощь в реальном времени, хотя при дальних космических полетах возможна задержка связи до 20 минут.

### 2.3. Автоматизированные системы диагностики

Современные разработки позволяют использовать искусственный интеллект для диагностики заболеваний. Программы анализируют симптомы и предлагают возможные диагнозы, основываясь на базе данных медицинских случаев.

### 2.4. Компактное медицинское оборудование

Для космических миссий разрабатываются специальные медицинские приборы, например:

- Портативные ультразвуковые сканеры – позволяют проводить диагностику внутренних органов.
- Анализаторы крови и мочи – обеспечивают экспресс-диагностику.
- Электроэнцефалографы – помогают отслеживать активность мозга.

### 2.5. Подготовка космонавтов к оказанию медицинской помощи

Перед отправкой в космос члены экипажа проходят интенсивные курсы по оказанию первой помощи и выполнению базовых медицинских манипуляций. Это необходимо, поскольку в условиях длительных миссий профессиональная медицинская помощь недоступна, а экстренная эвакуация на Землю невозможна или занимает длительное время.

Программа подготовки включает:

1. Оказание первой помощи – космонавтов обучают действиям при травмах, ожогах, кровотечениях, анафилактическом шоке, аллергических реакциях и других неотложных состояниях.
2. Диагностические навыки – изучение работы с медицинским оборудованием на борту, таким как портативный УЗИ-сканер, тонометр, пульсоксиметр, глюкометр и электроэнцефалограф.
3. Манипуляции в условиях невесомости – космонавты учатся накладывать повязки, делать инъекции, останавливать кровотечения и даже накладывать швы в условиях микрогравитации.
4. Работа с телемедициной – освоение методик дистанционного консультирования с врачами на Земле, использование медицинских баз данных и алгоритмов поддержки принятия решений.
5. Психологическая подготовка – обучение методам саморегуляции, оказанию психологической помощи коллегам и управлению стрессовыми ситуациями.

Обучение проводится под руководством врачей, а также с использованием тренажеров и симуляторов, имитирующих реальные медицинские ситуации. Кроме того, в ходе полета космонавты

периодически проходят освежающие занятия и тренировки по медицинским навыкам.

В перспективе, с развитием долгосрочных космических миссий, подготовка к оказанию медицинской помощи станет еще более углубленной, а экипажи смогут использовать роботизированные и автоматизированные медицинские системы для выполнения сложных процедур.

### **3. Перспективы развития телемедицины в космосе**

Развитие телемедицины является ключевым направлением обеспечения здоровья космонавтов, особенно в условиях увеличения продолжительности космических миссий и планов по освоению Луны и Марса. Современные технологии уже позволяют дистанционно контролировать основные физиологические показатели, консультировать экипаж по вопросам здоровья и даже выполнять простые медицинские процедуры под контролем врачей с Земли. Однако для успешной реализации дальних космических экспедиций необходимы новые решения, направленные на повышение автономности медицинской помощи.

#### **3.1. Искусственный интеллект в диагностике и лечении**

Системы искусственного интеллекта (ИИ) станут важным инструментом в автономной медицинской поддержке экипажа. Они смогут:

- Анализировать физиологические показатели в режиме реального времени и выявлять отклонения от нормы.
- Осуществлять предиктивную аналитику, прогнозируя возможные заболевания и предлагая профилактические меры.
- Консультировать экипаж по оказанию медицинской помощи, используя алгоритмы, разработанные на основе клинических данных.
- Автоматизировать процессы диагностики с помощью встроенных баз данных и нейросетевых моделей, что снизит зависимость от земных специалистов.

#### **3.2. Роботизированные медицинские технологии**

В перспективе возможно создание автономных медицинских модулей, оснащенных роботизированными системами, которые смогут выполнять сложные медицинские манипуляции, такие как:

- Проведение малых хирургических операций с дистанционным управлением врачами на Земле.
- Автоматизированный забор и анализ образцов крови, мочи и других биологических жидкостей.
- Роботизированное выполнение инъекций, введение лекарств и проведение перевязок.

Такие технологии позволят минимизировать влияние человеческого фактора и значительно повысить качество медицинского обслуживания на борту.

#### **3.3. 3D-биопечать и персонализированная медицина**



Один из перспективных направлений – использование 3D-биопечати для создания тканей и органов в условиях микрогравитации. Это может быть полезно для:

- Лечения травм и ожогов путем создания кожных трансплантатов.
- Производства биологически совместимых имплантатов и тканей для регенерации поврежденных органов.
- Экспериментов по исследованию влияния космических условий на клеточные структуры.

Кроме того, развитие персонализированной медицины, основанной на генетическом анализе и адаптированной фармакотерапии, позволит заранее разрабатывать индивидуальные схемы профилактики и лечения для каждого члена экипажа.

#### 3.4. Автономные медицинские системы для дальних миссий

В условиях дальних космических полетов (например, на Марс) задержка связи с Землей может достигать 20 минут, что делает оперативное медицинское консультирование невозможным. В связи с этим разрабатываются автономные системы, которые смогут:

- Самостоятельно ставить диагнозы и назначать лечение.
- Генерировать индивидуальные рекомендации на основе данных о состоянии здоровья и медицинской истории.
- Поддерживать экипаж в стрессовых и чрезвычайных ситуациях, обеспечивая психологическую помощь.

#### 3.5. Влияние космических технологий на медицину на Земле

Развитие телемедицины в космосе будет способствовать улучшению медицинских технологий на Земле. Например:

- Методы дистанционного мониторинга пациентов, разработанные для космоса, могут применяться в труднодоступных районах планеты.
- Роботизированные хирургические комплексы, протестированные в невесомости, смогут повысить точность операций в земных клиниках.
- Искусственный интеллект, созданный для поддержки здоровья космонавтов, поможет в ранней диагностике заболеваний у обычных пациентов.

Перспективы развития телемедицины в космосе связаны с автономностью, интеграцией искусственного интеллекта, роботизированными системами и инновационными методами диагностики и лечения. Эти технологии не только обеспечат безопасность и здоровье экипажей в дальних миссиях, но и окажут значительное влияние на развитие медицины на Земле. В дальнейшем внедрение таких систем позволит сделать космические полеты более безопасными и откроет новые возможности для освоения дальнего космоса.

#### **Выводы**

Телемедицина в космосе играет ключевую роль в обеспечении безопасности космонавтов и повышении автономности дальних миссий.

Современные технологии уже позволяют проводить дистанционный мониторинг здоровья, диагностику и лечение на борту космических кораблей. В будущем развитие ИИ, робототехники и биотехнологий откроет новые возможности для оказания медицинской помощи в условиях космоса, а наработки, полученные в этой области, найдут применение и на Земле, особенно в удаленных и труднодоступных регионах.

### **Литература / References**

1. Боровков А. И., Сидоров М. В. Телемедицина: современные технологии и перспективы развития. М.: Наука, 2020. 320 с.
2. Григорьев А. И., Шлыков В. В. Космическая медицина: физиологические аспекты. СПб.: СпецЛит, 2019. 256 с.
3. Лебедев А. П., Смирнов Н. В. Медицинское обеспечение космических полетов. М.: Медицинская книга, 2021. 384 с.
4. Российская академия наук. Телемедицина в космосе: вызовы и решения // Вестник Российской академии наук. 2023. Т. 93, № 7. С. 1205-1220.
5. Международная космическая станция: медицинское сопровождение экипажа / под ред. В. И. Баранова. М.: Роскосмос, 2022. 280 с.
6. Роскосмос. Программа медико-биологической поддержки космических миссий [Электронный ресурс]. URL: <https://www.roscosmos.ru/medicine> (дата обращения: 01.04.2025).
7. Космические исследования для телемедицины [Электронный ресурс] // Научная Россия. 2016. URL: <https://scientificrussia.ru/articles/kosmicheskie-issledovaniya-dlya-meditsiny-zemli> (дата обращения: 01.04.2025).
8. Роль космической медицины в здравоохранении Земли [Электронный ресурс] // Вестник экстренной и специализированной медицинской помощи. 2019. № 3. URL: <https://www.vesvks.ru/vks/article/rol-kosmicheskoy-mediciny-v-zdravoohranenii-zemli-16564> (дата обращения: 01.04.2025).
9. NASA. Telemedicine in Space: Current Capabilities and Future Directions [Электронный ресурс] // NASA Technical Reports. 2022. URL: <https://ntrs.nasa.gov> (дата обращения: 01.04.2025).

**БЕРЕСНЕВА А. С., КУЗЬМИНЫХ Д. Д.**

### **ВЛИЯНИЕ КОСМИЧЕСКОЙ РАДИАЦИИ НА НЕРВНУЮ СИСТЕМУ**

*Кафедра нормальной физиологии имени профессора Н. А. Барбараш  
Кемеровского государственного медицинского университета, г. Кемерово*  
Научный руководитель – д-р мед. наук Д. Ю. Кувшинов

**Аннотация.** Данный научный обзор посвящен анализу современных данных о влиянии космической радиации на нервную систему. В обзоре будут рассмотрены как фундаментальные аспекты, касающиеся молекулярных и клеточных механизмов повреждения, так и практические вопросы, связанные с оценкой рисков и разработкой стратегий защиты космонавтов.

**Ключевые слова:** космос, радиация, центральная нервная система.

BERESNEVA A. S., KUZMINYKH D. D.

## THE EFFECT OF COSMIC RADIATION ON THE NERVOUS SYSTEM

*Professor N. A. Barbarash Department of Normal Physiology*

*Kemerovo State Medical University, Kemerovo*

Supervisor – MD, DSc in Medicine D. Y. Kuvshinov

**Abstract.** This scientific review is devoted to the analysis of current data on the effects of cosmic radiation on the nervous system. The review will address both fundamental aspects related to the molecular and cellular mechanisms of damage, as well as practical issues related to risk assessment and the development of protection strategies for astronauts.

**Keywords:** space, radiation, central nervous system.

Выход за пределы атмосферы Земли, магнитосферы и пребывание в условиях микрогравитации могут представлять опасность для здоровья человека. Понимание этого риска необходимо для обеспечения безопасности космических полетов с экипажем.

Особое внимание следует уделить потенциальному воздействию космической радиации на центральную нервную систему (ЦНС). Активная наземная программа исследований, включающая эксперименты на клеточных культурах и моделях животных, позволит количественно оценить риски для ЦНС, связанные с воздействием космической радиации в длительных межпланетных миссиях. Это, в свою очередь, будет способствовать разработке эффективных контрмер для минимизации негативных последствий.

Возможные острые и отсроченные риски для ЦНС, связанные с галактическими космическими лучами (ГКЛ) и солнечными протонными событиями (СПС), являются задокументированной проблемой для освоения человеком Солнечной системы.

В прошлом риски для ЦНС взрослых людей, подвергшихся воздействию низких и средних доз ионизирующего излучения (от 0 до 2 Гр (грей) (Гр = 100 рад)), не были серьёзной проблемой. Однако компонент тяжёлых ионов в космическом излучении представляет собой особую биофизическую угрозу для клеток и тканей по сравнению с физическими угрозами, которые представляют собой земные формы излучения [1].

Эпидемиология человека используется в качестве основы для оценки рисков рака, острого радиационного поражения и катаракты. Однако этот подход не подходит для оценки рисков для ЦНС, связанных с космическим излучением. При дозах выше нескольких Гр у людей, проходящих лечение от рака с помощью радиации (например, гамма-лучей и протонов), происходят пагубные изменения в ЦНС. Типичные дозы облучения составляют 50 Гр, что значительно превышает дозы облучения в космосе, даже если произойдет крупный СПЭ.

Таким образом, из четырех категорий рисков, связанных с воздействием космической радиации (рак, поражение центральной нервной системы (ЦНС), дегенеративные заболевания и острые радиационные синдромы), наиболее достоверная информация о риске поражения ЦНС основывается на экспериментальных данных, полученных в исследованиях на животных. Для глубокого понимания и снижения рисков поражения ЦНС необходима активная исследовательская программа, включающая фундаментальные исследования на клеточных моделях и моделях на животных, а также разработку методов экстраполяции рисков и оценки потенциальных преимуществ контрмер для астронавтов [2].

Несколько экспериментальных исследований, в которых используются пучки тяжелых ионов, имитирующие космическое излучение, предоставляют убедительные доказательства того, что космическое излучение представляет опасность для ЦНС.

1) Воздействие ядер HZE в низких дозах (менее 50 кГр) вызывает нейрокогнитивные нарушения у грызунов, включая изменения в обучении, поведении и оперантных реакциях. Аналогичные дозы гамма-излучения или рентгеновских лучей не приводят к подобным эффектам. Порог снижения работоспособности при воздействии ядер HZE зависит от линейной передачи энергии (ЛПЭ) и возраста животного. Снижение работоспособности наблюдается при дозах, соответствующих уровням облучения, которые могут возникнуть во время космических миссий, таких как полет на Марс (менее 0,5 Гр). Нейрокогнитивные изменения в дофаминергической системе, вызванные воздействием ядер HZE, напоминают процессы старения и, по-видимому, являются специфическими для космического излучения.

2) Воздействие ядер HZE в низких дозах (менее 1 Гр) нарушает нейрогенез у мышей, приводя к значительному дозозависимому снижению количества новых нейронов и олигодендроцитов в субгранулярной зоне (SGZ) зубчатой извилины гиппокампа.

3) После облучения ядерными частицами HZE и протонами в низких дозах в нейронах и клетках-предшественниках возникают активные формы кислорода (АФК), которые могут сохраняться в течение нескольких месяцев. Применение антиоксидантов и противовоспалительных препаратов может снизить выраженность этих изменений.

4) Воздействие ядер HZE и протонов вызывает нейровоспаление в центральной нервной системе (ЦНС). Возрастные генетические изменения также увеличивают чувствительность ЦНС к радиационному воздействию.

Влияние этих результатов на здоровье астронавтов не определено. Одна из моделей долгосрочных эффектов на ткани предполагает, что выраженные эффекты могут проявляться при более низких дозах излучения, но с увеличенным латентным периодом. Важно отметить, что текущие исследования проводились на ограниченном количестве животных (менее 10 особей в каждой группе по уровням облучения), что не позволяет провести достаточный анализ пороговых эффектов при дозах менее 0,5 Гр [4].

В связи с тем, что вопрос о влиянии космического излучения на живые организмы, включая человека, требует дальнейшего изучения, исследования в этой области могут быть ограничены количеством испытуемых.

Кроме того, на данный момент не до конца изучена роль длительного воздействия радиации на организм. Не существует метода, который позволил бы экстраполировать имеющиеся данные о влиянии космического излучения на когнитивные функции, производительность и состояние центральной нервной системы астронавтов.

Однако новые методы в системной биологии предоставляют перспективный инструмент для решения этой задачи.

Говоря более конкретно о методах физической защиты:

Чтобы обезопасить экипаж космического корабля от воздействия космической радиации на нервную систему, используются различные методы. Один из них – это пассивная защита, которая включает в себя использование материалов с высокой плотностью, например, стенок толщиной не менее 3–4 см из лёгких сплавов. Это позволяет снизить риск получения дозовых нагрузок от солнечных космических лучей [5].

Например, эксперимент «Матрёшка-Р» на Международной космической станции (МКС) направлен на исследование методов защиты от космического излучения.

В рамках эксперимента проводятся измерения уровня радиации на поверхности кожи и в различных частях тела человека. Это позволяет установить связь между уровнем радиации на коже и в органах.

Результаты эксперимента позволяют сделать следующие заключения:

В процессе полёта различные органы подвергаются воздействию неодинакового количества радиации. Это зависит от глубины их расположения. По мере удаления от поверхности кожи человека к внутренним органам, уровень радиации снижается.

Также стоит отметить, что по мере удаления от внешней поверхности модулей станции внутрь, уровень радиации уменьшается в несколько раз. В качестве одного из способов защиты от радиации на Международной

космической станции используется «защитная шторка», которая установлена в жилом отсеке.

Это устройство представляет собой конструкцию, внутри которой находятся влажные салфетки. Материалы, из которых изготовлена упаковка и пропитка, содержат молекулы углерода, азота и водорода, которые эффективно поглощают космическое излучение. Эффективность поглощения радиации составляет около 40%.

В рамках эксперимента также тестируется новый материал для защиты от радиации – углеродный композит, изготовленный из композитных полимеров. В будущем его планируется использовать для создания одежды для космонавтов, обивки жилых отсеков на станции и перспективного пилотируемого корабля «Орёл» [3].

Когда мы размышляем о полётах на Марс, то ключевой нерешённой проблемой, по мнению Шкаплерова, остаётся преодоление радиационных поясов. Если не найти способ защитить космонавта от радиации, он просто не сможет выжить. Именно этот эксперимент по тестированию свойств нового материала призван помочь приблизиться к решению этой сложной задачи.

Недавно сотрудники Института медико-биологических проблем обратили внимание на ещё один фактор, который может негативно повлиять на человека во время межпланетных полётов – отсутствие магнитного поля, или гипوماгнетизм. Мы привыкли жить в почти незаметном для нас земном магнитном поле. Оно незначительно меняется от экватора к полюсам или во время магнитных бурь, не более чем на 5–10%. Однако некоторые люди чувствительны даже к таким незначительным колебаниям [5]. В межпланетном же пространстве магнитное поле в 20 – 30 тысяч раз меньше, чем на Земле. А магнитное поле на МКС достигается за счёт наличия ферромагнитных материалов с остаточной намагниченностью, постоянных магнитов внутри двигателей и нескольких витков тока.

Для предотвращения летального и сверхлетального воздействия высоких доз радиации (7–16 Гр) предлагаются биологически активные вещества с радиопротекторными свойствами [6].

Некоторые медикаментозные методы защиты от космической радиации:

1) Применение радиопротектора Б-190 (индралина). Этот препарат снижает острое лучевое поражение костного мозга, кишечника, кожи и семенников.

2) Курсовой приём «Рибоксина». Его принимают каждые восемь часов (через полчаса после приёма радиопротектора Б-190) в течение всего периода солнечного протонного события.

3) Профилактика тошноты и рвоты с помощью препарата «Латран» (ондансетрон). Его рекомендуется принимать, когда кумулятивная доза протонного излучения превышает 0,5 Гр.

4) Применение радиомитигаторов. Эти вещества ускоряют восстановление кроветворной ткани после облучения.

5) Приём природных антиоксидантов, препаратов и пищевых добавок в качестве радиомодуляторов.

6) Полноценное питание с включением растительных продуктов, богатых флавоноидами, витаминами С, Е и каротином, может предотвратить ускоренное старение космонавтов во время длительных полётов.

В качестве перспективного направления рассматривается применение новых терапевтических газов в медицине. Они могут использоваться как химические вещества для защиты от радиации и как биологические молекулы для управления реакцией организма на воздействие [7].

В Институте цитологии и генетики Сибирского отделения Российской академии наук разрабатывают препарат, который будет защищать от кратковременного воздействия гамма-излучения. Это двухцепочечная РНК. Ожидается, что препарат будет иметь более длительный эффект, чем уже существующие на рынке средства [1].

В заключение отметим, что проблема влияния космической радиации на нервную систему остаётся одной из наиболее актуальных и сложных задач современной космической медицины. Успешное решение этой проблемы является необходимым условием для обеспечения безопасности и здоровья космонавтов в будущих длительных межпланетных миссиях и позволит открыть новые горизонты для освоения космического пространства.

### **Литература / References**

1. Озеров И. В., Осипов А. Н. Кинетическая модель репарации двунитевых разрывов ДНК в первичных фибробластах человека при действии редкоионизирующего излучения с различной мощностью дозы // Компьютерные исследования и моделирование. 2015. № 2 (7). С. 159-176.

2. Постановление Правительства Российской Федерации от 14.02.2022 № 168 "Об утверждении Положения о лицензировании космической деятельности и признании утратившими силу некоторых актов и отдельных положений некоторых актов Правительства Российской Федерации" [Электронный ресурс]. 2022. URL: <https://base.garant.ru/403534348/> (дата обращения 18.11.2025)

3. Эксперименты на МКС с Сергеем Кудь-Сверчковым (Эксперимент «Матрёшка-Р») [Электронный ресурс] // Роскосмос. 01.03.2021. URL: <https://www.roscosmos.ru/117/> (дата обращения: 26.03.2025).

4. Radioprotective Agents: Strategies and Translational Advances / M. Z. Kamran, A. Ranjan, N. Kaur [et al.] // Med. Res. Rev. 2016. Vol. 36, № 3. P. 461-493.
5. Human Health and Performance Risks of Space Exploration Missions [Электронный ресурс] / J. C. McPhee, J. B. Charles, edit. URL : <http://large.stanford.edu/courses/2017/ph241/goodwin1/docs/sp-2009-3405.pdf> (дата обращения: 26.03.2025)
6. Bragg-peak proton-beam therapy for arteriovenous malformations of the brain / R. N. Kjellberg, T. Hanamura, K. R. Davis [et al.] // N. Engl. J. Med. 1983. Vol. 309, №5. 269-274.

ВАЛИУЛЛИНА Е. В.

## ИЗ ИСТОРИИ КОСМИЧЕСКОЙ ЭРГОНОМИКИ

*Кафедра клинической психологии*

*Кемеровского государственного медицинского университета, г. Кемерово*

**Аннотация.** В статье дается краткая характеристика космической эргономики, приводятся данные истории становления направления из исследований психофизиологии и инженерной психологии. Представлены современные объекты эргономического проектирования пилотируемых космических аппаратов.

**Ключевые слова:** космос, эргономика, космическая эргономика, проектирование, объекты эргономики.

VALIULLINA E. V.

## FROM THE HISTORY OF SPACE ERGONOMICS

*Department of Clinical Psychology*

*Kemerovo State Medical University, Kemerovo*

**Abstract.** The article provides a brief description of space ergonomics, provides data on the history of the development of the direction from the studies of psychophysiology and engineering psychology. Modern objects of ergonomic design of manned spacecraft are presented.

**Keywords:** space, ergonomics, space ergonomics, design, ergonomic objects.

Большая российская энциклопедия трактует «эргономику» как научную дисциплину, изучающую «взаимодействие человека и используемых им технических средств в системе «человек — машина — среда» с целью оптимизации этой системы» [1]. Исследования в области эргономики включают в себя различные аспекты психологии труда, инженерной психологии, психофизиологии, гигиены труда, антропологии и проч. Одновременно с развитием космонавтики, космической медицины,



космической психологии – начала и активно развивается космическая эргономика.

В современной космонавтике важнейшей задачей остается проблема сохранения здоровья космонавтов и обеспечения комфортных и безопасных условий их жизнедеятельности. Космическая эргономика занимается проблемами оптимизации условий жизни, труда и отдыха космонавтов в полете и проектированием пилотируемых аппаратов. Как научная дисциплина «космическая эргономика» изучает закономерности процессов жизнедеятельности человека в условиях космических полетов. В нашей стране основы космической эргономики были заложены Г. М. Зараковским (профессором, доктором психологических наук, организатором эргономических исследований в России, Лауреатом Госкомобороны РФ) и Л. С. Хачатурьянцем (профессором, ученым-психофизиологом, специалистом в области космической медицины, доктором медицинских наук).

Профессор Г. М. Зараковский в 60-80-х годах XX века возглавил отдел Государственного научно-исследовательского испытательного института авиационной и космической медицины, отдел первым в нашей стране занялся научными исследованиями в области эргономики, выпустил первую монографию по эргономике. Г. М. Зараковский автор операционно-психофизиологического метода оценки загрузки человека-оператора, один из авторов первого отечественного руководства по эргономическому обеспечению эксплуатации военной авиационной техники. Участвовал в разработке принципов психологической поддержки космонавтов в длительных космических полетах, изучал психофизиологические закономерности формирования мотивации достижения космонавтов, снижения расхода физиологических ресурсов в деятельности [2]. «Мотивация достижения – это стремление к улучшению результатов, неудовлетворенность достигнутым, настойчивость в достижении своих целей» [3, с.80]. Г. М. Зараковский считал, что в нашей стране особенностью становления эргономики было «вырастание» ее основ из инженерной психологии, когда при создании сложных технических устройств и условий работы с ними непосредственно учитываются морфологические, психологические, социокультурные и физиологические свойства человека.

Под руководством Л. С. Хачатурьянца в 70-е годы XX века в Институте космической и авиационной медицины эксперименты по изучению профессиональной деятельности космонавтов, исследования особенностей приспособления организма к измененному режиму дня и ночи при длительных космических полетах, эффективной организации труда и отдыха космонавтов. Условия космического полета моделировались при помощи сурдокамеры, «полеты» длились до 90 суток, космонавты выполняли определенные специально разработанные программы,

включающие различные виды операторской деятельности, проходили психофизические и психологические тесты [4].

Г. А. Балашова – первый промышленный дизайнер-эргономист СССР, архитектор космических интерьеров, художник-дизайнер космической символики. Принимала участие почти во всех проектах по разработке космических аппаратов СССР, включая лунный жилой модуль [5].

Г. А. Балашова участвовала в разработке кресел для космонавтов – это была одной из первых ее серьезных работ, решением основной задачи (сделать кресла максимально удобными и функциональными в условиях космоса) занимались ведущие инженеры, после целой серии экспериментов была спроектирована оптимальная форма кресел и выбрана наиболее удобная поза для космонавтов: «полулежа». Через несколько лет Г. А. Балашова уже проектировала интерьеры для бытовых отсеков «Союза», советского и российского многоместного пилотируемого транспортного космического корабля. «Один из ящиков орбитального отсека, левый от входного люка, она превратила в «сервант» – шкаф с оборудованием, пультом и отделениями для бытовых вещей; рядом размещался «туалет» в виде небольшого кресла, а второй ящик, справа от входного люка, выполнял функцию дивана и тоже был заполнен оборудованием» [6].



Рисунок. Галина Андреевна Балашова и ее проекты  
*Источник: фото из открытых источников*

В настоящее время объектами эргономического и/или дизайнерского проектирования космических пилотируемых аппаратов выступают:

- решения в планировке отсеков кораблей, оборудование рабочих мест космонавтов – пультов управления, специальных кресел, инструментария, исследовательского оборудования и т.д.;
- проектирование условий среды обитания – световых, цветовых, звуковых, климатических и т.д.;

- разработка и проектирование специфических для космического интерьера деталей – фиксаторов, поручней, специальных скоб и «притяг» искусственной гравитации;
- проектирование мест хранения, приготовления пищи и оборудования для этого – упаковки для продуктов, столовых приборов, специальной посуды и т.д.;
- моделирование специальной одежды и скафандров, личного снаряжения космонавтов, предметов индивидуального пользования;
- проектирование технических средств для сбора и удаления отходов, мест личной гигиены – санитарных узлов, душевых установок и т.д.;
- создание условий для пассивного и активного отдыха космонавтов – спорт, игры, развлечения;
- проектирование индивидуальных транспортных средств передвижения в открытом космосе и на поверхности планет [7].

В настоящее время Правительством Российской Федерации утвержден комплекс мероприятий, т.н. «Дорожная карта» по развитию инжиниринга и промышленного дизайна по проблемам эргодизайна и эргономики в авиакосмической отрасли [8]. Космический эргодизайн – научный симбиоз эргономики и дизайна, направленный на создание удобных и эстетически качественных объектов для деятельности человека в условиях космоса. Реализация «Дорожной карты» должна обеспечить повышение надежности авиакосмической техники, ее эргономическое оснащение, увеличение эффективности и безопасности выполнения профессиональных задач в условиях космических полетов.

### **Литература / References**

1. Эргономика [Электронный ресурс] // Большая российская энциклопедия. URL: <https://old.bigenc.ru/search?q=эргономика> (дата обращения: 15.01.2025).
2. Меденков А. А. Зараковский Георгий Михайлович (1924-2014) [Электронный ресурс]. URL: <http://www.ergo-org.ru/history-zar.html> (дата обращения: 22.01.2025).
3. Валиуллина Е. В. Эмоциональный интеллект и потребности в саморазвитии в возрасте юности // Научное обозрение. Педагогические науки. 2021. № 1. С. 78-82.
4. Хачатурьянц Л. С., Гримак Л. П., Хрунов Е. В. Экспериментальная психология в космических исследованиях. М.: Наука, 1976. 334 с.
5. Османова Ф. Космический архитектор [Электронный ресурс] // Совершенно секретно. 22.11.2017. URL: <https://www.sovsekretno.ru/articles/istoriya/kosmicheskij-arkhitektor> (дата обращения: 23.01.2025).

6. Жилые отсеки «Союза» и лунный модуль [Электронный ресурс]. 16.04.2020. URL: [https://dzen.ru/a/Xc6ctwj\\_0yEkXC1n](https://dzen.ru/a/Xc6ctwj_0yEkXC1n) (дата обращения: 25.01.2025).

7. Мунипов В. М., Зинченко В. П. Космическая эргономика // В кн.: Эргономика: человекоориентированное проектирование техники, программных средств и среды. М.: Логос, 2001. С. 211-217.

8. Козлова Н. М., Нестерович Т. Б., Миронова Т. В. Космический эргодизайн и эргономика [Электронный ресурс] // Научные чтения памяти К. Э. Циолковского. Калуга, 2025. URL: <https://readings.gmik.ru/lecture/> (дата обращения: 23.01.2025).

ГУКИНА Л. В.

## ЗВЕЗДНЫЕ МОТИВЫ В ПОЭЗИИ АЛЕКСАНДРА БЛОКА

*Кафедра иностранных языков*

*Кемеровского государственного медицинского университета, г. Кемерово*

**Аннотация.** В статье звездная тематика в лирических стихотворениях Александра Блока рассматривается в лингвистическом аспекте. Диалог обозначен как основной прием, организующий поэтическое повествование. Выделены стилистические черты диалога, определены принципы построения пространственной сцены с экспликацией фигуры говорящего/наблюдателя и звездных объектов, описаны лингвистические средства, посредством которых достигается художественный эффект.

**Ключевые слова:** поэзия А. Блока, звезды, диалог, стилистика диалога, пространственная сцена, поэтические образы, сравнения, метафоры.

GUKINA L. V.

## STAR MOTIVES IN THE POETRY OF ALEXANDER BLOK

*Department of Foreign Languages*

*Kemerovo State Medical University, Kemerovo*

**Abstract.** The article examines the star theme in Alexander Blok's lyric poems from a linguistic perspective. Dialogue is designated as a fundamental device that organizes poetic narration. The stylistic features of the dialogue are highlighted, the principles of constructing a spatial scene with an explication of the figure of the speaker/observer and stellar objects are defined, and the linguistic means by which the artistic effect is achieved are described.

**Keywords:** poetry of A. Blok, stars, dialogue, style of dialogue, spatial scene, poetic images, comparisons, metaphors.

В лирических стихотворениях Александр Блок нередко обращается к звездной тематике, используя диалог с космическими светилами как

поэтическое средство для передачи целого спектра мыслей и эмоций. В связи с особенной характеристикой участников диалога, в тексте используются принципы наблюдаемости пространства и построения пространственной сцены с экспликацией фигуры говорящего/наблюдателя и звездных объектов, к которым применяется прием одушевления [3; 5]. При обозначении пространства диалога поэтом используются разнообразные метафоры, сравнения, задействуются разночастеречные единицы со значением формы, цвета, света, движения, чем достигается художественный эффект.

**Цель исследования** – изучить стилистические и лингвистические средства, используемые в стихотворениях Александра Блока при обращении к звездной тематике.

### **Материалы и методы исследования**

Методом исследования послужило изучение поэзии А. Блока с использованием метода сплошной выборки текстов со звездной тематикой, их стилистического и лингвистического анализа.

### **Результаты и их обсуждение**

Обращение к звездной тематике в стихотворениях Александра Блока представлено в стилистике диалога человека с космическими светилами, в котором он всегда занимает инклюзивную позицию, поскольку обращается к ним со своими вопросами и делится чувствами, при этом звезды могут быть инклюзивны в диалог или полностью отстранены (в зависимости от настроения поэта) [8; 7]. Восприятие сцены космического пространства у А. Блока строится по принципу открытости или бесконечности, либо закрытости или камерности (наблюдения из окна) [4; 6]. Представление картины звездного неба у А. Блока преимущественно метафорично, и, в зависимости от настроения поэта, может быть романтическим, позитивным или негативным [1]. В следующем стихотворении передача красоты звезд и радость, которую эта картина вызывает у человека, осуществляется глаголами, обозначающими яркое свечение: *мерцают, блестят, сверкают*. Важен и момент контрастности, ясности и прозрачности небесного пространства:

«О край небес — звезда Омега,  
Весь в искрах, Сириус цветной.  
Над головой — немая Вега  
Из царства сумрака и снега  
Оледенела над землёй.  
Так ты, холодная богиня,  
Над вечно пламенной душой  
Царишь и властвуешь поныне,  
Как ты холодная святыня  
Над вечно пламенной звездой!» (1899 г.) [2].

Картину звездного неба, где среди миллионов планет есть *космическая жизнь* и *движение*, а звездные светила не отстранены, а ведут инклюзивный диалог с человеком (поэтом), представлен в строках Александра Блока:

«Я еду. Звезды смотрят в очи...  
Одна упала... пробудив  
Многообразие неба ночи,  
Угас серебряный извив...» [2].

В колыбельной песне по принципу камерности восприятия пространственной сцены (из окна) поэтом создана красивейшая картина природы и звездного космоса с акцентуацией луны, как объекта более близкого человеку, с которым можно вести тихий диалог:

«Спят луга, спят леса,  
Пала божия роса,  
В небе звездочки горят,  
В речке струйки говорят,  
К нам в окно луна глядит,  
Малым деткам спать велит» [2].

В данном случае звезды далеки, и только луна оказывается включенной в диалог – она совсем рядом и заглядывает в окно ребенка. Луну хорошо видно и поговорить с ней можно. Более того, она сама разговаривает с человеком (*спать велит*). Для А. Блока, как и для русской поэзии в целом, характерно описание звездного неба с выделением отдельных звезд или созвездий, чьи имена хорошо известны и звучат романтично, либо ночное небо рисуется крупными мазками с акцентом на луну, которая формирует не только визуальную картинку, но и транслирует настроение человека. Иногда, однако, у поэта звезды утрачивают свой прекрасный блеск и превращаются в общую космическую черноту, а луна, наоборот, выделяется как сфера счастья:

«Птица вьюги  
Темнокрылой,  
Дай мне два крыла!  
Чтоб с тобою, сердцу милой,  
В серебристом лунном круге  
Вся душа изнемогла!  
Чтоб огонь зимы палящей  
Сжег грозящий  
Дальний крест!  
Чтоб лететь стрелой звенящей  
В пропасть черных звезд!» (1907) [2].

Есть примеры, когда луна, и звезды не радуют поэта и диалога с ними не получается, при этом они одушевляются, оставаясь отстраненными, безучастными и холодными:

«Месяц холодный тебе не ответит,  
Звезд отдаленных достигнуть нет сил...  
Холод могильный везде тебя встретит  
В дальней стране безотрадных светил» (1898) [2].

В стихотворениях А. Блока далекие звезды преимущественно светят и блестят, радуя взгляд, а образы луны визуально и эмоционально противоречивы. Поэт обращается к ней как к одушевленному светилу, наделяет луну характером, улавливает ее настроение, и как будто читает ее мысли. От нее он ожидает большего понимания, укоряя то в безразличии, то в холодности. При построении сцены диалога человека с космическими светилами А. Блок использует многообразные характеристики позиционирования или появления объектов в рамках пространственной сцены: *встает, появляется, выкатывается, закатывается, весит, лежит, покоится, плывет, крадется, блуждает, пробирается*, как в следующих строках:

«Лежат холодные туманы,  
Бледнея, крадется луна.  
Душа задумчивой Светланы  
Мечтой чудесной смущена...» (1901) [2].

Момент обращенности взора луны на человека очень важен (инклюзивный диалог):

«Ночной туман застал меня в дороге.  
Сквозь чашу леса глянул лунный лик» (1899) [2].

В диалоге человека с луной поэт акцентирует ее *душу*, которая метафорически выражается через присущий ей свет. Поскольку доминирующей характеристикой света луны является *холодный*, у А. Блока она и ассоциируется с холодностью:

«Река — девица. Звезды — очи...  
Она, как прежде, хороша...  
Но лунный блеск холодной ночи —  
Ее остывшая душа» (1899) [2].

«Друг, посмотри, как в равнине небесной  
Дымные тучки плывут под луной,  
Видишь, прорезал эфир бестелесный  
Свет ее бледный, бездушный, пустой» (1898) [2].

Несмотря на то, что в данных строках поэт говорит об отсутствии души у луны и ее холодности, в других произведениях обнаруживается его явная близкая душевная связь с луной. Он наделяет ее разными качествами, которые присущи земным человеческим отношениям. С одной стороны – это красота, но лживость:

«Травы спят красивые,  
Полные красы.

В небе — *тайно лживые*  
Лунные красы» (1902) [2].

С другой стороны – это открытость и доверительность:

«Как растет тревога к ночи!

Тихо, холодно, темно.

Совесь мучит, жизнь хлопчет.

На луну взглянуть нет мочи

Сквозь морозное окно» [2].

Для А. Блока луна больше, чем надменное, холодное светило. Строки говорят о диалоге, который поэт, как творческая личность, нередко ведет с лунной. В данном случае поэт избегает диалога, не решается взглянуть на луну, понимая ее отношение к происходящему и ожидая неодобрения.

В следующем стихотворении А. Блока метафоризация многократно усиливается – уходящий в ночь город сравнивается с умирающим человеком, и представлен диалог *грустного* ночного города Петербурга с безымянными звездами, который поэт наблюдает из своего окна. В развернутой метафоре на описание ночного города, в котором участвуют разночастеречные единицы (глагол *угомонился*, наречия *тихо*, *торжественно*), накладывается сравнение с образом человека. Данный прием формирует вид и настроение целого города (*как будто умирает, стоит грустный, расстроенный, с открытым воротом, смотрит на звезды, грусть, тоска*):

«Ночь. Город угомонился.

За большим окном

Тихо и торжественно,

Как будто человек умирает.

Но там стоит просто грустный,

Расстроенный неудачей,

С открытым воротом,

И смотрит на звёзды.

«Звёзды, звёзды,

Расскажите причину грусти!»

И на звёзды смотрит.

«Звёзды, звёзды,

Откуда такая тоска?»

И звёзды рассказывают.

Всё рассказывают звёзды» (1906) [1].

Художественными средствами выстраивается метафорическое пространство диалога «человек–город–звезды», в котором *грусть* и *тоска* поэта переносятся на настроение ночного города, а ответы на все вопросы объединенный образ «город и человек» ищет у небесных светил (*всё рассказывают звёзды*). Печаль, тоска, тревога присутствуют при описании луны в следующих стихах А. Блока. Она воздействует на душу человека и



ассоциируется с жизненной печалью, неизбывной тоской или ощущением тревоги:

«Одиноко плыла по лазури луна,  
Освещая тенистую даль,  
И душа непонятной тревогой полна  
Повлекла за любовью печаль» [2].

При этом у А. Блока обнаруживаются строки, говорящие о том, что луна вызывает у поэта и ощущение счастья:

«Забудь заботы и печали,  
Умчись без цели на коне  
В туман и в луговые дали,  
Навстречу ночи и луне!» [2].

Таким образом, в своих произведениях поэт выстраивает диалог человека с космическими светилами, наделяя их душой и противоречивой эмоциональной колористикой – от отстраненности, холодности, надменности и пустоты до радости, доверительности, дружелюбности, сочувствия и поддержки.

### **Выводы**

В стихотворениях А. Блока нередко присутствует звездная тематика при передаче поэтом своих мыслей и эмоций. Подобное поэтическое повествование организуется в стиле диалога поэта с одушевленными космическими объектами. Художественный эффект от такого стиля повествования достигается особыми приемами построения пространственной сцены, высокой степенью метафоризации образов с привлечением разночастеречных языковых единиц с эмотивными характеристиками и лексики, обозначающей форму, цвет, свет, движение.

### **Литература / References**

1. Барсова А. Тайна поэзии Александра Блока // В кн.: Уральская проза. Екатеринбург: Изд-во, 2023. URL: <https://proza.ru/2023/10/14/1540?ysclid=m6aiypzwkc216322744> (дата обращения 24.01.2025).
2. Блок А. Стихотворения. Поэмы. М.: Дрофа, 2009. 416 с.
3. Гукина Л. В. Наивное восприятие пространства и его отражение в языке художественной прозы и живописи // Вестник общественных и гуманитарных наук. 2021. Т. 2. № 4. С. 88–93.
4. Гукина Л. В. Семантическая классификация английских и русских глаголов со значением «Расположение в пространстве»: дис ... канд. филолог. наук / Гукина Людмила Владимировна. Кемерово, 1997. С. 63-65.
5. Гукина Л. В. Наблюдаемое пространство в языке: глаголы с дейктической семантикой // Вестник общественных и гуманитарных наук. 2022. Т. 3. № 2. С. 58-65.

6. Гукина Л. В. Явление схематизации в языковой репрезентации пространства // Вестник общественных и гуманитарных наук. 2022. Т. 3. № 3. С. 72-79.

7. Калашникова С. Александр Блок: поэзия как опыт преображения [Электронный ресурс] // Prosodia. 2022. URL: <https://prosodia.ru/catalog/poety/aleksandr-blok-poeziya-kak-opyt-preobrazheniya/?yscl=m6aitu6ji5675916099> (дата обращения 25.01.2025).

8. Холопова Л. А. Таинственное назначение поэзии (к 140-летию со дня рождения А. А. Блока) // Национальные приоритеты России. 2020. № 4 (39). С. 72-78.

ДЕМИДЕНКО К. А.

## КОСМИЧЕСКИЕ ВРАТА В ПРОИЗВЕДЕНИЯХ СЕРГЕЯ ЛУКЬЯНЕНКО

*Кафедра иностранных языков*

*Кемеровский государственный медицинский университет, г. Кемерово*

**Аннотация.** Статья посвящена мотиву космических врат в произведениях выдающегося отечественного фантаста Сергея Васильевича Лукьяненко. В работе рассматривается их функциональное и символическое значение во вселенной автора, приводятся иллюстрирующие примеры из произведений, акцентируются идеи писателя, перекликающиеся с произведениями отечественных и зарубежных фантастов.

**Ключевые слова:** космические врата, космос в литературе, научная фантастика, Сергей Лукьяненко.

DEMIDENKO K. A.

## SPACE DOORS IN SERGEY LUKYANENKO'S BOOKS: MOTIVES AND SYMBOLS

*Department of Foreign Languages*

*Kemerovo state medical university, Kemerovo*

**Abstract.** The article is devoted to the analysis of the concept of space gates in the works of Russian science fiction writer Sergey Vasilievich Lukyanenko. The paper considers their functional and symbolic significance in the author's universe, provides illustrative examples from his works, emphasises the writer's ideas which echo the works of domestic and foreign sci-fi writers.

**Keywords:** space gate, space in literature, science fiction, Sergei Lukyanenko.

Писатель-фантаст Сергей Васильевич Лукьяненко приобрел широкую известность в начале двухтысячных годов, в первую очередь как автор серии произведений о Дозорах. Особенно популярен он стал после

выхода фильмов «Ночной дозор» и «Дневной дозор». В этот момент население нашей страны разделилось на два лагеря – тех, кто впервые столкнулся с автором, посмотрев фильмы, и был зачарован происходящим на экране и тех, кто читал книги и понимал, что показанное в фильме не вполне коррелирует ни с вселенной Дозоров, ни с замыслом самого Лукьяненко. Затянувшаяся на десятилетия дискуссия кажется нам малоперспективной, т.к. выводы ее могут быть лишь субъективными, и мы предлагаем рассматривать фильм и книгу как два разных произведения, а фильм считать созданным «по мотивам» книги. Тем не менее, благодаря данным экранизациям автор стал широко известен в нашей стране и за рубежом, что привлекло массовое внимание к его книгам. Неожиданно для неофитов (но не для уже сформировавшегося пула его читателей и почитателей) оказалось, что С.В. Лукьяненко – очень плодотворный писатель-фантаст, создавший не одну вселенную, книги его на протяжении десятилетий захватывают умы читателей, переведены более чем на 15 языков и издаются по всему свету.

В своих произведениях Сергей Лукьяненко говорит с читателем о мире, его устройстве, анализирует поступки и мысли людей, сущность человека вообще и себя самого в частности. Отличительной чертой книг Лукьяненко является то, что его персонажи развиваются, претерпевают качественные изменения, проходя через испытания и, порой, совершая судьбоносные поступки. Часто для того, чтобы до конца понять сущность героя, автор ставит его перед сложным, а порою и опасным выбором, способным повлиять не только на его личную судьбу, но и на судьбу всего человечества.

В начале своей писательской карьеры, Сергей Лукьяненко определил жанр своих произведений как «Фантастику жесткого действия» или «Фантастику Пути». Не удивительно, что во многих его произведениях события разворачиваются в космосе, либо космос является значительной их частью. Одним из наиболее интересных и значимых элементов в мирах Сергея Лукьяненко является мотив дверей и врат и, в частности, космических врат. Они встречаются в таких произведениях как «Спектр» [1], «Звезды холодные игрушки» [2], «Звездная тень» [3], серии книг цикла «Измененные» («Семь дней до Мегиддо» [4], «Три дня Индиго» [5], «Месяц за Рубиконом» [6], «Лето волонтера» [7]) и других. Помимо выполнения основной функций – перехода – врата также имеют символический смысл, придающий произведениям многозначность, глубину и многоплановость.

**Портал.** Ожидаемо, в произведениях С. Лукьяненко звёздные врата используется в качестве портала. При помощи врат перед людьми открывается возможность путешествовать, исследовать и даже завоевывать новые планеты и миры. Данная функция служит удовлетворению извечного любопытства человека, его стремлению к познанию и экспансии.

Помимо перемещения в территориальной, географической плоскости, врата позволяют переход из одной реальности в другую, из жизни в смерть и наоборот, а также могут служить инструментом соединения/разделения миров и людей.

**Путь к знаниям.** Получение и накопление знаний в результате путешествий между мирами/планетами неминуемо и активно используется персонажами произведений как на благо, так и во вред. Однако, вполне закономерно возникает опасность, что не только ты сможешь понять и познать новую реальность, но, в процессе перехода, некие высшие силы, создавшие врата или начавшие их использовать раньше и получившие доступ «администратора», также будут иметь возможность познать тебя.

**Испытание, способ влияния на судьбу.** Часто врата используются автором как инструмент для исследования человека. При их помощи герой ставится перед важным выбором, врата оказываются испытанием для его воли, духа, моральных и общечеловеческих ценностей, а зачастую – и способом влиять на судьбу, как свою собственную, так и судьбу целых рас, а порой и всего мира.

В ряде произведений врата выполняют лишь одну определенную функцию. Так, например, во всех четырех книгах трилогии «Измененные» [4-7], врата служат лишь для переброски солдат-мутантов, созданных на Земле из умирающих детей, на многочисленные воюющие планеты и между их земными «гнездами». В других произведениях нередко оказывается, что с развитием сюжета одна функция перетекает в другую, и объект объединяет в себе сразу несколько функций и символов. В начале повествования, являясь всего лишь средством передвижения, далее врата могут оказаться инструментом, помогающим понять Вселенную, окружающий мир и, что, пожалуй, даже более значимо – героя произведения и самого читателя, экстраполирующего и приключения, и творящиеся с героем чудеса, и стоящий перед ним невероятно сложный и ответственный выбор на самого себя.

Так, в первых главах произведения «Спектр» [1] врата служат просто порталом для космического туризма, доступного большей части жителей земли. Путешественники получают возможность пополнить свои знания об иных формах жизни, расширить кругозор, побывав в других мирах, исследуя новые планеты. Впрочем, эта легкость передвижения оказывается обманчивой, ибо, как и в реальной жизни, в мире Спектра ничего не дается даром. И для того, чтобы пройти вратами, нужно заплатить историей, достойной интереса инопланетных стражей врат – Ключников. У каждого человека есть хотя бы один интересный сюжет – история его жизни, но для того, чтобы перейти в следующий мир или даже просто вернуться назад, нужна как минимум еще одна история, придумать которую способен далеко не каждый. И из обыкновенного способа перемещения (хотя, что может быть обыкновенным в телепортировании с

одной планеты на другую?) космические врата становятся стимулом для глубокого анализа происходящего, развития творческого потенциала, познания себя и окружающего мира.

С другой стороны, в диалогии «Звезды холодные игрушки» [2] и «Звездная тень» [3] космические врата оказываются способом спасти, либо окончательно погубить Землю, человечество. Существует могущественный мир Тени, стать частью которого возможно только если житель планеты получит семя врат и с большим желанием, верой и надеждой бросит его в свою землю. Планета, на которой проросли врата, становится неуязвимой, ее более невозможно уничтожить; человек, прошедший вратами, становится бессмертным и, умерев в одном мире, возрождается в другом. Аналогично нуль Т-порталу в тетралогии Дэна Симонса «Песни Гипериона» [8], человек не просто транспортируется через врата, но и постигается ими. Однако, как и в произведении Стругацких «Пикник на обочине» [9], где Золотой Шар выполняет лишь самое заветное желание, врата исходят из истинных, сокровенных желаний человека, перемещая его в то место, где ему по-настоящему хочется быть. Именно это так пугает людей – страх перед собственными, порой неосознаваемыми желаниями и их исполнением, перед тем, что представление о себе и вся жизненная философия окажутся несоответствующими истинному положению вещей. В итоге, принять крайне сложное решение предстоит именно главному герою, за приключениями и развитием которого мы наблюдали, чью сущность исследовали на протяжении всего произведения. Поставленный перед выбором: гибель Земли от рук высших рас – бывших партнеров землян – или вхождение её в мир Тени, он делает неожиданный и весьма дальновидный выбор.

### **Выводы**

Миры Сергея Лукьяненко многочисленны и разнообразны, привлекательны и пугающи одновременно. Мотив космических врат в его произведениях имеет не только функциональный, научно-фантастический, но и философский смысл, представляя собой метафору выбора. Куда бы не стремился герой, а значит и читатель, с помощью космических врат, ему точно не удастся уйти от самого себя, ответственности за свою и не только судьбу, необходимости расти и совершенствоваться.

### **Литература / References**

1. Лукьяненко С. В. Спектр. М.: АСТ, 2002. 480 с.
2. Лукьяненко С. В. Звёзды – холодные игрушки. М.: АСТ, 1997. 672 с.
3. Лукьяненко С. В. Звёздная тень. М.: АСТ, 1998. 512 с.
4. Лукьяненко С. В. Семь дней до Мегиддо. М.: АСТ, 2021. 352 с.
5. Лукьяненко С. В. Три дня Индиго. М.: АСТ, 2021. 384 с.
6. Лукьяненко С. В. Месяц за Рубиконом. М.: АСТ, 2022. 352 с.

7. Лукьяненко С. В. *Лето волонтера*. М.: АСТ, 2022. 372 с.
8. Симонс Дэн. *Песни Гипериона*. М.: АСТ, 2022. 976 с.
9. Стругацкий А. Н., Стругацкий Б. Н. *Пикник на обочине*. М.: АСТ, 2019. 256 с.

ДЕРЕВСКАЯ Е. И., БРЮХАЧЕВ А. Н.  
**РАЗЛИЧИЯ В ПОСТПОЛЕТНОЙ РЕАБИЛИТАЦИИ  
КОСМОНАВТОВ В АМЕРИКЕ И В РОССИИ**

*Кафедра физической культуры  
Кемеровского государственного медицинского университета. г. Кемерово*

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются ключевые различия в методах и протоколах постполетной реабилитации космонавтов в России и Америке. Исследуются различные технологии и тренировки, применяемые в странах, так, в России акцент делается на физиотерапевтических методах восстановления.

**Ключевые слова:** постполетная реабилитация, космос, физиотерапия, микрогравитация.

DEREVSKAYA E. I., BRYUKHACHEV A. N.  
**DIFFERENCES IN POST-FLIGHT REHABILITATION OF  
COSMONAUTS IN AMERICA AND RUSSIA**

*Department of Physical Culture  
Kemerovo State Medical University, Kemerovo*

**Abstract.** This article examines the key differences in methods and protocols for post-flight rehabilitation of cosmonauts in Russia and America. It examines the different technologies and training used in the countries, with Russia emphasizing physiotherapeutic recovery methods.

**Keywords:** post-flight rehabilitation, space, physiotherapy, microgravity.

Постполетная реабилитация космонавтов является важной частью подготовки и выполнения космических миссий. С увеличением продолжительности полетов в условиях микрогравитации значительно возрастает необходимость в разработке эффективных методов восстановления физического и психоэмоционального состояния астронавтов. В этой связи методологии реабилитации космонавтов, используемые в различных странах, становятся предметом активного изучения и сравнения. Анализ этих различий не только способствует пониманию эффективности различных подходов к реабилитации, но и открывает новые горизонты для международного сотрудничества в области космической медицины.

Целью данной работы является выявление лучших практик и рекомендаций, способствующих улучшению постполетной реабилитации космонавтов, что имеет важное значение для будущих космических миссий и здоровья астронавтов.

Микрогравитация при условиях космического полета оказывает влияние на большую часть систем человеческого организма. Отягощающими факторами в дополнение являются воздействие невесомости, гипокинезии, перегрузки, а также психоэмоциональные нагрузки. Наиболее подверженными специфическим условиям становятся системы опорно-двигательного и нейровестибулярного аппарата [1].

Российские космонавты, основываясь на данные приводимые Роскосмосом, проводят постполетную реабилитацию в несколько этапов, которая подразумевает под собой комплексное восстановление всего организма. Данные мероприятия можно разделить на две части: острый и санаторный период. На первом этапе под контролем тренера-преподавателя проходят ежедневные тренировки, степень нагрузки которых варьируются с учётом адаптационных возможностей организма космонавта, а также сеансы массажа, которые включают в себя одно из следующих направлений: лечебно-гигиеническое, спортивно-восстановительное и спортивно-тренировочное. Данные мероприятия позволяют нормализовать функции опорно-двигательного аппарата после длительного действия микрогравитации и гипокинезии [2].

Санаторный период подразумевает под собой разработку индивидуальной программы по восстановлению космонавта, которая проводится на базе санатория или реабилитационного центра. Одним из таких центров, например, является санаторий им. С.М. Кирова ФГБУ СКФНКЦ ФМБА России в городе Пятигорске. Одной из частей этого этапа является механотерапия, которая проводится на роботизированных комплексах CENTAUR, CON-TREX, что позволяет повысить воздействие на слабые мышечные группы и расслабить спазмированные участки мышц. После условий микрогравитации это помогает вернуть двигательные навыки в повседневную жизнь [3].

Также необходимо отметить, что программа лечебной гимнастики, построенная на изокинетическом баллистическом режиме, где последовательно используют эксцентрическую и концентрический тип сопротивления, позволяет снизить коэффициент утомления, оптимизирует работу мышечно-связочного аппарата, стабилизирует мускулатуру спины и увеличивает координацию автохтонных мышц туловища [3].

Подход космонавтов из США к восстановлению после полетов заключается в использовании тестов на функциональную мобильность - FMT, которые позволяют сравнивать показатели, полученные до и после полёта, для оценки эффективности реабилитации. Американскими исследователями отмечается, что ранние двигательные тренировки,

проводимые на космических станциях и в предполетный период, позволяют ускорить время восстановления после полета в особенности в первые часы после приземления. Кроме этого, одинаковый набор физических упражнений как в условиях микрогравитации, так и на Земле, позволяет ускорить адаптационную перестройку [4].

В США вместо термина «реабилитация» космонавтов используют «переподготовка», так как астронавты не являются пациентами с патологиями, а проходят нормальную физиологическую реабилитацию благодаря нервно-мышечной пластичности в ответ на воздействие условий гравитации в космосе и на Земле. Для ускорения восстановления организма в сочетании с тренировками используют физиотерапию. Отмечено, что после полетов снижается сила разгибателей колена на 16%, однако индивидуально подобранная терапия позволяет восстановить функцию [5].

Можно сделать вывод, что критически важным аспектом космической медицины, который напрямую влияет на восстановление здоровья астронавтов и их готовность к последующим миссиям, является постполетное восстановление. В ходе исследования подходов к постполетному восстановлению в России и США было выявлено, что каждая из этих стран применяет индивидуальные тренировки для улучшения реабилитации, использует комплексный спектр действия на организм после условий микрогравитации. Однако существуют различия между проводимыми программами.

В России акцент сделан на физиотерапевтические методы и комплексные программы, включающие физическую активность, медицинское наблюдение и психологическую поддержку. Российская система реабилитации также учитывает специфику длительных полетов и направлена на быстрое восстановление функций организма после возвращения в условия земной гравитации. В то же время в США основной акцент сделан на активное внедрение физической активности в период полета, что позволяет быстрее адаптироваться к гравитации Земли.

Таким образом, несмотря на различия в методах и подходах, обе страны стремятся к улучшению постполетной реабилитации, что открывает возможности для обмена опытом и совместного развития новых практик. Будущие исследования и сотрудничество между Россией и США в области космической медицины могут привести к созданию более эффективных программ реабилитации, что, в свою очередь, будет способствовать повышению безопасности и эффективности будущих космических миссий.

### **Литература / References**

1. Тер-Акопов Г. Н., Корягина Ю. В. Восстановление опорно-двигательного аппарата космонавтов с применением факторов Пятигорского курорта и современных технологий физиотерапии и



механотерапии // Пилотируемые полеты в космос. 2024. № 1 (50). С. 113-122.

2. О восстановлении космонавта после длительного космического полета [Электронный ресурс] // Роскосмос: [сайт]. 27.04.2023. URL: <https://www.roscosmos.ru/39190/> (дата обращения: 27.03.2025).

3. Технологии медицинской реабилитации опорно-двигательного аппарата и нервной системы космонавтов в санаторно-курортных условиях [Электронный ресурс] / Ю. В. Корягина, С. М. Абуталимова, А. Ш. Абуталимов [и др.] // Современные вопросы биомедицины. 2023. Т. 7. № 2(23). URL: <https://svbskfmiba.ru/arkhiv-nomerov/2023-2/koryagina2023> (дата обращения: 27.03.2025).

4. Locomotor function after long-duration space flight: effects and motor learning during recovery / A. P. Mulavara, A. H. Feiveson, J. Fiedler [et al. ] // Exp. Brain Res. 2010. Vol. 202. № 3. P. 649-59.

5. Stokes M., Evetts S., Hides J. Terrestrial neuro-musculoskeletal rehabilitation and astronaut reconditioning: Reciprocal knowledge transfer // Musculoskelet Sci Pract. 2017. Vol. 27. Suppl 1. P. S1-S4.

ЖУРАВЛЕВА Ю. Е.

## ФИЛОСОФСКИЕ ВЗГЛЯДЫ К. Э. ЦИОЛКОВСКОГО

*Кафедра философии и культурологии*

*Кемеровского государственного медицинского университета, г. Кемерово*

Научный руководитель – канд. филос. наук, доцент Н. Н. Ростова

**Аннотация.** К. Э. Циолковский – выдающаяся личность в истории развития космической отрасли в России, русский и советский учёный-самоучка, основоположник теоретической и современной космонавтики. Будучи достаточно разносторонним и невероятно талантливым человеком, Циолковский не только внёс неоценимый вклад в развитие точных наук, но и смог расширить галерею знаний в гуманитарной области, положив начало такому явлению как космическая философия.

**Ключевые слова:** космонавтика, Циолковский, философские взгляды, космос, монизм, идея бессмертия атомов, космическое предназначение человечества, эволюционизм.

ZHURAVLEVA U. E.

## PHILOSOPHICAL VIEWS OF K. E. TSIOLKOVSKY

*Department of Philosophy*

*Kemerovo State Medical University, Kemerovo*

Supervisor – PhD in Philosophy, Associate Professor N. N. Rostova

**Abstract.** K. E. Tsiolkovsky is an outstanding personality in the history of the development of the space industry in Russia, a self-taught Russian and

Soviet scientist, the founder of theoretical and modern cosmonautics. Being a rather versatile and incredibly talented person, Tsiolkovsky not only made an invaluable contribution to the development of exact sciences, but also was able to expand the gallery of knowledge in the humanitarian field, marking the beginning of such a phenomenon as cosmic philosophy.

**Keywords:** cosmonautics, Tsiolkovsky, philosophical views, cosmos, monism, the idea of the immortality of atoms, the cosmic destiny of mankind, evolutionism.

История космических достижений нашей страны вряд ли имела бы в своём арсенале столько невероятных по своим масштабам событий, если бы не человек, который на собственном примере доказал, что страсть к делу, которым ты занимаешься, трудолюбие и знания способны не только изменить самого тебя, но и повернуть совсем в другое русло ход истории. Имя этого человека – Константин Эдуардович Циолковский, уникальный деятель, учёный-самоучка, внёсший неоспоримый вклад в отечественную космонавтику. Кроме точных наук, будучи разносторонним человеком, Циолковский затронул и гуманитарные, став отцом такого течения, как космическая философия, повлиявшей на умы не одного поколения.

**Цель исследования** – проанализировать философские идеи К. Э. Циолковского.

#### **Материалы и методы исследования**

Для достижения цели была использована научная и научно-популярная литература, посвященная философским взглядам концепциям К. Э. Циолковского. Применялись общенаучные и исторические методы исследования.

#### **Результаты и их обсуждение**

Судьба с самого начала принесла в жизнь Константина Эдуардовича трудности, почти полностью забрав у будущего учёного слух после перенесённой в детстве скарлатины. Из-за слуха Циолковский не окончил гимназию, но даже это не помешало в будущем начать преподавать математику и физику. Обширные знания в точных науках, которые учёный получил во время бессонных ночей во время самостоятельного изучения всевозможных трудов, восхищали современников и позволили обосновать теоретически очень многие аспекты космических полётов и ракетного движения. Немало ключевых открытий в области космонавтики не было бы совершено без наработок и трудов Константина Эдуардовича. Будучи достаточно разносторонним и невероятно талантливым человеком, Циолковский не только внёс неоценимый вклад в развитие точных наук, но и смог расширить галерею знаний в гуманитарной области, положив начало такому явлению как космическая философия. В своём учении К. Э. Циолковский затронул такие течения, как онтология, гносеология, антропология, теория техники и теория общества. Он считал, что

философия - "вершина научного знания, его венец, обобщение, наука наук". Все предшествующие философские системы казались Циолковскому "странными" и их терминология ненужной, говоря, что "трудно связать мою философию с другими". Однако, в космической философии обсуждались в основном традиционные философские проблемы, рассматриваемые с "космической точки зрения".

Из основных идей в космическом учении Циолковского можно выделить:

- Монизм – философское воззрение, согласно которому разнообразие объектов в конечном счёте сводится к единому началу или субстанции. «Монизм Вселенной» — философский трактат К. Э. Циолковского, опубликованный в 1925 году в Калуге на личные средства самого автора ограниченным тиражом в 2000 экземпляров. Основные мысли данного произведения и этой идеи Константина Эдуардовича заключаются в том, что, Вселенная и человек представляют собой единое, неделимое, человеческая жизнь связана с космосом, и человек (микрокосма) — лишь одна из форм проявления Вселенной (макрокосма).

- Идея бессмертия атомов. Атом является вечным и меняет только форму своего бытия, «путешествует» через всевозможные круговороты, происходящие в природе. Подобный подход обеспечивает «субъективное бессмертие» человека, потому что после распада его тела происходит воплощение атомов в новых телах. Вечность жизни во вселенной в ее различных формах – идея, волнующая многих философов и застрявшая в голове Циолковского прочно. Теория акцентирует внимание на многообразии жизни, её эволюции и неустанном движении человечества к новым достижениям и космическим горизонтам. Концепция жизни как вечного процесса была и остаётся одной из основополагающих в его философии.

- Эволюционизм – эволюция духовных субстанций, человека, природы, общества. Всё в этом мире подчиняется одним правилам, и животное развивается по одной аналогии с человеком, человек – со Вселенной;

- Космическое предназначение человечества, которое по мнению учёного заключается в преобразовании как самого Космоса, так и самого себя, основываясь на принципах «высшей нравственности». Циолковский рассматривает человека как разумное и созидательное существо, обладающее силой, способной преобразовывать природу в всё более широких масштабах, что позволяет ему активно влиять на процессы космической эволюции.

Не один десяток идей выдвигал К. Э. Циолковский в своих трактатах, сочинениях и других письменных трудах, но в каждой из них красной нитью проходила мысль о том, что Космос – неотъемлемая часть нашей

жизни. Наше развитие подобно развитию Вселенной (мы рождаемся, растём, т.е. «расширяемся», как расширяется Вселенная), но и мы сами является невероятно маленькой, но всё-таки частью этого огромного механизма или организма (а Циолковский считал, что Космос – это безграничный, потенциально живой организм, порождённый некоей внешней Причиной). Нас нельзя отделить от Космоса, а Космос нельзя отделить от нас. Мы связаны с ним узами, невидимыми, но крепкими и нерушимыми.

### **Выводы**

К. Э. Циолковский был не только талантливым ученым, но и глубоко мыслящим человеком, философом. Он создал концепцию космической философии, выдвинул множество идей, которые получали отклик среди его современников и остаются актуальными по сей день. К. Э. Циолковский остается уникальным примером талантливого человека, сумевшего внести вклад в различные сферы российской и мировой науки, мысли и идеи которого мы должны помнить, беречь и передавать потомкам.

### **Литература / References**

1. Арлазоров М. С. Константин Эдуардович Циолковский. Его жизнь и деятельность. М. : Гостехиздат, 1957.
2. Брюханов В. А. Мировоззрение К. Э. Циолковского и его научно-техническое творчество. М. : Соцэкгиз, 1959.
3. Гаврюшин Н. К. Вокруг К. Э. Циолковского // У колыбели смыслов : статьи разных лет. М. : Модест Колеров, 2019.
4. Гвай И. И. О малоизвестной гипотезе Циолковского. Калуга : Книжное издательство, 1959.
5. Алексеева В. И. Постулаты космической философии К. Э. Циолковского [Электронный ресурс]. URL: <https://gmik.ru/2017/09/12/postulatyi-kosmicheskoy-filosofii-k-e-tsiolkovskogo/> (дата обращения: 18.11.2025).
6. Космическая философия К. Э. Циолковского [Электронный ресурс]. URL: <https://studfile.net/preview/1104849/page:5/> (дата обращения: 18.11.2025).

## **ИСАЙКИНА Л. И. ПРОБЛЕМЫ РЕПРОДУКТИВНОЙ СИСТЕМЫ ЖЕНЩИН В КОСМОСЕ**

*Кафедра нормальной физиологии имени профессора Н. А. Барбараш  
Кемеровского государственного медицинского университета, г. Кемерово*  
Научный руководитель – д-р мед. наук Д. Ю. Кувшинов

**Аннотация.** Репродуктивная система женщины в космосе — это область, вызывающая особый интерес и требующая тщательного изучения в связи с растущими планами по длительным космическим миссиям,

включая возможную колонизацию других планет. Влияние космических факторов на женскую репродуктивную систему может иметь долгосрочные последствия для здоровья, фертильности и возможности зачатия и вынашивания здорового потомства в условиях космической среды. Данная статья обобщает современные знания о влиянии космоса на репродуктивную систему женщины, рассматривает основные механизмы, потенциальные риски и направления будущих исследований для обеспечения репродуктивного здоровья женщин в космосе.

**Ключевые слова:** космос, репродуктивная система, микрогравитация, радиация, фертильность, беременность, менструальный цикл, яичники.

ISAIKINA L. I.

## PROBLEMS OF WOMEN'S REPRODUCTIVE SYSTEM IN SPACE

*Professor N. A. Barbarash Department of Normal Physiology*

*Kemerovo State Medical University, Kemerovo*

Supervisor – MD, DSc in Medicine D. Y. Kuvshinov

**Abstract.** The reproductive system of a woman in space is an area of particular interest and requires careful study due to the growing plans for long-term space missions, including the possible colonization of other planets. The influence of space factors on the female reproductive system can have long-term consequences for health, fertility, and the ability to conceive and bear healthy offspring in a space environment. This article summarizes current knowledge about the impact of space on a woman's reproductive system, examines the main mechanisms, potential risks, and future research directions for ensuring women's reproductive health in space.

**Keywords:** space, reproductive system, microgravity, radiation, fertility, pregnancy, menstrual cycle, ovaries.

Освоение космоса – одна из самых амбициозных целей человечества. С развитием космических технологий растёт стремление к длительным космическим миссиям, в том числе к Марсу и далее. В связи с этим возникают вопросы о влиянии космоса на рождение здорового потомства.

Женщины, которые отправляются в космос, часто сталкиваются с необходимостью подавлять менструальный цикл во время длительных полётов. Для этого они обычно используют комбинированные оральные контрацептивы, содержащие эстроген и прогестин [4,5,6]. Женщины-космонавты обычно откладывают рождение детей до тех пор, пока не совершат несколько космических полётов. Средний возраст первого полёта для женщин-космонавтов составляет 38 лет [7]. Неудивительно, что после космических полётов женщины-космонавты часто обращаются к вспомогательным репродуктивным технологиям (ВРТ), особенно если они достигли преклонного возраста [5]. Согласно исследованиям, показатели

успешности ЭКО у женщин-космонавтов не отличаются от показателей у женщин того же возраста, не подвергавшихся воздействию космических полётов [5]. В той же статье сообщается, что средний возраст женщин-космонавтов, у которых после космических полётов наступила беременность и завершились родами, составил 40 лет. Средний возраст женщин, у которых беременность завершилась самопроизвольным абортом, составил 41 год [5]. Однако количество случаев было слишком мало, чтобы определить, увеличивается ли риск самопроизвольных абортов после космических полётов.

**Материалы и методы:** проведен анализ научной литературы с библиотек PubMed, Elibrary, КиберЛенинка, было обработано 30 статей. Поиск производился по ключевым словам «космос», «репродуктивная система», «фертильность».

### **Результаты и их обсуждение**

Факторы космической среды и их влияние на репродуктивную систему:

1. Микрогравитация и гипергравитация: в совокупности результаты экспериментов, проведённых во время космических полётов, а также с использованием имитации микрогравитации и гипергравитации на Земле, согласуются с непрерывным спектром реакций при увеличении гравитации от практически полного отсутствия до нескольких раз превышающей гравитацию Земли. Эти реакции включают снижение частоты беременностей и выживаемости новорождённых, а также увеличение количества лордозных сокращений при увеличении гравитации [4]. Напротив, воздействие как имитированной микрогравитации, так и имитированной гипергравитации удлиняло эстральные циклы из-за удлинения периода между точками, в то время как космический полёт приводил к прекращению циклов. Это позволяет предположить, что другие факторы, такие как стресс или нарушение циркадных ритмов, во время космического полёта помимо микрогравитации влияют на гипоталамо-гипофизарно-яичниковую систему [8,9].

2. Ионизирующее излучение: исследования влияния космической радиации на репродуктивную функцию женщин проводились на Земле с использованием экспериментально полученных заряженных частиц, по одному виду ионов за раз, с высокими дозами облучения. Для получения таких частиц требуются узкоспециализированные установки, такие как Лаборатория космических исследований НАСА на базе ускорителя в Брукхейвенской национальной лаборатории [10] Многочисленные модели на животных, в которых фолликулы яичников истощаются из-за воздействия радиации, химических веществ, генетических изменений или других манипуляций, демонстрируют повышенный риск развития опухолей яичников [11,12]. Нарушение функции яичников также связано с раком яичников у людей, поскольку большинство случаев рака яичников

возникает после менопаузы [11,12]. У мышей, облученных заряженными частицами железа с дозой 0,5 Гр, распространённость эпителиальных опухолей яичников увеличилась примерно в четыре раза через 15 месяцев после облучения по сравнению с необлученными мышами [13].

Уменьшение размера и толщины матки при визуализации, а также атрофия эндометрия и миометрия при гистологическом исследовании наблюдались у женщин в пременопаузе, подвергшихся воздействию высоких доз (40–65 Гр) радиации с низкой ЛПЭ в рамках лучевой терапии [14.] Объем матки уменьшался у женщин, получавших облучение с низкой ЛПЭ (9–54 Гр) в области живота или таза в возрасте до 15 лет; эффект был более выраженным при более раннем возрасте на момент облучения [15]. У трёх женщин кровоток в матке не определялся, а объём матки значительно уменьшился после облучения матки в препубертатном возрасте. Терапия высокими дозами эстрогена не улучшила ни объём матки, ни кровотока, что позволяет предположить, что воздействие радиации на матку в препубертатном возрасте необратимо [15]. Действительно, исследование реакции матки на заместительную терапию эстрогенами у женщин, получивших тотальное облучение, показало, что у женщин, получивших облучение после полового созревания, объём матки, толщина эндометрия и кровотока в матке увеличились сильнее, чем у тех, кто получил облучение до полового созревания [16]. У крыс, облученных 5 Гр  $\gamma$ -излучения с низкой ЛПЭ, наблюдалось уплощение поверхности эндометрия, истощение глубоких маточных желез и меньшее количество пролиферирующих просветных и железистых эпителиальных клеток, чем у необлученных крыс [17]. У женщин, которым при лечении рака проводили лучевую терапию на область таза или живота, снижена фертильность и повышен риск неблагоприятных исходов беременности, таких как выкидыш, преждевременные роды, перинатальная смерть плода/новорожденного и низкий вес при рождении, даже при отсутствии преждевременной недостаточности яичников, что согласуется с прямым негативным воздействием радиации на матку [18].

Таким образом, исследования *in vivo* показывают, что воздействие высокоэнергетических заряженных частиц и нейтронов вызывает окислительные повреждения, двухцепочечные разрывы ДНК и апоптоз в ооцитах и клетках гранулезы фолликулов яичников на разных стадиях развития, что приводит к дозозависимому истощению запаса яйцеклеток в яичниках и увеличению частоты опухолей яичников. Недостаточно данных, чтобы определить относительную эффективность различных высокоэнергетических заряженных частиц по сравнению с  $\gamma$ -излучением или рентгеновским излучением в вызывании этих эффектов в яичниках. Влияние заряженных частиц на матку и другие части женской репродуктивной системы практически не изучалось; это важная область для будущих исследований.

3. Психологический стресс: при обследовании животных после полетов на биоспутниках серии "Космос" у них обнаружен ряд признаков, характерных для стресс-реакции и в то же время в ряде систем, обычно вовлекаемых в стресс-синдром (гормоны гипофиза, метаболизм катехоламинов) изменений найдено не было. Прежде всего следует отметить тот существенный и в первых экспериментах неожиданный для нас факт, что комплекс факторов космического полета, включающий невесомость и действующий на протяжении 1/50 части жизни животных, оказался не сильным, а умеренным стрессором. Об этом говорит отсутствие серьезных изменений в метаболизме катехоламинов (Кветнянски и др., 1979, 1980, 1981, 1983), отсутствие изменений в гормональном статусе гипофиза (Гринделенд и др., 1979), отсутствие язв и предъязвенных состояний в слизистой желудка (Браун, Верникос-Данелис, 1979), а также умеренная выраженность и обратимость проявлений стресс-реакции, описанных выше. Длительное пребывание в замкнутом пространстве, изоляция, ограниченность ресурсов, высокие требования к работе и адаптации могут вызывать хронический стресс. Стресс может негативно влиять на гормональный баланс, менструальный цикл, овуляцию и общее состояние здоровья [2].

4. Воздействие на яичники и яйцеклетки: радиационное воздействие является одним из основных факторов риска для женской репродуктивной системы в космосе. Радиация может повреждать ДНК яйцеклеток, повышая риск мутаций и генетических аномалий у будущего потомства. Влияние микрогравитации на яичники и процессы созревания яйцеклеток пока недостаточно изучено, однако есть предположения, что микрогравитация может влиять на фолликулогенез и овуляцию. Исследования у приматов, показали, что даже относительно низких доз ионизирующего излучения достаточно для того, чтобы убить большую часть незрелых ооцитов у плода-девочки во второй половине беременности. Вероятно, девочка, зачатая в космосе, вполне может родиться стерильной из-за повреждения ее половых клеток. С подобными проблемами также может столкнуться и мальчик, выношенный и рожденный в таких же условиях [1].

5. Беременность в космосе: беременность в космосе представляет собой сложную проблему, требующую тщательного изучения. Влияние микрогравитации, радиации и других факторов на развитие плода может привести к неблагоприятным последствиям, включая задержку развития, врожденные дефекты и повышенный риск развития онкологических заболеваний у ребенка. В 1996 году на борту космического шаттла «Колумбия» (Space shuttle Columbia STS-80) в космос были отправлены двух- и восьмиклеточные мышинные эмбрионы, развивающиеся в культурной среде (специальном растворе). По возвращении они сравнивались с контрольными эмбрионами, которые также развивались



в среде на Земле. Эмбрионы, пережившие полет, прекратили свой рост на стадии развития нервной трубки, в отличие от контрольных, чей рост протекал без отклонений. Более надежный эксперимент был выполнен в миссии «Космос-1129» в 1979 году, когда зрелых самцов и самок крыс отправили на орбиту, а затем разрешили спариваться в общей камере. Однако ни одна из самок впоследствии не родила, хотя послеполетные исследования показали, что произошла овуляция. Сообщалось, что две самки забеременели, но эмбрионы, по-видимому, ресорбировались. [1]

В 1983 году СССР запустил биоспутник «Космос-1514» с беременными крысами на борту, полет длился пятеро суток. Животные провели в полете с 13-го по 18-й день беременности, в это время плод активно рос, формировались нервная и эндокринная системы, скелет, мышцы и внутренние органы. Беременные самки крыс, запущенные на 13-й день беременности (ДБ) и приземлившиеся на 18-й ДБ на биологическом спутнике «Космос-1514», набрали всего на 8% больше веса, чем контрольные животные в виварии и синхронные контрольные животные, помещенные в макет биологического спутника, несмотря на одинаковое потребление пищи. Однако при возвращении на Землю у лётной группы наблюдалась быстрая прибавка в весе и такой же размер помёта, как у контрольных животных на Земле, но меньший вес плода и плаценты и замедленное развитие скелета плода [19]. Из пяти самок, которым разрешили рожать, четыре родили живых детёнышей, а одна родила мёртвых; у всех были затяжные роды [19]. У детёнышей, рождённых самками, участвовавшими в перелёте, была повышенная смертность в течение первой недели после рождения. Детёныши мужского и женского пола, дожившие до зрелого возраста, были фертильными, а самки рожали, по-видимому, нормальное потомство [19].

Влияние космического полёта на родовые схватки было почти таким же, как в исследовании NIH.R1: увеличилась частота лордозных схваток, но не вертикальных [21]. На основе видеозаписей материнского поведения во время космического полёта в обоих исследованиях авторы пришли к выводу, что самки крыс задействовали наружные косые мышцы живота (которые участвуют в вертикальных схватках) во время перекачивания, но поперечные мышцы живота (участвующие в лордозных схватках), которые необходимы для контроля позы в условиях гравитации, не задействовали во время полёта. Гистологический анализ мышц живота подтвердил эти наблюдения, показав атрофию поперечных мышц живота и гипертрофию наружных косых мышц [24].

В совокупности результаты исследований COSMOS-1514, NIH.R1 и NIH.R2 показывают, что пребывание на низкой околоземной орбите в середине и конце беременности не вызывает серьезных нарушений в развитии плода или при родах. Было отмечено неоднозначное влияние на набор веса матерью, общую продолжительность родов и вес

новорождённых [20, 21-23], в то время как в исследованиях NIH.R1 и NIH.R2 постоянно наблюдались более сильные схватки [21]. Увеличение количества лордотических сокращений связано со снижением экспрессии коннексина 43 в матке, который важен для синхронизации и координации родовых схваток, а также с атрофией поперечных мышц живота, которая может компенсироваться увеличением количества лордотических сокращений. Исследование COSMOS-1129 показало, что спаривание и наступление беременности у млекопитающих возможны в космосе, но причины выкидышей не были выявлены. Для изучения влияния космических полётов на весь процесс фолликулогенеза в яичниках (который, по оценкам, занимает около 50 дней у грызунов и более 6 месяцев у людей [25, 26]) для изучения влияния на эстральный цикл и функцию гипоталамо-гипофизарно-яичниковой системы, а также на оплодотворение, имплантацию и беременность.

Опытов по репродукции женщин в космосе не было, но вернувшиеся на Землю космонавтки сохраняли репродуктивную функцию. Так, например, в 27 лет Валентина Терешкова родила дочь Елену 8 июня 1964 года после полета в космос 16 июня 1963 года на космическом корабле «Восток-6». Стоит отметить и космонавтку Светлану Савицкую, которая в 38 лет также успешно родила после нескольких полетов и выхода в открыты космос продолжительностью 3 часа 33 минуты.

Анна Кикина — 38-летняя россиянка, которая провела 157 дней на борту Международной космической станции (МКС). В своем видеодокладе на тему «Влияние космического полета на динамику созревания антральных фолликулов» она поделилась своими впечатлениями о влиянии космического пространства на репродуктивное здоровье. 5 октября 2022 года Кикина отправилась в космос на корабле Crew Dragon вместе с астронавтами NASA Николь Манн, Джошем Кассадой и японцем Коичи Вакатой. Она стала специалистом миссии Crew-5 и бортинженером МКС-68. 12 марта 2023 года корабль приводнился в Мексиканском заливе, проведя в космосе 157 суток. Наблюдения за Кикиной начались за год до старта. В течение этого времени проводились тесты на овуляцию, измерялась концентрация гормонов, оценивалось состояние органов малого таза и фолликулов. Исследование включало четыре периода: предполетный, полетный, ранний и поздний послеполетные. Измерения проводились в одни и те же дни менструального цикла. Кикина отметила, что ее менструальный цикл не изменился и оставался в пределах нормы — 29-30 дней. Уровень гормонов не измерялся из-за отсутствия такой возможности на российском сегменте МКС, но тесты показали овуляцию в каждом цикле. Также не было обнаружено никаких отличий в параметрах органов малого таза. Ученые обнаружили, что фолликулы, которые начали расти перед полетом и достигли фазы активного роста в невесомости, увеличились в диаметре из-за роста клеток гранулезы. Авторы считают,

что причиной этому являются эффекты невесомости. Клетки гранулезы обеспечивают растущий ооцит питательными веществами, поэтому их увеличение благоприятно сказывается на функциональном статусе ооцита [3].

### **Выводы**

Репродуктивная система женщины особенно уязвима в условиях космической среды. Длительное пребывание в космосе может оказывать негативное влияние на менструальный цикл, яичники, яйцеклетки и фертильность. Беременность в космосе представляет значительные риски для здоровья матери и ребёнка и требует дальнейших исследований и тщательной оценки. Для обеспечения безопасности и здоровья женщин-космонавтов необходимо разрабатывать эффективные средства защиты от радиации, проводить мониторинг гормонального фона и изучать влияние микрогравитации на репродуктивную систему. Эти исследования помогут разработать стратегии для поддержания репродуктивного здоровья женщин в космосе и позволят в будущем безопасно планировать длительные космические миссии и, возможно, даже рождение детей за пределами Земли.

### **Литература / References**

1. Савченко А. Невыносимая невесомость бытия: можно ли размножаться в космосе [Электронный ресурс] // НЭН - честный журнал для родителей. 12.04.2019. URL: <https://n-e-n.ru/spacebirth/> (дата обращения: 16.03.2025).
2. Репродуктивные эксперименты в космосе [Электронный ресурс] // Достижения науки, техники и культуры. URL: <https://scorcher.ru/journal/art/art59.php> (дата обращения: 16.03.2025).
3. Котляр П. «Вы просто не умеете их готовить»: Анна Кикина доказала, что у женщин в космосе сохраняется овуляция [Электронный ресурс] // Новости России и мира сегодня. 01.02.2025. URL: <https://rtvi.com/news/vy-prosto-ne-umeete-ih-gotovit-rossiyanka-dokazala-cto-u-zhenshhin-v-kosmose-sohranyaetsya-ovulyacziya/> (дата обращения: 16.03.2025).
4. Mishra B., Luderer U. Reproductive hazards of space travel in women and men // Nat. Rev. Endocrinol. 2019. Vol. 15. № 12. P. 713-730.
5. Jennings R. T., Baker E. S. Gynecological and Reproductive Issues for Women in Space: A Review // Obstet. Gynecol. Surv. 2000. Vol. 55. № 2. P. 109-116.
6. Jain V., Wotring V. E. Medically Induced Amenorrhea in Female Astronauts // NPJ Microgravity. 2016. № 2:16008.
7. Effects of sex and gender on adaptations to space: reproductive health / A. E. Ronca, E. S. Baker, T. G. Bavendam [et al.] // J. Womens Health. (Larchmt). 2014. Vol. 23? № 11. P. 967-74.

8. Simulated Microgravity Using a Rotary Culture System Compromises the In Vitro Development of Mouse Preantral Follicles / S. Zhang, D. Zheng, Y. Wu et al. // PLoS One. 2016. Vol. 11. № 3: e0151062.
9. Ronca A. E., Baer L. A., Wade C. E.; ARC. Hypergravity effects on pregnancy and parturition // J. Gravit. Physiol. 2002. Vol. 9, № 1. P. 203-4.
10. Overview of the NASA Space Radiation Laboratory / C. La Tessa, M. Sivertz, I.-H. Chiang [et al.] // Life Sci. Space Res. 2016. Vol. 11. P. 18-23.
11. Vanderhyden B. C. Loss of Ovarian Function and the Risk of Ovarian Cancer // Cell Tissue Res. 2005. Vol. 322, № 1. P. 117-124.
12. Risk Factors for Ovarian Cancer: An Overview with Emphasis on Hormonal Factors / F. Salehi, L. Dunfield, K. P. Phillips et al. // J. Toxicol. Environ. Health. B. Crit. Rev. 2008. Vol. 11, № 3-4. P. 301-32.
13. Charged-Iron-Particles Found in Galactic Cosmic Rays are Potent Inducers of Epithelial Ovarian Tumors / B. Mishra, G. W. Lawson, R. Ripperdan et al. // Radiat. Res. 2018. Vol. 190, № 2. P. 142-150.
14. Radiation-induced uterine changes: MR imaging / L. Arrivé, Y. C. Chang, H. Hricak et al. // Radiology. 1989. Vol. 170, № 1 Pt. 1. P. 55-8.
15. Radiotherapy at a young age reduces uterine volume of childhood cancer survivors / E. C. Larsen, K. Schmiegelow, C. Rechnitzer [et al.] // Acta Obstet. Gynecol. Scand. 2004. Vol. 83, № 1. P. 96-102.
16. Ovarian and uterine characteristics after total body irradiation in childhood and adolescence: response to sex steroid replacement / L. E. Bath, H. O. Critchley, S. E. Chambers [et al.] // Br. J. Obstet. Gynaecol. 1999. Vol. 106, № 12. P. 1265-72.
17. Radioprotective potential of histamine on rat small intestine and uterus / E. Carabajal, N. Massari, M. Croci [et al.] // Eur. J. Histochem. 2012. Vol. 56, № 4: e48.
18. Critchley H. O., Wallace W. H. Impact of cancer treatment on uterine function // J. Natl. Cancer Inst. Monogr. 2005. № 34. P. 64-8.
19. The Effect of Microgravity on the Prenatal Development of Mammals / L. V. Serova, L. A. Denisova, V. F. Makeeva [et al.] // Physiologist. 1984. Vol. 27. P. S107-S110.
20. Effects of space flight on ovarian-hypophyseal function in postpartum rats / H. W. Burden, J. Zary, I. E. Lawrence [et al.] et al. // J. Reprod. Fertil. 1997. Vol. 109, № 2. P. 193-197.
21. Ronca A. E., Alberts J. R. Physiology of a microgravity environment selected contribution: effects of spaceflight during pregnancy on labor and birth at 1 G. // J. Appl. Physiol. 1985. Vol. 89, № 2. P. 849-854.
22. Burden H. W., Zary J., Alberts J. R. Effects of space flight on the immunohistochemical demonstration of connexin 26 and connexin 43 in the postpartum uterus of rats // J. Reprod. Fertil. 1999. Vol. 116. P. 229-234.

23. The effects of space flight during gestation on rat uterine smooth muscle / H. W. Burden, M. C. Poole, J. Zary P. [et al.] // J. Gravit. Physiol. 1998. Vol. 5, № 2. P. 23-29.

24. Fejtek M., Wassersug R. Effects of laparotomy, cage type, gestation period and spaceflight on abdominal muscles of pregnant rodents // J. Exp. Zool. 1999. Vol. 284, № 3. P. 252-264.

25. Hirshfield A. N. Overview of Ovarian Follicular Development: Considerations for the Toxicologist // Environ. Mol. Mutagen. 1997. Vol. 29, № 1. P. 10-15.

26. Gougeon A. Regulation of Ovarian Follicular Development in Primates: Facts and Hypotheses // Endocr. Rev. 1996. Vol. 17, № 2. P. 121-155.

КОЗЛОВА В. Е.

**ЛЕЧЕБНО-ФИЗИЧЕСКАЯ КУЛЬТУРА КОСМОНАВТОВ ПОСЛЕ  
ПОЛЕТА: ФИЗИОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ И МЕТОДЫ  
РЕАБИЛИТАЦИИ В РОССИИ**

*Кафедра физической культуры*

*Кемеровского государственного медицинского университета, г. Кемерово*

Научный руководитель – преподаватель М. Д. Кунгурцева

**Аннотация.** Воздействие микрогравитации на организм человека в условиях космического полета приводит к значительным изменениям в опорно-двигательной, сердечно-сосудистой и вестибулярной системах. После возвращения на Землю космонавты сталкиваются с необходимостью восстановления утраченных функций. Лечебно-физическая культура (ЛФК) играет ключевую роль в постполетной реабилитации. В статье рассматриваются основные физиологические последствия длительного пребывания в невесомости, методы ЛФК, применяемые для минимизации этих эффектов, а также перспективные направления исследований.

**Ключевые слова:** космическая медицина, микрогравитация, мышечная атрофия, костная деминерализация, вестибулярная адаптация.

KOZLOVA V. E.

**THERAPEUTIC AND PHYSICAL TRAINING OF ASTRONAUTS  
AFTER FLIGHT: PHYSIOLOGICAL ASPECTS AND METHODS OF  
REHABILITATION IN RUSSIA**

*Department of Physical Culture*

*Kemerovo State Medical University, Kemerovo*

Supervisor – Lecturer M. D. Kungurtseva

**Abstract.** The effect of microgravity on the human body during space flight leads to significant changes in the musculoskeletal, cardiovascular and vestibular systems. After returning to Earth, astronauts are faced with the need to

restore their lost functions. Physical therapy plays a key role in post-flight rehabilitation. The article discusses the main physiological effects of prolonged exposure to weightlessness, physical therapy methods used to minimize these effects, as well as promising areas of research.

**Keywords:** space medicine, microgravity, muscular atrophy, bone demineralization, vestibular adaptation.

Космические полеты сопровождаются комплексным воздействием на организм человека, включая гиподинамию, перераспределение жидкостей и отсутствие привычной гравитационной нагрузки. Эти факторы провоцируют структурные и функциональные изменения, требующие системной реабилитации. ЛФК, основанная на дозированных физических нагрузках, является основой восстановительных программ для космонавтов.

Послеполетная реабилитация начинается на месте посадки и путях эвакуации космонавта. Основной целью является активизация восстановления физиологических функций и физической работоспособности космонавта, и, конечно же, достижения хорошего самочувствия и позитивного настроения. Реабилитация проводится врачами и тренерами-преподавателями по физической подготовке, специалистами по массажу, психологами и другими специалистами медицинского управления.

Реабилитация космонавтов предполагает комплексное восстановление всего организма в целом, тогда как в мероприятиях общепринятой медицинской реабилитации пациентов основной упор делается на восстановление локальной функции, связанной с основным заболеванием, приведшим к утрате работоспособности.

Важной особенностью послеполетной реабилитации космонавтов является выполнение ими своих профессиональных обязанностей в этот период, в том числе, в первые минуты и часы после посадки. Для космонавтов послеполетная реабилитация – это продолжение работы. Помимо диагностики и активного восстановления функционального состояния организма, проводятся послеполетные медицинские и комплексные научные эксперименты, являющиеся, как правило, продолжением бортовой научной программы. Они участвуют в мероприятиях по разбору и анализу полета со специалистами множества организаций, обеспечивающих полет, разработке экспресс-отчета экипажа по выполнению программы полета, проводят работы в области связей с общественностью и пропаганде достижений пилотируемой космонавтики и т.д. [1].

### **Физиологические последствия космического полета**

#### **1. Опорно-двигательная система:**

- Мышечная атрофия (потеря до 20% массы скелетных мышц за месяц), особенно в антигравитационных группах (икроножные, мышцы спины).

- Костная деминерализация (потеря 1-2% минеральной плотности ежемесячно), повышающая риск остеопороза и переломов.

2. Сердечно-сосудистая система:

- Снижение объема циркулирующей крови, ортостатическая неустойчивость, гипотензия.

3. Вестибулярный аппарат:

- Нарушение пространственной ориентации, головокружение, тошнота («синдром возвращения»).

**Восстановительные мероприятия проводятся в два этапа:**

1 – острый период;

2 – санаторный период.

Каждый этап составляет от 20 до 40 дней. Его продолжительность определяется врачом исходя из состояния космонавта: самочувствия, результатов обследований и осмотров клиническими специалистами, клинико-диагностических исследований и оценки физических качеств космонавта после полета [1].

**В первый этап реабилитационных мероприятий** ставится цель снять нервно-психологическое напряжение и создать положительный эмоциональный фон. Параллельно идут мероприятия по восстановлению первичных локомоторных функций, ортостатической и статокINETической устойчивости, которые проводятся с целью улучшения функционального состояния организма после длительного воздействия невесомости и реадаптации к земным условиям.

Реадаптация космонавтов к земным условиям осуществляется посредством комплекса мероприятий, включающего дозированные физические нагрузки, массаж, водные процедуры (плавание, лечебная гимнастика в бассейне), лечебную физкультуру, теплотерапию, применение вспомогательных профилактических средств, а также, при необходимости, фармакологическую коррекцию и специализированные восстановительные процедуры.

В начальном периоде послеполетной реабилитации могут наблюдаться вестибулярные расстройства, обусловленные дезадаптацией организма к земной гравитации. Данные симптомы, как правило, кратковременны, однако в первые дни после приземления способны вызывать выраженный дискомфорт. Во избежание функционального перенапряжения, все реабилитационные мероприятия проводятся под строгим наблюдением врача экипажа совместно с инструктором по физической подготовке.

**Огромная роль в реабилитации космонавта отводится физической подготовке.** Адаптация к условиям микрогравитации в ходе

длительных космических полетов, несмотря на ежедневные физические тренировки экипажей МКС, индуцирует ряд функциональных и структурных изменений в организме человека. Ограниченные возможности моделирования земной гравитации на борту станции, равно как и невозможность полноценной репликации условий космического полета в земных лабораториях, обуславливают частичную эффективность контрмер, направленных на предотвращение этих изменений.

В условиях микрогравитации наблюдается снижение функциональной нагрузки на опорно-двигательный аппарат, сердечно-сосудистую систему и нейромышечный комплекс, что запускает механизмы адаптивной перестройки организма, направленные на оптимизацию энергозатрат. Это проявляется, например, в деминерализации костной ткани, атрофии скелетной мускулатуры, снижении тонуса гладкой мускулатуры сосудов нижних конечностей, а также изменении афферентной и эфферентной иннервации, ответственной за поддержание постурального баланса и регуляцию гемодинамики в условиях земной гравитации.

Следовательно, по возвращении на Землю космонавты сталкиваются с необходимостью реадаптации, включающей восстановление утраченных функций и структур, обеспечивающих эффективное функционирование организма в условиях земной гравитации. Во время острого периода реабилитации тренер-преподаватель проводит ежедневные тренировки, варьируя упражнения и их дозировки в зависимости от индивидуальной реакции организма космонавта. Каждый день специалистом по адаптивной физической культуре проводится сеанс массажа. Он может иметь одну из следующих направленностей: лечебно-гигиеническую, спортивно-восстановительную, спортивно-тренировочную. Такая процедура способствует активизации внутренних сил организма, нормализации его функций и скорейшему восстановлению после физической нагрузки.

**После курса мероприятий во время острого периода начинается второй этап – санаторный.**

Программа реабилитации космонавтов после космического полета персонализируется на основе данных медицинских обследований, проведенных непосредственно после возвращения на Землю. Учитываются индивидуальные медицинские показания, ресурсы санаторно-курортной или реабилитационной организации, сезонные и климатические факторы, а также субъективное состояние космонавта после завершения острого периода реадаптации. На данном этапе, по согласованию с лечащим врачом и профильными специалистами, могут быть назначены дополнительные медицинские процедуры. Физическая реабилитация, проводимая под контролем инструктора, характеризуется постепенным увеличением интенсивности тренировочных нагрузок, стремясь к достижению предполетных значений [1].



## **Методы ЛФК в постполетной реабилитации**

Программы ЛФК разрабатываются индивидуально, учитывая длительность миссии и физиологические показатели. Основные направления:

### **1. Резистентные тренировки:**

- Восстановление мышечной массы с использованием тренажеров с регулируемой нагрузкой (например, система «Пингвин» в РФ).
- Упражнения с отягощениями и эластичными лентами для стимуляции костного ремоделирования.

### **2. Аэробные нагрузки:**

- Бег на тредмиле с системами разгрузки тела, велоэргометрия для нормализации кардиореспираторной выносливости.

### **3. Вестибулярная реабилитация:**

- Упражнения на баланс (платформы Biodex), глазодвигательная гимнастика.

### **4. Гидротерапия:**

- Занятия в бассейне с имитацией частичной гравитации для снижения нагрузки на суставы [2].

## **Центры реабилитации космонавтов в России и применяемые методики**

После длительных космических полетов восстановление здоровья космонавтов в России осуществляется в специализированных центрах, оснащенных уникальным оборудованием и использующих инновационные методики. Рассмотрим ключевые учреждения и их подходы к реабилитации.

### **1. Основные центры реабилитации**

- Институт медико-биологических проблем (ИМБП) РАН (Москва)

-Профиль: Научно-исследовательский центр, занимающийся изучением воздействия космических факторов на организм и разработкой реабилитационных программ.

#### **Оборудование:**

- Тренажеры с имитацией гравитационной нагрузки («Пингвин», «Браво»).
- Вестибулярные платформы для тренировки баланса и координации.
- Гидролаборатория (бассейн глубиной 12 м) для адаптации к нагрузкам в условиях частичной невесомости.

- Центр подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина (Звёздный городок)

-Профиль: Основная база постполетной реабилитации.

#### **-Программы:**

- Индивидуальные планы ЛФК, включающие:
- Резистентные тренировки на тренажерах «Корвет» и «Мультисист».

- Аэробные нагрузки (бег на тредмиле с подвесной системой, велоэргометрия). - Вестибулярная гимнастика с использованием подвижных платформ и VR-технологий.

- Клинический госпиталь Центрального военного клинического госпиталя им. А.А. Вишневского

-Профиль: Медицинское обследование и восстановление после возвращения на Землю.

-Методики:

- Физиотерапия (магнитотерапия, электростимуляция мышц).

- Массаж и мануальная терапия для улучшения кровообращения и снятия гипертонуса.

- Санаторно-курортные учреждения

-Пример: Санаторий «Русский лес» (Подмосковье), «Колос» (Кисловодск).

-Направления:

-Бальнеотерапия (минеральные ванны).

-Климатотерапия и дозированные пешие прогулки для адаптации к земной гравитации.

## 2. Ключевые методики восстановления

а) Адаптивная лечебная физкультура

-Тренировки с отягощениями:

-Система «Пингвин» — костюм с резиновыми амортизаторами, создающий нагрузку на мышцы и кости.

-Тренажер «Мультисист» — имитация гравитации для профилактики атрофии.

-Гидротерапия:

-Занятия в бассейне с регулируемым уровнем нагрузки (например, ходьба в воде) [2].

б) Вестибулярная реабилитация

- VR-тренажеры:

-Программы виртуальной реальности для тренировки пространственной ориентации.

- Динамические платформы:

-Упражнения на стабилотренингах с биологической обратной связью.

в) Физиотерапия и высокотехнологичные методы

-Электростимуляция мышц (EMS):

- Восстановление тонуса мышц-разгибателей спины и ног.

-Гипербарическая оксигенация:

- Сеансы в барокамерах для улучшения оксигенации тканей.

г) Психологическая поддержка

-Когнитивные тренинги и сеансы с психологами для снижения стресса и адаптации к земным условиям [3].

### **3. Пример постполетной программы**

Стандартный курс реабилитации после 6-месячного полета на МКС включает:

#### **1–7 сутки:**

- Физиотерапия, массаж, дозированная ходьба с ортопедической поддержкой.

#### **2–4 недели:**

- Интенсивные ЛФК-тренировки (3–4 часа в день), вестибулярные упражнения.

#### **5–8 недели:**

- Санаторное лечение с акцентом на общеукрепляющие процедуры.

### **4. Инновации и перспективы**

- Искусственная гравитация:

- Эксперименты с центрифугами короткого радиуса (проект ИМБП РАН).

- Биохакинг:

- Использование генетического анализа для персонализации нагрузок.

- Нейрореабилитация:

- Тренировки с интерфейсами «мозг-компьютер» для восстановления моторных функций.

**Дополнительные аспекты реабилитации космонавтов: международный опыт, инновации и междисциплинарные подходы**

#### **1. Международные программы и центры реабилитации**

Реабилитация космонавтов — это глобальная задача, решаемая совместными усилиями стран с развитой космической медициной.

##### **• NASA (США):**

- Johnson Space Center (Хьюстон): используется система «Functional Task Test» для оценки координации и силы после полета.

- Программа «iRAT» (Integrated Resistance and Aerobic Training) сочетает нагрузки на тренажерах Alter-G (антигравитационная беговая дорожка) и вибрационные платформы [4].

- Сотрудничество с клиниками Mayo Clinic:

- Применение МРТ-технологий для мониторинга изменений в мышцах и костях.

##### **• Европейское космическое агентство (ESA):**

- Центр ESA в Кёльне (Германия): Использование роботизированных экзоскелетов (например, HAL®) для восстановления моторных функций.

- Программы нейропластичности с когнитивными тренажерами.

##### **• Китай (CMSA):**

- Пекинский аэрокосмический госпиталь: Акцент на традиционной китайской медицине: иглоукалывание для снижения мышечного напряжения, цигун для баланса энергетических потоков [5].

## *2. Инновационные технологии в реабилитации*

- Биологическая обратная связь (БОС): Системы типа «Myontec» анализируют электромиографические сигналы мышц в реальном времени, корректируя нагрузку во время тренировок.

- Генетическая адаптация программ: Исследования полиморфизма генов (например, ACTN3) для прогнозирования скорости восстановления мышц и подбора персонализированных нагрузок.

- 3D-биопечать тканей: Эксперименты по восстановлению поврежденных связок и хрящей с использованием биоинженерных материалов.

## *3. Психологическая и социальная реабилитация*

- Посткосмическая дезадаптация: Космонавты сталкиваются с трудностями реинтеграции в семью и социум из-за длительной изоляции.

*Методы:*

- Групповая терапия с участием ветеранов космических миссий.

- VR-симуляторы социальных ситуаций для тренировки коммуникативных навыков.

- Космическая психотерапия:

- Техники mindfulness и медитации для снижения тревожности.

## *4. Нутритивная поддержка и биохакинг*

Персонализированные диеты:

- Высокобелковые рационы с добавками лейцина для стимуляции синтеза мышечного протеина.

- Витаминно-минеральные комплексы с повышенным содержанием D3, K2 и магния для ускорения реминерализации костей.

Кетогенные диеты:

- Исследуется их роль в снижении оксидативного стресса и улучшении когнитивных функций.

## *5. Долгосрочные последствия и их минимизация*

- Синдром VIIP (Visual Impairment Intracranial Pressure): Нарушения зрения из-за перераспределения жидкостей в невесомости.

- Реабилитация: упражнения для глазных мышц, ношение вакуумных очков для нормализации внутричерепного давления.

- Иммунная система: после полета наблюдается снижение активности Т-лимфоцитов.

- Применение иммуномодуляторов (например, интерлейкинов) и пробиотиков для восстановления микробиома [6].

## *6. Подготовка к реабилитации во время полета*

- Профилактические меры на МКС: Ежедневные двухчасовые тренировки на тренажере ARED (Advanced Resistive Exercise Device) для замедления атрофии мышц.

- Ношение костюма «Чибис» с вакуумным воздействием для имитации земного притяжения.

- Телемедицина: Онлайн-консультации с реабилитологами для коррекции программ в реальном времени.

#### *7. Этические и философские аспекты*

- Критерии успешной реабилитации: споры о том, должен ли космонавт возвращаться к «докосмическому» состоянию или адаптироваться к новым физиологическим нормам.

- Пределы допустимых нагрузок: дилемма между ускорением реабилитации и риском перегрузки ослабленного организма.

#### *8. Будущие вызовы: межпланетные миссии*

- Реабилитация после полетов на Марс:

- Прогнозируемые проблемы: радиационное поражение, гипомagneиная кардиомиопатия.

- Идеи: создание автономных реабилитационных модулей с искусственной гравитацией на борту корабля.

Подводя итоги по изложенному материалу, можем сделать вывод о том, что российские центры реабилитации космонавтов сочетают традиционные методы ЛФК с инновационными технологиями. Ключевой акцент делается на постепенное увеличение нагрузок, индивидуальный подход и междисциплинарное взаимодействие медиков, психологов и тренеров. Дальнейшее развитие направлено на интеграцию искусственного интеллекта и биомеханического моделирования для прогнозирования восстановления. Реабилитация космонавтов выходит за рамки физического восстановления, затрагивая психологические, социальные и этические аспекты. Современные подходы объединяют достижения генетики, биоинженерии и телемедицины, формируя междисциплинарную науку о посткосмической адаптации. Успех будущих миссий к Луне и Марсу будет зависеть от создания глобальных стандартов реабилитации, учитывающих как земной, так и внеземной опыт.

#### **Литература / References**

1. Реабилитация космонавтов: методики и практика / под ред. А. Н. Петрова. Звёздный городок: Центр подготовки космонавтов им. Ю. А. Гагарина, 2022. 150 с.

2. Иванов П. С. Современные методы реабилитации после длительных космических полётов // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2023. Т. 57, № 2. С. 45-52.

3. Институт медико-биологических проблем (ИМБП) РАН. Человек Космос Жизнь [Электронный ресурс]. URL: <https://www.imbp.ru> (дата обращения: 09.03.2025).

4. NASA's Human Research Program. Insights into Immune Dysfunction in Space [Электронный ресурс]. 2023. URL: [<https://www.nasa.gov/hrp>](<https://www.nasa.gov/hrp>) (дата обращения: 10.03.2025).

5. European Space Agency (ESA). MELISA Project: Microgravity Effects on Long-Term Health [Электронный ресурс]. 2022. URL: [https://www.esa.int](https://www.esa.int) (дата обращения: 10.03.2025).

6. Bloomfield S. A., Lobach. M. V. Space Physiology and Rehabilitation. Oxford: Oxford University Press, 2021. 320 p.

КОЛМАГОРОВА Е. М.

**ВДОХНОВЛЕННЫЕ ЗВЁЗДАМИ: КНИГИ О КОСМОСЕ И ЕГО  
ИССЛЕДОВАНИИ В ФОНДАХ ГОСУДАРСТВЕННОЙ НАУЧНОЙ  
БИБЛИОТЕКИ КУЗБАССА ИМ. В. Д. ФЕДОРОВА**

*Государственная научная библиотека Кузбасса им. В. Д. Федорова,  
г. Кемерово*

**Аннотация.** В статье рассматривается роль книг о изучении космоса, хранящихся в фондах Государственной научной библиотеки Кузбасса имени В.Д. Фёдорова, как важного элемента научной, и культурной деятельности. Представлен краткий обзор значимых для истории экземпляров.

**Ключевые слова:** фонды Государственной научной библиотеки Кузбасса имени В. Д. Фёдорова, К. Э. Циолковский, Ю. А. Гагарин, А. А. Леонов, В. И. Лебедев, Б. В. Воынов, исследование космоса, автограф.

KOLMAGOROVA E. M.

**INSPIRED BY THE STARS: BOOKS ABOUT SPACE AND ITS  
EXPLORATION IN THE COLLECTIONS OF THE STATE SCIENTIFIC  
LIBRARY OF KUZBASS NAMED AFTER V.D. FYODOROV**

*V. D. Fyodorov State Scientific Library of Kuzbass, Kemerovo*

**Abstract.** The article examines the role of books about space exploration, held in the collections of the V. D. Fyodorov State Scientific Library of Kuzbass, as an important element of scientific and cultural activity. A brief overview of significant historical copies is presented.

**Keywords:** the collections of the V. D. Fyodorov State Scientific Library of Kuzbass, K. E. Tsiolkovsky, Y. A. Gagarin, A. A. Leonov, V. I. Lebedev, B. V. Volynov, space exploration, autograph.

В современном мире изучение космоса представляет собой не только важный аспект научной деятельности, но и источник вдохновения для целых поколений людей, стремящихся к звёздам. В этой связи особенно значимы книги о космосе и его исследовании, хранящиеся в фондах Государственной научной библиотеки Кузбасса имени В.Д. Фёдорова. В библиотеке представлено множество изданий, каждое из которых служит не только информационным источником, но и культурным артефактом,

отражающим развитие астрономии, астрофизики, технологии космических полётов и общей гуманитарной мысли о месте человека во Вселенной. В рамках данного доклада мы расскажем только о нескольких экземплярах книг, выделив их историческую и научную ценность, а также роль в популяризации космической тематики среди широкой аудитории.

Следует отметить, что среди этих изданий особое место занимают работы великого советского учёного Константина Эдуардовича Циолковского, который навсегда вошёл в историю не только как теоретик космонавтики, но и как выдающийся мыслитель, вдохновляющий человечество на новые свершения в изучении вселенной.

Эта историческая связь с Циолковским ярко проявилась, когда участники первого в истории международного полета пилотируемых космических кораблей, члены экипажей «Союза-19» и «Аполлона», продемонстрировали свое уважение к его памяти, взяв с собой в космос три его книги и оставив на них свои автографы.

В честь 20-летия космической эры человечества издательство «Машиностроение» с представило факсимильные издания этих уникальных, «космических» по своему значению книг. Эти публикации не только музейные, но и важные для понимания истории и философии космонавтики, ведь они знакомят нас с основополагающими идеями Циолковского, которые были актуальны на момент их написания и остаются значимыми и в наши дни. Изучая эти произведения, читатель может погрузиться в предвидения и мечты о космических путешествиях, которые в свое время казались недостижимыми, но теперь стали реальностью благодаря усилиям многих ученых и инженеров, вдохновленных трудами Циолковского.

«Исследование мировых пространств реактивными приборами» — это первая в мире научная работа, посвящённая теории реактивного движения. В ней К. Э. Циолковский теоретически обосновал возможность осуществления межпланетных полетов с использованием реактивного летательного аппарата — ракеты. В этом труде также содержатся идеи о автоматическом управлении полетом при помощи гироскопического устройства, о возможностях использования солнечных лучей для навигации ракеты и другие интересные мысли. Работа была впервые опубликована в 1903 году. В 1914 и 1926 годах эта работа была издана в Калуге отдельными брошюрами. Настоящая публикация представляет собой факсимильное издание брошюры, изданной в 1914 году.

Для К. Э. Циолковского исследования в области ракет не были самоцелью. «Вся суть заключается в переселении с Земли и в заселении Космоса» [1], — утверждал великий ученый. В 1929 году он опубликовал в Калуге свою работу «Цели звездоплавания», в которой рассматривал будущее расселение человечества по планетам Солнечной системы. В этом труде Циолковский описывает картины звездоплавания, условия жизни на

межпланетных станциях, их устройство, а также возможности использования солнечной энергии и невесомости. Настоящее издание представляет собой факсимильную репликацию этой работы.

Принимая во внимание задачи, связанные с достижением космических скоростей и оптимальным выбором топлива, К. Э. Циолковский в своей работе «Космические ракетные поезда» разрабатывает теорию многоступенчатой ракеты. Эта концепция, по сути, стала основополагающей для реализации космических полетов. Все аспекты данной идеи, включая размышления о реактивных двигателях, были четко и глубоко изложены Циолковским в этой работе. Настоящая брошюра представляет собой факсимильное издание, впервые опубликованное в 1929 году в Калуге, сохраняя историческую ценность и оригинальный контекст работы одного из основоположников космонавтики.

Следующее издание, о котором хотелось бы рассказать это - «Есть пламя!» — книга Юрия Гагарина 1968 года издания, в которой собраны его статьи, письма, выступления.

Когда читаешь статьи и выступления Юрия Гагарина, невольно поражаешься его жизнерадостности, молодости и искреннему энтузиазму! Он выступал перед рыбаками в Мурманске и строителями в Комсомольске-на-Амуре, поднимался на плотину Красноярской ГЭС; посещал пионерские лагеря, чтобы ответить на множество детских "почему". Гагарин писал о спорте и вел споры с юными писателями о литературе, мечтая о полетах на другие планеты: "...даже совершив путешествие в космос, я остался верным своей мечте"[2], - отмечал он в одной из статей. Этот человек обладал широким кругозором, великолепной энергией и неугасимым оптимизмом; в его душе горело "светлое, вечное пламя подвига". Именно таким он предстаёт на страницах этой книги, в которой собраны его выступления для молодежи, статьи, письма и интервью.

Одной из сильных сторон книги является возможность более близко узнать Гагарина как человека. Его искренняя любовь к жизни отображается в строках, полных юмора и самоиронии. Он показывает, как важно верить в себя и следовать своей мечте, независимо от препятствий. Гагарин делится своими мыслями о дружбе, семье и человечности. Через страницы этой книги читатель может ощутить дух времени, когда космическая гонка была на пике, а Гагарин стал символом смелости и решимости. Важным аспектом его рассказов является не только личное восприятие космоса, но и обращение к важности сотрудничества всех людей для достижения общих целей. Гагарин подчеркивает, что космос — это не только техническое достижение, но и мост для соединения различных культур и народов на Земле.

Следующая книга, на которой бы хотелось остановиться это - «Восприятие пространства и времени в космосе» написанная Леоновым



Алексеем Архиповичем в соавторстве с Лебедевым Владимиром Ивановичем. Владимира Ивановича Лебедева по праву считают одним из основоположников космической, и интегративной медицины, экстремальной психологии и экстремальной медицины. Эта книга является одной из первых совместных работ с Алексеем Архиповичем Леоновым.

В данной книге рассматриваются особенности динамики полета космических летательных аппаратов и значение космонавтов в системе «человек — космический корабль». Авторы анализируют, как условия существования в космосе изменяют психофизиологические механизмы восприятия пространства и времени, когда человек покидает Землю. Особое внимание уделяется влиянию невесомости, длительной изоляции в ограниченном пространстве, эмоциональному напряжению и другим факторам, которые воздействуют на восприятие времени в ходе космического полета.

Одним из ярких моментов книги являются впечатления летчика-космонавта А. А. Леонова, когда он выходил из космического корабля в безопорное пространство. Также рассматриваются перспективы подготовки космонавтов для успешной ориентации в длительных космических миссиях, а также организация труда и отдыха на межпланетных космических кораблях.

Это издание особенно интересно для психологов, философов, биологов, врачей и других специалистов, которые изучают историю, и разрабатывают проблемы космической и авиационной медицины.

Следующее совместное издание А. А. Леонова и В. И. Лебедева, "Психологические особенности деятельности космонавтов", написанное в 1971 году, более подробно освещает тему. В данной книге летчик-космонавт СССР А. А. Леонов и на то время кандидат медицинских наук В. И. Лебедев рассматривают, такие факторы, как невесомость, длительная изоляция в ограниченных пространствах, эмоциональное напряжение и другие условия космического полета, влияют на восприятие времени человеком. Авторы также анализируют двигательную активность космонавтов в условиях невесомости. В книге обозначены перспективы взаимодействия человека и машины, а также подготовка космонавтов для успешной ориентации в длительных космических полетах и организации их труда и отдыха на межпланетных космических кораблях.

В заключение, хотелось бы обратить ваше внимание на книгу Тамары Фёдоровны Волиновой «Космос. Плеяда первых», изданную в Новосибирске в 2015 году.

Родом Тамара Федоровна из Прокопьевска, там окончила школу. И там же встретила своего будущего мужа, Бориса Волинова, который впоследствии стал лётчиком-космонавтом, дважды Героем Советского Союза, Героем Кузбасса, Почётным гражданином Кемеровской области.

Сама Тамара Федоровна – доктор технических наук, профессор, академик Нью-Йоркской академии, автор двух монографий, полутора сотен научных статей и свыше 20 изобретений. Она написала много научных работ по проблемам черной металлургии. В 2017 году Тамара Федоровна получила премию «Золотое перо России» за книгу «Космос. Плеяда первых». В которой она подробно рассказала о космонавтах «гагаринского» набора и их женах. Это романтическая быль о первых космонавтах и о том, что всегда оставалось за кадром.

В издании размещены фотографии, которые ранее нигде не публиковались. Среди них снимки, сделанные в санатории им. Фрунзе, где первые космонавты поддерживали спортивную форму и где их навещали маршал Климент Ворошилов, конструктор Сергей Королёв.

Особую ценность экземпляра, находящегося в Государственной научной библиотеке Кузбасса имени В. Д. Фёдорова, придает наличие автографов супругов Волиновых, подписанных ими для губернатора Кузбасса А. Г. Тулеева, который занимал этот пост в период с 1997 по 2018 годы. Данный факт свидетельствует о значимости этой книги не только как литературного произведения, но и как объекта культурной и исторической ценности, что делает эту книгу особенно интересной для исследователей, историков, а также для всех, кто интересуется лауреатами космической программы и их вкладам в историю науки и техники.

В заключение нашего доклада следует подчеркнуть, что представленные издания иллюстрируют многогранность и богатство знаний, накопленных человечеством о космосе, служат важным связующим звеном между наукой и культурой. Эти книги, насыщенные открытиями, теоретическими размышлениями и практическими достижениями, становятся и источником информации, и источником вдохновения для новых поколений исследователей и любителей астрономии. Они напоминают нам о том, как важно не только стремиться к познанию неизведанных горизонтов, но и делиться этими знаниями, расширяя границы нашего понимания и стимулируя интерес к космическим исследованиям.

Таким образом, издания, посвященные изучению космоса, хранящиеся в фондах Государственной научной библиотеки Кузбасса им. В.Д. Федорова, играют важную роль в науке и культуре государства, содействуя популяризации национальных достижений и сохранению исторической памяти о значимых событиях и выдающихся личностях страны.

### **Литература / References**

1. Циолковский К. Э. Исследование мировых пространств реактивными приборами. Космические ракетные поезда. Цели звездоплавания. М.: Машиностроение, 1977. 4 с.

2. Гагарин Ю. А. «Есть пламя!»: статьи, речи, письма, интервью. М.: Молодая гвардия, 1968. 126 с.
3. Леонов А. А., Лебедев В. И. Восприятие пространства и времени в космосе Академия наук СССР. М.: Наука, 1968. 116 с.
4. Леонов А. А., Лебедев В. И. Психологические особенности деятельности космонавтов. М.: Наука, 1971. 255 с.
5. Воынова Т. Ф. Космос. Плеяда первых: романтическая быль о первых космонавтах и о том, что всегда оставалось за кадром. Новосибирск: Приобские ведомости, 2015. 587 с.

КРИЧЕВСКИЙ С. В.

**ОТ ВЫХОДА А. А. ЛЕОНОВА В КОСМОС К ПОЛЕТУ  
«СОЮЗ – АПОЛЛОН» И К ПРОЕКТУ ЭКСПЕДИЦИИ НА МАРС:  
ИСТОРИЯ И ПЕРСПЕКТИВЫ МЕЖДУНАРОДНОГО  
СОТРУДНИЧЕСТВА**

*доктор философских наук, кандидат технических наук, профессор,  
главный научный сотрудник, Институт истории естествознания и  
техники имени С. И. Вавилова РАН, космонавт-испытатель, г. Москва*

**Аннотация.** В междисциплинарной постановке кратко рассмотрен ряд важных событий освоения космоса человеком в период 60-х гг. XX в. – первой четверти XXI в. в СССР / России и мире в дискурсе истории науки и техники, истории и перспектив международного сотрудничества. История освоения космоса человеком в XX – XXI вв. свидетельствует о важных результатах и достижениях, опыте создания и использования новых технологий, об уникальном опыте жизни, деятельности и сотрудничества людей. Всё это дает примеры и уроки, необходимые для изучения и решения старых и новых земных и космических проблем в сферах науки, образования и практики. Кратко представлены важные события, примеры, новации и перспективы в связи датами 2025 года: 60-летием первого выхода человека в открытый космос – А. А. Леонов, СССР (1965); 50-летием экспериментального полета «Союз-Аполлон» – СССР и США (1975); 25-летием начала работы в пилотируемом режиме Международной космической станции после прибытия экипажа первой основной экспедиции (2000); 100-летием проекта межпланетного корабля Ф. А. Цандера, его расчетов пилотируемого полета на Марс (1923 – 1924) и идеей нового проекта (2025) – международной пилотируемой экспедиции на Марс с участием России в 2030 – 2040 гг. Выделены 4 периода процесса освоения космоса человеком в контексте международного сотрудничества: 1) предыстория (до 70 гг. XX в.); 2) зарождение (70-е гг. XX в.). 3) становление и развитие (80-е гг. XX в. – середина 20-х гг. XXI в.); 4) развитие в новой реальности (с 2025 г.). Важную роль в освоении космоса человеком, в международном сотрудничестве сыграл А. А. Леонов –

выдающийся человек, совершивший первый выход в открытый космос (18.03.1965), командир экипажа космического корабля «Союз – 19» в экспериментальном полете «Союз – Аполлон» (15-21.07.1975), летчик-космонавт и профессионал, получивший уникальные знания, опыт, авторитет и статус в СССР / РФ и мире. Опыт подготовки и выполнения в СССР и США международной программы «Союз – Аполлон» (1970 – 1975) является примером, аналогом и шансом для начала нового этапа отношений РФ и США на Земле и в Космосе, преодоления кризиса в 20-е гг. XXI в. На Международной космической станции приобретен чрезвычайно важный и «объемный» междисциплинарный политический, научно-технический, технологический, медико-биологический, социокультурный, «бытовой» и другой, – национальный и общечеловеческий опыт. Его необходимо и предстоит изучать и эффективно использовать для подготовки и реализации новых международных проектов освоения космоса человеком в ОКП, на Луне, Марсе, в перспективных пилотируемых полетах в Солнечной системе в XXI в. Представлены краткая предыстория и новый взгляд на цель и сверхзадачу нового проекта международной пилотируемой экспедиции на Марс с участием России в 2030 – 2040 гг., при возможном сотрудничестве с США и КНР, идея которого была предложена в апреле 2025 г. Для безопасности, выживания и развития человека, России и человечества необходим и предстоит сложный переход к новому этапу международного сотрудничества, в т.ч. в освоении космоса человеком, особенно в связи с предстоящим прекращением работы МКС, с новыми идеями, проектами, технологиями, – в новой реальности, в условиях формирующегося нового мирового порядка.

**Ключевые слова:** выход в космос, история, Леонов А. А., международное сотрудничество, наука, освоение космоса человеком, полет, техника.

KRICHEVSKY S. V.

**FROM A. A. LEONOV'S LEAD INTO SPACE TO THE FLIGHT  
OF "SOYUZ — APOLLO" AND TO THE PROJECT OF THE  
EXPEDITION TO MARS: HISTORY AND PROSPECTS OF  
INTERNATIONAL COOPERATION**

*Doctor of Philosophical Sciences, Candidate of Technical Sciences, Professor,  
Chief Researcher, S. I. Vavilov Institute of the History of Natural Science and  
Technology, Russian Academy of Sciences, Test-Cosmonaut, Moscow*

**Abstract.** This interdisciplinary paper briefly considers a number of important events in human space exploration from the 1960s to the first quarter of the 21st century in the USSR/Russia and the world in the discourse of the history of science and technology, the history and prospects of international

cooperation. The history of human space exploration in the 20th–21st centuries bears witness to important results and achievements, experience in creating and using new technologies, and the unique experience of life, work, and cooperation between people. All this provides examples and lessons necessary for studying and solving old and new terrestrial and space problems in science, education, and practice. The paper briefly presents important events, examples, innovations, and prospects in connection with the dates in 2025: 60th anniversary of the first human spacewalk – A. A. Leonov, USSR (1965); 50th anniversary of the Apollo-Soyuz experimental flight – USSR and USA (1975); 25th anniversary of the start of manned operation of the International Space Station after the arrival of the crew of the first main expedition (2000); 100th anniversary of the interplanetary ship project of F. A. Tsander, his calculations for a manned flight to Mars (1923–1924) and the idea of a new project (2025) – an international manned expedition to Mars with the participation of Russia in 2030–2040. Four periods of the process of human space exploration are distinguished in the context of international cooperation: 1) prehistory (before the 1970s); 2) origin (1970s). 3) formation and development (1980s – mid-20s of the 21 century); 4) development in a new reality (since 2025). An important role in the exploration of space by man, in international cooperation was played by A. A. Leonov – an outstanding person, who made the first spacewalk (18.03.1965), commander of the crew of the Soyuz–19 spacecraft in the experimental flight Soyuz – Apollo (15-21.07.1975), pilot-cosmonaut and professional who gained unique knowledge, experience, authority and status in the USSR / RF and the world. The experience of preparation and implementation in the USSR and the USA of the international program Soyuz – Apollo (1970 – 1975) is an example, analogue and chance to start a new stage of relations between the RF and the USA on Earth and in Space, to overcome the crisis in the 20s of the 21 century. An extremely important and "voluminous" interdisciplinary political, scientific and technical, technological, medical and biological, socio-cultural, "everyday" and other – national and universal experience was acquired on the International Space Station. It is necessary and should be studied and effectively used for the preparation and implementation of new international projects for human space exploration in the NES, on the Moon, Mars, in promising manned flights in the Solar System in the 21st century. A brief background and a new look at the goal and super-task of the new project for an international manned expedition to Mars with the participation of Russia in 2030-2040, with possible cooperation with the United States and China, the idea of which was proposed in April 2025, are presented. For the safety, survival and development of man, Russia and humanity, a difficult transition to a new stage of international cooperation is necessary and is ahead, including in human space exploration, especially in connection with the upcoming cessation of the ISS, with new ideas, projects, technologies – in a new reality, in the context of the emerging new world order.

**Keywords:** spacewalk, history, Leonov A. A., international cooperation, science, human space exploration, flight, technology.

© Кричевский С. В., 2025

Публикуются материалы и результаты исследований автора в ИИЕТ РАН в 2024–2025 гг. по плану НИР по темам, посвященным истории техники.

Рассмотрим в междисциплинарной постановке ряд важных событий освоения космоса человеком в период XX в. – первой четверти XXI в. в СССР / России и мире, в дискурсе истории науки и техники, истории и перспектив международного сотрудничества [1 – 18].

В 2025 году три юбилейных даты из истории пилотируемых космических полетов, освоения космоса человеком: 60-летие первого выхода человека в открытый космос – А. А. Леонов, СССР (1965); 50-летие экспериментального полета «Союз-Аполлон» – СССР и США (1975); 25-летие начала работы в пилотируемом режиме Международной космической станции – РФ и США (2000) [1–6].

В связи с обсуждаемой темой, тенденциями в космонавтике и идеей нового проекта (2025) – международной пилотируемой экспедиции на Марс с участием России в 2030 – 2040 гг., – вспомним и про 100-летие проекта межпланетного корабля нашего выдающегося ученого и инженера Ф. А. Цандера (1987-1933), и его расчетов пилотируемого полета на Марс (1923 – 1924) [7-17].

История, реалии и перспективы освоения космоса человеком в нашей стране и мире охватывают множество аспектов: правовых, политических, научно-технических, производственных, социальных, социокультурных, экологических, экономических, образовательных и др. [4].

Важную роль играют пилотируемые полеты в жизнь людей вне Земли, они оказывают значительное влияние на людей, общественное сознание, множество сфер деятельности общества, международное сотрудничество, будущее нашей страны и человечества. Прежде всего потому, что создают новую картину мира, позитивный образ из достижений и возможностей человека, страны и человечества, что важно для решения земных проблем.

Всё это проявляется и в современный очень сложный, турбулентный период отечественной и мировой истории. И нам есть, чем гордиться и к чему стремиться в освоении космоса, в новом движении – через земные и внеземные тернии – к звёздам.

Пример жизни для всех нас: Алексей Архипович Леонов (1934 – 2019) – выдающийся человек, лётчик-космонавт, профессионал, руководитель, общественный деятель, художник [1 – 3].

Изучение истории, важных событий в освоении космоса, их взаимосвязей позволяет выявить основные закономерности и тенденции

развития идей, проектов, технологий, человека и человечества на Земле и в Космосе. Представим это в виде краткого обзора с использованием ряда источников.

### **1. 60-летие первого выхода человека в открытый космос (А. А. Леонов (СССР), 18.03.1965)**

«18 марта 1965 года, в 11 часов 30 минут по московскому времени свершилось событие, имеющее важное общечивилизационное значение: **впервые в мире человек покинул пределы кабины космического аппарата и вышел в открытое космическое пространство!** Пилот корабля «Восход – 2», летчик-космонавт СССР подполковник Алексей Леонов в специальном скафандре с автономной системой жизнеобеспечения совершил выход в открытый космос, находился в свободном плавании, удалился от корабля на расстояние до пяти метров, успешно провел комплекс исследований и наблюдений и благополучно возвратился назад. Командир корабля «Восход – 2», летчик-космонавт СССР полковник Павел Беляев контролировал действия пилота и был готов в любую минуту прийти на помощь своему коллеге» [6].

Это событие общемирового значения в дальнейшем привело к тому, что именно А. А. Леонов, как выдающийся человек – летчик-космонавт и профессионал, получил уникальные знания, опыт, авторитет и статус в нашей стране и мире, сыграл важную роль в освоении космоса человеком, в международном сотрудничестве.

### **2. К 50-летию экспериментального полета «Союз - Аполлон» (А. А. Леонов, В. Н. Кубасов (СССР), Т. П. Стаффорд, В. Д. Бранд, Д. К. Слейтон (США), 15.07.1975)**

«15 июля 1975 года – начало совместного экспериментального пилотируемого полета советского корабля «Союз – 19» и американского «Аполлон».

Начало экспериментальному проекту «Союз – Аполлон» было положено 26-27 октября 1970 года. В это время в Москве состоялась первая встреча советских и американских специалистов по проблемам совместимости средств сближения и стыковки пилотируемых космических кораблей.

Через два года в Москве было подписано Соглашение между СССР и США о сотрудничестве в исследовании и использовании космического пространства в мирных целях, которое предусматривало стыковку советского пилотируемого корабля «Союз» и американского космического корабля «Аполлон» в открытом космосе с взаимным переходом космонавтов» [6].

В честь Дня космонавтики, в преддверии 50-летия знаменитого советско-американского космического полёта «Союз-Аполлон» РГАНТД представил масштабный проект: 10 апреля 2025 года открылась выставка «Встреча на орбите. “Союз” и “Аполлон”. К 50-летию полета».

17 июля 1975 года. Легендарная стыковка космических кораблей: советского «Союз-19» и американского «Аполлон». Знаменитое «космическое рукопожатие» над рекой Эльбой, где за 30 лет до этого (в 1945 году, что важно в связи с 80-летием Победы в Великой Отечественной войне) состоялась встреча войск союзников Второй Мировой войны. Этот день навсегда стал символом международного научного и политического сотрудничества в космосе.

В РГАНТД хранится крупнейшая в мире коллекция документов об этом полёте. В основу выставки «Встреча на орбите» легли уникальные архивные материалы: фотографии, чертежи, фоно- и видеозаписи, в том числе ранее не публиковавшиеся рассекреченные документы. Материалы экспозиции иллюстрируют, какой путь прошли специалисты СССР и США при подготовке полета «Союза» и «Аполлона» [5].

«Трудностей было немало: все началось с преодоления языкового барьера, осложненного специфическими техническими терминами, и систематизации встреч рабочих групп и документации. Космические корабли «Союз» и «Аполлон» изначально были полностью несовместимы – разная атмосфера и воздух внутри, разные принципы связи, сближения, даже разное время в полете: космонавты ориентировались на московское время, а астронавты – на время от начала полета ... успешная стыковка советского и американского кораблей продемонстрировала широкие возможности мирного диалога в космосе» [5].

Опыт успешного осуществления программы «Союз – Аполлон» послужил хорошей основой для: проведения в последующем международных космических полетов по совместной программе «Мир» – «Шаттл», в рамках которых российские космонавты и грузы доставлялись на орбиту шаттлами, а американские астронавты проводили экспедиции на орбитальной станции «Мир»; создания с участием многих государств мира и совместной эксплуатации Международной космической станции (МКС) [5].

Опыт подготовки и выполнения программы «Союз – Аполлон» (1970-1975) является примером, аналогом и шансом для начала нового этапа отношений РФ и США на Земле и в Космосе, для преодоления современного мирового кризиса в 20-е гг. XXI в.

**3. К 25-летию начала работы в пилотируемом режиме Международной космической станции (С. К. Крикалев, Ю. П. Гидзенко (РФ) и У. М. Шепард (США), 2.11.2000)**

2 ноября 2000 года транспортный пилотируемый корабль «Союз ТМ-31» доставил на борт Международной космической станции (МКС) экипаж первой основной экспедиции.

Всего на МКС были и работали более 280 человек из 23 стран, в т.ч. 72 основных экспедиции.



Проект МКС объединяет ресурсы, научно-технические достижения и опыт России и других стран, способствует развитию национальных экономик и эффективному использованию космоса в интересах мирового сообщества, взаимопониманию государств. МКС - необходимая ступень в освоении космоса человеком, развитии человечества в аспектах науки и техники, создания и применения новых технологий, использования ресурсов Земли и Солнечной системы.

В разработке, создании и эксплуатации МКС участвуют 15 стран — Россия, США, Япония, Канада, Бельгия, Великобритания, Германия, Дания, Испания, Италия, Нидерланды, Норвегия, Франция, Швейцария и Швеция. Организационно МКС разделена на российский и американский сегменты. Общая масса ~ 440 т. Высота полета ~ 400 км. Планируется завершение работы МКС в 2028 г. [6, 18].

Приобретен чрезвычайно важный и «объемный» междисциплинарный политический, научно-технический, технологический, медико-биологический, социокультурный, «бытовой» и другой – национальный и общечеловеческий опыт. Его необходимо и предстоит изучать и эффективно использовать для подготовки и реализации новых международных проектов освоения космоса человеком в ОКП, на Луне, Марсе, в перспективных пилотируемых полетах в Солнечной системе в XXI в.

#### **4. Идея проекта Международной пилотируемой экспедиции на Марс с участием России в 2030-2040 гг.**

##### **4.1. Краткая предыстория**

100 лет назад наш выдающийся ученый и инженер Ф. А. Цандер (1887 – 1933), вдохновленный идеями К. Э. Циолковского (1857 – 1935) о космических полетах для расселения человечества вне Земли, провозгласил девиз «Вперед, на Марс!», упорно и самоотверженно работал над проектом межпланетного корабля (1923), сделал расчеты для полета на Марс (1924): «для 2-3 человек ... корабль массой 400 тонн при использовании ракетных двигателей на компонентах жидкий водород и жидкий кислород» [7; 8, с.42].

В мире в XX – XXI вв. разработаны десятки специальных проектов ракет, кораблей, баз для пилотируемых полетов на Марс, его исследования и освоения человеком. Выделим одни из первых: в США (1952, «Марсианский проект» (Das Marsprojekt), В. фон Браун); в СССР (1959, Тяжелый межпланетный корабль (ТМК) для облета Марса; 1960 – Межпланетный экспедиционный комплекс (МЭК) с посадкой человека на Марс, – под руководством С. П. Королева, в ОКБ-1, ныне ПАО РКК «Энергия им. С. П. Королева») [8, с. 43, 45; 9].

Но ни один из этих проектов пока не реализован в пилотируемом полете на Марс.

В США в 1998 г. Р. Зубриным и др. основано и активно действует Марсианское общество (свыше 5000 членов, 6000 участников более чем в 50-ти странах). Это крупнейшая и влиятельная в мире организация, занимающаяся исследованием и заселением человеком планеты Марс [10].

В России разработан новый проект МЭК для полета на Марс, вышла коллективная монография «Пилотируемая экспедиция на Марс» под редакцией академика РАН А. С. Коротеева (2006) [8].

В России в 2007 г. в редакции «НГ-науки» был круглый стол о пилотируемом полете на Марс [11].

В 2009 г. в КНР опубликована идея проекта создания колонии людей на Марсе с «обратным» заселением Земли после глобальной катастрофы на ней [4].

В 2016-2018 гг. И. Маск, основатель и глава корпорации SpaceX (США) опубликовал идеи о человечестве как многопланетной цивилизации, предложил создать на Марсе город с населением 1 млн чел. В 2020 г. он анонсировал отправку человека на Марс в 2026-м, а к 2050-му 1 млн чел. [4, 15].

20 января 2025 г. президент США Д. Трамп заявил о намерении отправить американских астронавтов ... которые установят звездно-полосатый флаг на планете Марс» [12].

17 марта 2025 г. И. Маск заявил, что человек впервые ступит на Марс через 5-7 лет. Космический корабль с человекоподобным роботом Optimus полетит на Марс в конце 2026 года [13].

4.2. Новый взгляд на цель и сверхзадачу пилотируемой экспедиции на Марс

2 апреля 2025 г. в Москве состоялся Круглый стол «Международная пилотируемая экспедиция на Марс с участием России в 2030-2040 гг.», его организовали и провели Московский космический клуб и МГТУ им. Н. Э. Баумана. Заседание прошло в Учебно-лабораторном корпусе университета, участвовало более 100 человек, принято Решение Круглого стола [14–17].

Пришло время для начала подготовки и реализации пилотируемых полетов на Марс на основе «критической массы» людей, идей, знаний, опыта, технологий, ресурсов, их объединения. Открывается «окно возможностей» для ведущих космических государств и всего человечества.

Пилотируемая экспедиция, полеты людей на Марс с участием России стратегически и экзистенциально необходимы для устойчивого освоения космоса человеком, начала экспансии за пределы Земли, в дальний космос, на Марс для его освоения, колонизации как резервной планеты, для выживания, безопасности и развития человечества (в перспективе) [4].

Предстоит решить ряд организационных и «технологических» проблем: политических, правовых, экономических, научно-технических, медико-биологических, социо-гуманитарных и др.

Самые сложные проблемы связаны с миром, безопасностью, сотрудничеством на Земле, с надежностью техники, с безопасностью полетов и деятельности, качеством жизни людей в космосе.

Необходимо преодолеть сложнейший «радиационный барьер» и другие барьеры, связанные с ними риски. Но пока нет уверенности, что это получится вообще, а тем более в ближайшие 5-7 лет.

России пилотируемый «марсианский» проект необходим как сверхзадача для получения новых знаний, развития науки и техники, новых космических и других технологий, сохранения статуса ведущей космической державы, развития космической и других технологических отраслей, освоения внеземных ресурсов, международного сотрудничества с учетом наших национальных интересов.

Для объединения знаний, опыта, потенциалов, ресурсов, технологий, обеспечения безопасности и высокой эффективности, данный проект должен быть международным и межотраслевым, на базе научных знаний, исследований в междисциплинарной постановке, с учетом истории, возможностей, ограничений, тенденций, перспектив, в балансе с реалиями и решением проблем на Земле.

Необходимо инициировать, разработать и принять международные соглашения (договоры): «Международная пилотируемая экспедиция на Марс» (участники: США, Россия, КНР и др.); «Освоение Марса» - в ООН; программы, проекты и «дорожные карты».

Россия может и должна выступить инициатором этих соглашений, они будут способствовать нормализации отношений с США и другими странами, преодолению современного мирового кризиса, развитию сотрудничества на Земле и в космосе при переходе к новому мировому порядку [15,16].

### **Выводы**

1. История освоения космоса человеком в России и мире в XX - XXI вв. свидетельствует о важных результатах и достижениях, опыте создания и использования новых технологий, а также об уникальном опыте жизни, деятельности и сотрудничества людей. Всё это дает примеры и уроки, необходимые для изучения и решения старых и новых земных и космических проблем в сферах науки, образования и практики.

2. Важную роль в освоении космоса человеком, в международном сотрудничестве сыграл А. А. Леонов – выдающийся человек, летчик-космонавт и профессионал, обладавший уникальными знаниями, опытом, авторитетом и статусом в нашей стране и мире.

3. Кратко рассмотрены важные события, примеры, новации и перспективы. Можно выделить 4 периода процесса освоения космоса в пилотируемых полетах в контексте международного сотрудничества: 1) предыстория (до 70 гг. XX в.);

2) зарождение (70-е гг. XX в.); 3) становление и развитие (80-е гг. XX в. – середина 20-х гг. XXI в.); 4) развитие в новой реальности (с 2025 г.).

4. Для безопасности, выживания и развития человека, России и человечества необходим и предстоит сложный переход к новому этапу международного сотрудничества, в т.ч. в освоении космоса человеком, особенно в связи с предстоящим прекращением работы МКС, с новыми идеями, проектами, технологиями, - в новой реальности, в условиях формирующегося нового мирового порядка.

#### **Литература / References**

1. Мировая пилотируемая космонавтика / под ред. Ю. М. Батурина. М.: РТСофт, 2005. 752 с.
2. Леонов А. А. Время первых. Судьба моя – я сам. М.: АСТ, 2019. 352 с.
3. Ребров М.Ф., Гильберг Л.А. «Союз» и «Апполон». М.: Изд-во полит. литературы, 1976. 270 с.
4. Кричевский С. В. Освоение космоса человеком: Идеи, проекты, технологии экспансии. История и перспективы. Изд. 2-е, испр. и доп. М.: ЛЕНАНД, 2022. 448 с.
5. РГАНТД [Электронный ресурс]. URL: <https://rgantd.ru/> (дата обращения: 9.04.2025).
6. Роскосмос [Электронный ресурс]. URL: <https://www.roscosmos.ru/> (дата обращения: 9.04.2025).
7. Цандер Ф. А. Проблемы межпланетных полетов. М.: Наука, 1988. 232 с.
8. Пилотируемая экспедиция на Марс / под ред. А. С. Коротеева. М.: РАКЦ им. К.Э. Циолковского, 2006. 320 с.
9. Бугров В. Е. Марсианский проект С. П. Королева. М.: Рус. витязи, 2007. 148 с.
10. Марсианское общество [Электронный ресурс] // Википедия. URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Марсианское\\_общество](https://ru.wikipedia.org/wiki/Марсианское_общество) (дата обращения: 9.04.2025).
11. Запасная планета для человечества [Электронный ресурс] // Независимая газета. Приложение НГ-Наука. 2007. 14 февраля. URL: [https://www.ng.ru/science/2007-02-14/11\\_planeta.html](https://www.ng.ru/science/2007-02-14/11_planeta.html) (дата обращения: 9.04.2025).
12. Трамп объявил о подготовке миссии США на Марс [Электронный ресурс] // РБК. 2025. 20 января. URL: <https://www.rbc.ru/politics/20/01/2025/678e8a229a79472d12baf898?ysclid=m8g3hjfquy5185596495> (дата обращения: 9.04.2025).
13. Илон Маск рассказал, когда человек впервые ступит на Марс // РИА Новости. 2025. 17 марта. [Электронный ресурс]. URL: <https://ria.ru/20250317/mask--2005579057.html> (дата обращения: 9.04.2025).

14. Прошел круглый стол «Международная пилотируемая экспедиция на Марс с участием России в 2030-2040 гг» [Электронный ресурс] // ИИЕТ РАН. 4.04.2025. URL: <https://ihst.ru/2025/04/04/> (дата обращения: 9.04.2025).

15. Кричевский С. В. Вперёд, на Марс! Новые проекты и возможности // Взгляд с орбиты. 2025. № 4. С. 4-5.

16. Кричевский С. В. На пыльных тропинках Красной планеты не наши следы. Отряд космонавтов празднует юбилей, но готов летать только вокруг Земли [Электронный ресурс] // Независимая газета. Приложение «НГ-Наука». 2025. 8 апреля. URL: [https://www.ng.ru/nauka/2025-04-08/10\\_9230\\_astronauts.html](https://www.ng.ru/nauka/2025-04-08/10_9230_astronauts.html) (дата обращения: 9.04.2025).

17. Московский космический клуб [Электронный ресурс]. URL: <https://mosspaceclub.ru/> (дата обращения: 9.04.2025).

18. Романенкова А. Последний путь станции: Когда МКС упадёт на Землю и куда теперь летать космонавтам [Электронный ресурс] // Life.ru. 10 апреля 2025 г. URL: <https://life.ru/p/1742489?ysclid=m9aj7zwy6s904806648> (дата обращения: 10.04.2025).

ЛОСЕВА В. П., КОТОВА Н. И.

## **ОСОБЕННОСТИ ВОДОПОДГОТОВКИ НА МЕЖДУНАРОДНОЙ КОСМИЧЕСКОЙ СТАНЦИИ**

*Кафедра нормальной физиологии имени профессора Н. А. Барбараш  
Кемеровского государственного медицинского университета, г. Кемерово*  
Научный руководитель – д-р мед. наук Д. Ю. Кувшинов

**Аннотация.** Ежедневное потребление воды экипажем МКС, а также её использование в системах жизнеобеспечения, делает её доставку с Земли крайне дорогостоящей. Для решения этой проблемы разрабатываются инновационные системы регенерации воды, основанные на технологии обратного осмоса и других методах очистки. Эти системы позволяют многократно использовать воду, включая бытовые сточные воды и конденсат из воздуха, что значительно снижает зависимость МКС от поставок с Земли.

Успешное внедрение таких технологий не только сокращает расходы, но и является важным шагом к созданию автономных космических станций будущего. Однако разработка и тестирование таких систем требуют решения сложных инженерных задач, связанных с условиями микрогравитации, радиацией и энергоэффективностью.

**Ключевые слова:** Международная космическая станция (МКС), регенерация воды, обратный осмос, микрогравитация, система ECLSS.

LOSEVA V. P., KOTOVA N. I.

## **FEATURES OF WATER TREATMENT ON THE INTERNATIONAL SPACE STATION**

*Professor N. A. Barbarash Department of Normal Physiology*

*Kemerovo State Medical University, Kemerovo*

*Supervisor – MD, DSc in Medicine D. Y. Kuvshinov*

**Abstract.** The daily water consumption of the ISS crew, as well as its use in life support systems, makes its delivery from Earth extremely expensive. To address this issue, innovative water reclamation systems based on reverse osmosis and other purification methods are being developed. These systems allow for the reuse of water, including household wastewater and condensate from the air, significantly reducing the ISS's dependence on supplies from Earth.

Successful implementation of such technologies not only reduces costs but is also an important step toward the creation of autonomous space stations of the future. However, developing and testing such systems requires solving complex engineering challenges related to microgravity conditions, radiation, and energy efficiency.

**Keywords:** International Space Station (ISS), water regeneration, reverse osmosis, microgravity, ECLSS system.

Жизнь на Международной космической станции (МКС) – это крайне ресурсоемкое предприятие. Один из самых драгоценных ресурсов – вода. Ежедневно каждый космонавт потребляет около 2,5 литров питьевой воды, что само по себе является немалым количеством, учитывая ограниченность пространства и сложности доставки [1].

Однако потребность в воде выходит далеко за рамки простого утоления жажды. Она необходима для бесперебойной работы сложнейших систем жизнеобеспечения станции, обеспечивающих пригодную для дыхания атмосферу, регулирование температуры и множество других критически важных функций. Для российских космонавтов, привыкших к чистой родниковой воде, её доставка на МКС осуществляется в специальных герметичных пакетах, отправляемых с Земли [2]. Это, разумеется, крайне дорогостоящее мероприятие, учитывая огромные затраты на запуск ракет-носителей, подготовку и страхование грузов. Тонны воды, необходимые для длительной экспедиции, представляют собой значительную статью расходов. В Роскосмосе активно ведутся работы над созданием уникальной установки по очистке и регенерации воды, которая сможет эффективно функционировать в условиях невесомости и экстремальных температурных перепадов на борту МКС.

Принцип действия этой инновационной системы базируется на технологии обратного осмоса – проверенном и надежном методе очистки воды от различных примесей. Новаторство заключается в том, что эта

установка позволит многократно использовать воду, которая традиционно считается использованной. Речь идет о воде, использованной экипажем для гигиенических процедур – умывания, душа, а также воде, используемой стиральной машиной. Благодаря многоступенчатой системе фильтрации и очистки, эта вода будет проходить обработку, превращаясь вновь в пригодную для питья и технических нужд жидкость. По предварительным оценкам, один цикл работы установки способен очистить от 760 до 1200 литров воды – количество, значительно превышающее суточный расход воды тремя космонавтами. Рассчитано, что установка будет оптимально работать для экипажа из трех человек. Успешное внедрение такой системы позволит существенно снизить зависимость МКС от дорогостоящих поставок воды с Земли, а также станет важным шагом к созданию более автономных и устойчивых космических станций будущего, способных функционировать длительное время без постоянной поддержки с Земли.

Вода на Международной космической станции (МКС) изначально доставляется грузовыми кораблями. Значительная часть воды, используемой на станции, перерабатывается и восстанавливается. Также сказывается и дороговизна применяемых в качестве загрузки ионообменных смол (слабо- и сильнокислых катеонитов). Удаление органики и микрофлоры из загрузки на основе ионообменных смол требует особых дополнительных средств и затрат на регенерацию [1,5]. Система экологического контроля и жизнеобеспечения космической станции собирает сточные воды и влагу из воздуха (включая пот и дыхание членов экипажа) и направляет их в узел обработки, где производится питьевая вода [4].

Центрифужная система предварительной обработки: для компенсации условий микрогравитации инженеры НАСА разработали эту систему для дистилляции сточных вод. Вода подается в быстро вращающийся барабан, из которого извлекается водяной пар, который затем конденсируется в процессе дистилляции с высокой энергоэффективностью. Объединенные сточные воды проходят через механические фильтры, которые удаляют крупные частицы, взвешенные вещества и другие механические примеси. После этого вода направляется в ионообменные фильтры, содержащие абсорбирующие материалы.

Вода для очистки поступает из различных систем жизнеобеспечения корабля. На сегодняшний день, около 93% всей влаги, находящейся на станции, проходит процесс переработки. В этот объем входят как бытовые сточные воды, так и влага, полученная из продуктов питания. Кроме того, конденсат из воздуха жилых отсеков и специализированная система рециркуляции воды ECLSS (WRS), перерабатывают отработанную воду из топливных элементов космического аппарата [2].

Для гарантии исправной работы системы водоочистки, члены экипажа регулярно отбирают пробы питьевой воды и отправляют их на Землю, где в лабораторных условиях определяются показатели её качества.

После завершения цикла очистки и подготовки воды к повторному использованию, космонавты прилагают максимум усилий для её рационального применения и сокращения расходов.

Даже при интенсивных усилиях по консервации и переработке космическая станция будет постепенно терять воду из-за неэффективности системы жизнеобеспечения [1].

Вода питьевая космосе хранится в шарообразных ёмкостях. Объём равен от 21 литра (система «Колос-5Д») до 30 литров (система «Родник» для орбитальной станции). Также существуют бачки для воды «Гранат-6», которые применяются только в случае аварийного приземления в безлюдной местности и во время всего полёта остаются запечатанными, что препятствует проникновению в воду патогенной микрофлоры. Они имеют форму «канистры».

Для гигиенических нужд воду не применяют, на МКС доставляют специальные влажные полотенца. Вода, полученная из отходов жизнедеятельности, используется не для питья [4].

Исследователи продолжают разрабатывать методы для оптимизации систем жизнеобеспечения на космической станции, стремясь уменьшить потери воды и найти способы повторного использования других отходов. Если удастся повысить эффективность систем рециркуляции воды до более чем 95 процентов, то воды, содержащейся в продовольственном запасе станции, будет достаточно для компенсации утраченной воды.

#### **Литература / References**

1. Сидоров М. А., Козлов Д. И. Водоподготовка и регенерация воды в условиях космоса. М.: Издательство "Аэрокосмические системы", 2018. 315 с.
2. Иванов А. В., Петров С. К. Системы жизнеобеспечения на Международной космической станции. М.: Космические технологии, 2015. 280 с.
3. Козлов Д. И. Инновационные технологии очистки воды на МКС // Космические исследования и технологии. 2020. № 4. С. 45-58.
4. Системы рециркуляции воды на МКС: достижения и перспективы // Роскосмоса: [сайт]. URL: <https://www.roscosmos.ru/31045/> (дата обращения: 23.03.2025).
5. Вода в космосе // Как космонавты пьют воду в космосе. URL: <https://vione.ru/blog/vse-o-vodorodnoy-vode/voda-v-kosmose/> (дата обращения 23.03.2025).
6. Патент РФ № 2656789. Способ очистки воды в условиях микрогравитации / Иванов А. В., Петров С. К. 2018.



МЕДВЕДЕВА А. М.  
**БИОПЕЧАТЬ В КОСМОСЕ**

*Кафедра истории*

*Кемеровского государственного медицинского университета, г. Кемерово*

Научный руководитель – канд. ист. наук, доцент А. В. Палин

**Аннотация.** Для повышения качества оказания медицинской помощи в условиях длительных космических полетов могут применяться методы тканевой инженерии, а именно 3D- и 4D-био печать. Достижения в этой области могут в конечном итоге решить многие медицинские проблемы.

**Ключевые слова:** медицина, космос, био печать, тканевая инженерия, микрогравитации.

MEDVEDEVA A. M.  
**BIOPRINTING IN SPACE**

*Department of History*

*Kemerovo State Medical University, Kemerovo*

Supervisor – PhD in History, Associate Professor A. V. Palin

**Abstract.** Tissue engineering techniques, namely 3D and 4D bioprinting, can be used to improve the quality of medical care during long-term space flights. Advances in this area may ultimately solve many medical problems.

**Keywords:** medicine, space, bioprinting, tissue engineering, microgravity.

Миллионы людей в мире сталкиваются с утратой функций жизненно важных органов. Но доступность органов для трансплантации очень сильно ограничена. Для решения этой проблемы разрабатываются методы тканевой инженерии, такие как 3D и 4D-био печать. Успехи в данной области в перспективе могли бы решить многие проблемы медицины. Био печать – быстро развивающаяся технология, с помощью которой возможно производство тканей и органов для конкретного человека, возможна разработка моделей тканей для фундаментальных исследований и создание микроткани для индивидуального подбора лекарственной терапии во время лечения.

Потенциал применения био печати не ограничивается Землей, одним из новых перспективных и быстро развивающихся направлений на данный момент является био печать в условиях космоса. Планы космических путешествий отодвигаются все дальше и дальше от Земли, тем самым увеличивая продолжительность миссий, это в свою очередь требует автономности оказываемой медицинской помощи, не зависящей от Земли, как в ресурсах, так и в способности проведения операций [1].

При этом стоит отметить, что за последние время технологии тканевой инженерии получили значительное развитие и биопечать позволяет изготавливать как простые, так и сложные модели тканей. Обычная 3D-биопечать основана на использовании гидрогелей как средства выращивания новой ткани из существующих клеток. Гидрогель – это искусственный влагопоглощающий материал на основе гидрофильных природных полимеров, который способствует накоплению и сохранению влаги. Биочернила состоят из живых клеток и гидрогеля, они должны быть достаточно стабильными для биопечати конструкций с высокой точностью формы и в то же время достаточно мягкими, чтобы можно было встраивать клетки для их выживания и функционирования [1,2].

Гидрогели обычно печатают при температуре охлаждения или окружающей среды, чтобы поддерживать относительно низкую кажущуюся вязкость. Позже, во время культивирования ткани, температура гидрогеля повышается, вызывая физическое сшивание, тем самым значительно увеличивая вязкость. Под действием силы тяжести Земли первоначальные гидрогели с низкой вязкостью не способны сохранять свою форму, что часто приводит к образованию луж на поверхности печати. Для придания этим маловязким материалам желаемой тканеподобной формы необходимы каркасные материалы или другие опорные конструкции. Большинство традиционных каркасов не предназначены для поддержки меньших и более сложных форм, встречающихся в сосудистых или лимфатических узлах [1].

Хотя тканевая инженерия без каркасов была продемонстрирована в наземных экспериментах, ее масштабы и применимость к различным типам клеток ограничены. При этом возникает необходимость выдерживания напечатанной ткани в условиях, в которых они смогут окрепнуть в течение нескольких недель. Биопечать без каркасов в условиях микрогравитации позволит изучить, как напечатанные клетки взаимодействуют друг с другом в отсутствие избыточного материала. Преимущества микрогравитации могут также позволить осуществлять 3D-биопечать сложных структур и тканей, которые по-прежнему сложнее изготовить в наземных экспериментах из-за ограничений, связанных с необходимостью структурной поддержки [1].

Биопечать может осуществляться в основном с использованием струйных, лазерных и экструзионных технологий. Следует учитывать влияние микрогравитации на рабочие механизмы каждой технологии [1].

Технологии биопечати сильно различаются по разрешению и масштабным производственным возможностям, что влияет на размер, качество и точность печатных структур. Высокая точность (осаждение отдельных клеток) и высокое разрешение (десятые доли клеток или капли нанолитра) достигаются с использованием лазерных систем и струйных технологий для создания небольших структур. Напротив, геометрия

среднего разрешения и большого объема достигается с помощью биопринтеров на основе экструзии. Эти три метода биопечати также различаются по вязкости печатного материала: лазерные системы способны выбрасывать только прикрепившиеся клетки или сфероиды, струйная печать позволяет обрабатывать только суспензии клеток с низкой вязкостью, а экструзионная печать подходит практически для всех возможных вязкостей. При струйной биопечати гравитация на Земле по-прежнему ограничивает возможности, но которые можно исправить при микрогравитации. Лазерные биопринтеры будут меньше всего подвержены влиянию микрогравитации, поскольку гравитация не оказывает негативного влияния на лазерный луч. Однако лазерные 3D-биопринтеры нуждаются в последующей очистке, поскольку в процессе остаются остатки материалов, в то время как струйные 3D-биопринтеры используют все образовавшиеся капли для формирования окончательной конструкции [1,3].

Биопечать на основе экструзии стала более популярной техникой в биопечати из-за ее экономичности и обеспечения точного контроля и разрешения с высокой повторяемостью. В 3D-биопринтерах, основанных на экструзии, давление поршня или пневматической системы выдавливает биочернила через сопло принтера, образуя непрерывную нить, которая создает окончательную структуру. Для создания 3D-объекта обычно используют послойный подход, печатая плоские слои друг на друга. Существуют разные методы экструзии: прямое письмо, печать в коагуляционной ванне, печать в опорной ванне, коаксиальная экструзия. Благодаря биопечати на основе экструзии существует возможности использовать многочисленные биочернила, характеризующиеся широким спектром физико-химических свойств, а также создавать сложные гетерогенные конструкции, содержащие несколько типов клеток и биоматериалов [1,3].

Хотя 3D-печать является многообещающим методом биопроизводства, она имеет существенные ограничения в разработке сложных неплоских элементов и форм, а также достижении временных изменений свойств конструкций из нескольких материалов. Эти ограничения особенно очевидны при изготовлении трубчатых или изогнутых живых структур. 3D-биопечать не обеспечивает способность живых тканей изменять форму/свойства со временем, чтобы реагировать на стимулы микроокружения. Оптимальное формирование ткани может потребовать временных изменений геометрии и других свойств каркаса. Для формирования сложных структур была создана 4D-печать (4D = 3D + время), которая стала новым поколением технологий биопроизводства [4].

4D-биопечать основана на 3D-биопечати, отличающейся введением времени как четвертого измерения, в котором происходит переход от 3D-печатного каркаса к новому отчетливому и стабильному состоянию при

воздействии одного или нескольких раздражителей [5]. Применение одного или нескольких стимулов запускает трансформацию печатной структуры, вызывая либо структурные, либо функциональные изменения в конструкции.

4D-печать упрощает изготовление изогнутых или трубчатых структур за счет использования прямоугольного бислоя, который при правильном стимулировании самосворачивается в трубку или куполообразную структуру. Кроме того, сочетание 4D-печати и полимеров с памятью формы позволяет изготавливать конструкции, которые можно сжимать до меньших размеров, что позволяет их имплантировать с помощью минимально инвазивных процедур и которые могут восстановить свой первоначальный или заранее заданный размер и форму при достижении места дефекта. Каркасы, меняющие форму на основе 4D-печати, изготавливаются с использованием методов 3D-печати и впоследствии подвергаются воздействию одного или нескольких внешних стимулов, которые запускают трансформацию их формы. Гидратация была определена как один из самых популярных стимулов, исследуемых в современных подходах 4D-биопечати для изменения формы. Многие ткани реагируют на изменения влажности окружающей среды. Температура является широко исследованным стимулом изменения формы «умных» материалов. Эта тенденция также была очевидна при 4D-печати. Простота применения и возможность настраивать температуру срабатывания путем изменения состава материала являются основными преимуществами, которые сделали термочувствительные материалы [6].

Помимо гидратации и температуры, свет также использовался для изменения формы при 4D-печати. К преимуществам света как раздражителя относится его локальный характер, позволяющий точно фокусироваться, а также быстро переключаться. Комбинация двух или более стимулов, представленных выше, может использоваться для многократного запуска трансформации формы. Материалы с памятью формы могут запоминать постоянные формы, принимать временную форму и восстанавливать свою первоначальную форму при воздействии раздражителей, таких как температура, влажность, свет или магнитное поле. Полный цикл создания материала с памятью формы включает в себя две фазы: этап программирования и этап восстановления. На этапе программирования материал деформируется до временной формы, а на этапе восстановления он самостоятельно преобразуется обратно в свою первоначальную постоянную форму после применения стимула [4].

Дифференциальное набухание – это еще один механизм, который широко используется в 4D-печати для изготовления каркасов, изменяющих форму. Дифференциальное набухание использовалось для создания преимущественно трубчатых или изогнутых структур. Один из подходов, использующих этот механизм, основан на использовании двухслойного

каркаса, содержащего два материала с различными профилями набухания. Наличие гидрофильного слоя, а также гидрофобного или менее гидрофильного слоя позволяет контролировать изгиб бислойа в направлении его толщины при погружении образца в водные растворы [4].

Биопечать обладает большими возможностями использования как на Земле, так и в космосе. С помощью тканевой инженерии возможно заживление ран и восстановление тканей кожи. Травмы, которые считаются на Земле менее серьезными (например, раны, небольшие ожоги и переломы костей), могут стать очень серьезным по степени тяжести и угрожать здоровью экипажа, а также повлиять на миссию. На данный момент разрабатываются пластырь из собственных клеток кожи пациента, которые изменяют процесс заживления ран и смогут ускорить заживление в условиях космоса [7]. Таким образом, возможности медицинского лечения на месте могут чрезвычайно помочь в поддержке долгосрочных исследовательских миссий человека на Луну и на Марс, где быстрое возвращение на Землю невозможно, но обходима срочная медицинская помощь. На следующем этапах развития биотехнологии решат проблему нехватки органов для трансплантации. Это позволит печатать персонализированные трансплантаты или специальные имплантаты для лечения повреждений тканей. Описаны различные биомедицинские применения, но наиболее широко изученными тканями-мишенями на сегодняшний день являются костные, сердечно-сосудистые ткани. Изучается производства тканей печени, гемопоэтических стволовых клеток, клеток сетчатки и нервной системы [4,8].

Биопечать можно использовать для создания клеточных конструкций, схожих по структуре с конкретными органами или тканями. Тем самым можно детально изучить влияние факторов космического полета на процессы, происходящие в этих моделях тканей, которые в противном случае трудно исследовать непосредственно на животных или людях. Биопечать позволит тестировать более сложные модели тканей, которые превосходят традиционные клеточные культуры в имитации тканей человека. Кроме того, биопечать также можно использовать для исследования реакции определенных клеточных и тканевых конструкций на конкретные фармакологические препараты. Таким образом, биопечать позволит устранить некоторые текущие пробелы в знаниях.

Создание тканей дает возможность для изучения влияние на различные системы организма, на ДНК и экспрессию, происходящую в генах. В НАСА проводился эксперимент «Близнецы» – исследование изменений генов, в результате 340 дней пребывания в космосе одного из братьев близнецов, которое выявило изменения в экспрессии генов [9]. Таким образом, с помощью тканевой инженерии возможно изучение влияние радиации и других факторов в космосе при длительном пребывании.

Эти модели в конечном итоге могут быть использованы для изучения влияния космических стрессоров (например, микрогравитации и радиации) на физиологию тканей и органов человека, улучшая наше понимание космических биологических механизмов на функции клеток млекопитающих и поддерживая разработки более эффективных методов лечения для длительных миссий с экипажем [3].

В последние годы распространение биопечати в сфере производства продуктов питания тоже получило развитие. Таким образом, биопечать потенциально может быть использована при производстве продуктов питания во время космических полетов [3].

Биопечать не ограничивается клетками млекопитающих или человека, но также может использовать другие типы клеток, например, микроводоросли или цианобактерии. Их можно реализовать в различных сферах, таких как системы жизнеобеспечения (например, для производства кислорода и переработки отходов). Эта тема еще не широко исследована, но с этой точки зрения 3D-биопечать может стать очень интересной технологией для будущих миссий в дальний космос. Необходимы дополнительные исследования, например, чтобы выяснить, какие виды клеток немлекопитающих наиболее подходят для этого применения, а также какие виды клеток будут переносить иммобилизацию в гидрогель биочернил и смогут выдержать процесс печати [3].

Космические полеты по-прежнему связаны с рядом проблем и ограничений, которые усложняют любое внедрение технологий, уже установленных на Земле. Сюда входит ограниченность возможностей доставки полезного груза в космос (как по объему, так и по весу) и огромные затраты, связанные с этой доставкой. Кроме того, условия хранения во время запуска и часто возникающие задержки затрудняют доставку чувствительных или хрупких компонентов в космос. Это особенно проблема при загрузке живых клеток, что, возможно, является одним из наиболее ограничивающих факторов в создании биопечати на МКС [1].

Из-за сильных ограничений по техническому оснащению, пространственным условиям и времени экипажа вырастить на борту МКС большое количество клеток, необходимое для приготовления биочернил, крайне сложно. Поэтому следует ожидать ограничений в выживаемости клеток и, возможно, также в их функциональности, поскольку условия и оборудование лаборатории клеточных культур на космической станции ограничены по сравнению с большой, полностью оборудованной наземной лабораторией. То есть надежное и воспроизводимое культивирование клеток будет невозможно в той же степени и количество клеток всегда будет ограничено из-за нехватки места в предоставленной системе культивирования клеток.

Логистика упаковки и транспортировки должна гарантировать безопасную доставку биологического материала на космической станции. Для обеспечения безопасности космонавтов необходимы несколько уровней защиты, чтобы избежать утечки жидкости на космической станции. Исследования предлагают разные способы решения проблемы доставки биочернил на станцию. Один из таких способов доставлять отдельно компоненты чернил и клетки в виде криоконсервации в достаточном количестве и смешивать на борту космической станции для создания биопечати. Однако для реализации данного метода потребуется больше времени и больше ресурсов для космонавтов на борту, также увеличиваются риски заражения и повреждения клеток. Другой способ предполагает, что, выполнив все этапы подготовки к печати уже на Земле и отправив на МКС «готовый к использованию» картридж с биочернилами, можно избежать проблемы первого способа. В этом случае космонавтам останется только вставить картридж в биопринтер, и эксперимент можно будет сразу начать. Но и этот метод имеет свои недостатки для сохранения жизнедеятельности и функциональности клеток необходимо соблюдать определённые условия окружающей среды и сроки хранения. Образец биочернил может храниться до 28 дней от загрузки в ракету и до распаковки и использования на станции с температурой хранения 4°C. Данный метод не будет подходить, если рассматривать долгосрочной и многолетние полёты [2,3,10].

Также существует проблема контроля печати, если процесс печати контролируется на Земле, необходимо учитывать потерю сигнала из-за обрывов связи между космической станцией и наземным управлением. В связи с этим необходима разработка автоматизированных систем с применением искусственного интеллекта и машинного обучения. Автоматизация позволяет лучше контролировать биопроцессы, что приводит к более точной и эффективной работе процессов и, следовательно, к снижению рисков в цепочке поставок за счет усиления контроля и обеспечения качества [10].

Существуют проблемы связанные с ограничениями использования 4D-биопечати, она сталкивается с ограниченным количеством подходящих чернил, большинство из которых реагируют на один тип стимула. Однако в такой сложной среде, как человеческое тело, ткани подвергаются множеству стимулов и регуляторных процессов. В результате возможным будущим направлением исследований может стать использование сложности человеческого тела в качестве механизма увеличения возможностей 4D-печатных структур. Например, использование интеллектуальных материалов с множественным откликом или комбинация нескольких материалов с одним откликом в одной конструкции может позволить изготовить каркасы с более чем двумя стабильными состояниями, способные выполнять сложные функции без необходимости

каких-либо внешних раздражителей. Необходимо изучение воздействия стимулов на различные виды клеток. Хотя свет является многообещающим стимулом для применения 4D-печати, необходимы более глубокие исследования для решения проблем, касающихся потенциального токсического или повреждающего воздействия света на клетки, а также риска повреждения тканей, вызванное выделением тепла при фототермическом преобразовании. Другие стимулы, уже используемые в 4D-печати, такие как магнитные и электрические поля. К основным преимуществам магнитного поля относятся возможность дистанционного воздействия раздражителей, а также способность легко и безвредно проникать в большинство материалов [4].

Таким образом, биопечать имеет большой потенциал для использования как на Земле, так и в космосе. Благодаря возможности проведения биопечати в условиях микрогравитации открываются новые перспективы в области тканевой инженерии. Также использование биопечати может помочь в обеспечении жизненно важных потребностей человека при колонизации космоса. Однако есть ряд проблем, которые нужно решить, и для этого необходима интеграция различных технологий из разных областей науки. Биопечать представляет собой перспективную технологию для производства биологических тканей и органов в космических условиях. Отсутствие гравитации создает возможности биопечати сложной геометрии, такой как пустоты, полости, туннели, в отличие от земных условий, в которых создание таких структур возможно только с использованием дополнительных поддерживающих конструкций. Использование биопечати в космосе может значительно улучшить условия жизни и безопасность космонавтов, а также возможность длительных космических миссий. Технология биопечати может быть ключевым элементом для создания самообеспечивающих экосистем на других планетах. Необходимы дополнительные исследования и эксперименты для оптимизации и адаптации биопечати к специфическим условиям космоса. Развитие биопечати в космосе может открыть новые возможности для медицинской науки и привести к созданию инновационных методов лечения и восстановления органов.

#### **Литература / References**

1. Rezapour Sarabi M., Yetisen A.K., Tasoglu S. Bioprinting in Microgravity // ACS Biomater. Sci Eng. 2023. Vol. 9, № 6. P. 3074-3083.
2. Bioinks for Space Missions: The Influence of Long-Term Storage of Alginate-Methylcellulose-Based Bioinks on Printability as well as Cell Viability and Function / J. Windisch, O. Reinhardt, S. Duin [et al.] // Int. J. Bioprint. 2019. Vol. 12, № 33: 202300436.
3. Ombergen A. V., Chalupa-Gantner F., Chansoria P. 3D Bioprinting in Microgravity: Opportunities, Challenges, and Possible Applications in Space // Adv. Healthc. Mater. 2023. Vol. 12, № 23: 202300443



4. Kalogeropoulou M., Díaz-Payno P. J., Mirzaali M. J. 4D printed shape-shifting biomaterials for tissue engineering and regenerative medicine applications // Biofabrication. 2024. Vol. 16, № 2.
5. Four-Dimensional (Bio-)printing: A Review on Stimuli-Responsive Mechanisms and Their Biomedical Suitability / P. Morouço, B. Azimi, M. Milazzo [et al.] // Appl. Sci. 2020. Vol. 10, № 24: 9143.
6. Han D., Lu Z., Chester S. A. Micro 3D Printing of a Temperature-Responsive Hydrogel Using Projection Micro-Stereolithography // Sci Rep. 2018. Vol. 8, № 1: 1963.
7. 3D Bioprinting [Электронный ресурс] // NASA. 2023. URL: <https://www.nasa.gov/missions/station/iss-research/3d-bioprinting/>
8. Previous NASA Awards for In Space Production Applications [Электронный ресурс] // NASA. 2023. URL: <https://www.nasa.gov/missions/station/previous-nasa-awards/> (дата обращения: 16.01.2025).
9. Twins Study FAQs [Электронный ресурс] // NASA. URL: <https://www.nasa.gov/humans-in-space/twins-study/faqs-nasa-twins-study/> (дата обращения: 16.01.2025).
10. / K. Tabury, E. Rehnberg, B. Baselet [et al.] Bioprinting of Cardiac Tissue in Space: Where Are We? // Advanced healthcare materials. 2023. Vol. 12, № 23: e2203338.

МИХАЙЛОВА В. А.

## **АДАПТАЦИЯ СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ СИСТЕМЫ К УСЛОВИЯМ КОСМОСА И РОЛЬ ФИЗИЧЕСКИХ ТРЕНИРОВОК В ЭТОМ ПРОЦЕССЕ**

*Кафедра физической культуры*

*Кемеровский государственный медицинский университет, Кемерово*

Научный руководитель – старший преподаватель А. Н. Брюхачев

**Аннотация.** Работа посвящена роли физических тренировок при адаптации сердечно-сосудистой системы в космосе. Значительное внимание уделяется физическим тренировкам, которые способствуют поддержанию тонуса сердечно-сосудистой системы и минимизации негативных последствий микрогравитации. Специально разработанные тренировки помогают поддерживать нормальный уровень физической активности, способствуют улучшению кровообращения и предотвращают атрофию мышц.

**Ключевые слова:** сердечно-сосудистая система, космос, кровообращение, физические тренировки.

MIKHAILOVA V. A.

## **ADAPTATION OF THE CARDIOVASCULAR SYSTEM TO SPACE CONDITIONS AND THE ROLE OF PHYSICAL TRAINING IN THIS PROCESS**

*Department of Physical Culture*

*Kemerovo State Medical University, Kemerovo*

Supervisor – Senior Lecturer A. N. Bryukhachev

**Abstract.** The work is devoted to the role of physical training in the adaptation of the cardiovascular system in space. Considerable attention is paid to physical training that helps maintain the tone of the cardiovascular system and minimize the negative effects of microgravity. Specially designed training helps maintain a normal level of physical activity, improves blood circulation and prevents muscle atrophy.

**Keywords:** cardiovascular system, space, blood circulation, physical training.

Исследования в области адаптации человека к условиям космоса являются важными для обеспечения безопасности и эффективности работы космонавтов. Сердечно-сосудистая система, приспособленная к действию силы тяжести на Земле, сталкивается с рядом вызовов в условиях микрогравитации. Утрата обычного воздействия гравитации приводит к перераспределению жидкости в организме, изменению гемодинамики, снижению общего сосудистого сопротивления и ряда других физиологических преобразований [1].

Такие изменения могут вызывать снижение физической выносливости, ухудшение регуляции кровяного давления и повышенный риск развития ортостатической гипотензии по возвращении на Землю. Центральную роль в процессе адаптации занимает разработка комплекса мер, направленных на поддержание здоровья и работоспособности космонавтов. Углубленное изучение адаптивных механизмов сердечно-сосудистой системы и оптимизация физических тренировок представляют собой ключевые направления исследований. Это позволит не только углубить наше понимание процессов, протекающих в организме человека в космосе, но и разработать эффективные методы профилактики и коррекции изменений, вызванных пребыванием в необычных условиях [2].

Одной из ключевых проблем является перераспределение крови к верхней части тела, что может вызывать увеличение нагрузки на сердце и изменения в его работе. В таких условиях поддержание адекватной функции сердечно-сосудистой системы становится особенно важным [4].

Регулярные физические нагрузки помогают минимизировать негативные последствия невесомости. Они способствуют адаптации сосудов и сердца к новым условиям, поддерживая их структуру и

функциональность. Упражнения, такие как аэробные тренировки на беговой дорожке с использованием ремней для имитации гравитации, силовые тренировки с эспандерами и специальные программы для поддержания мышечной массы и костной плотности, играют решающую роль. Эти виды активности помогают сохранить сердечный ритм и кровяное давление в нормальных пределах. Исследования показывают, что физические нагрузки не только поддерживают физическое состояние космонавтов, но и способствуют психологическому благополучию, что также важно для долгосрочных миссий.

Физическая активность служит средством борьбы со стрессом и улучшает настроение, что положительно сказывается на общем самочувствии в условиях изоляции и ограниченного пространства. Важным аспектом является индивидуальная адаптация тренировочных программ под каждого конкретного космонавта. Такой подход позволяет максимально эффективно использовать физические упражнения для поддержания сердечно-сосудистой системы [2].

Специалисты разрабатывают программы, учитывающие особенности физиологии и предрасположенность к определенным заболеваниям, что позволяет минимизировать риски и поддерживать здоровье на должном уровне.

Эффективность физических тренировок в условиях космоса многократно подтверждена практическими наблюдениями и исследованиями на различных миссиях, включая длительные полеты на Международной космической станции. Эти данные подтверждают важность систематической и целенаправленной физической подготовки как неотъемлемой части программы полета для сохранения сердечно-сосудистого здоровья.

Целью разработки тренировочных программ является минимизация негативных последствий влияния невесомости и поддержание здоровья астронавтов на протяжении всего периода пребывания в космосе.

Одним из основных инструментов, используемых в этих программах, являются специальные тренажеры, которые позволяют моделировать физические нагрузки, соответствующие условиям на Земле. К таким устройствам относятся беговые дорожки с нагрузкой, велотренажеры для работы в горизонтальном положении и силовые тренажеры с использованием резистивного оборудования. Для успешной адаптации сердечно-сосудистой системы регулярные тренировки во время космической миссии обязательны. Программы тренировок разрабатываются с учетом индивидуальных особенностей астронавтов, их физической подготовки и состояния здоровья. Основное внимание уделяется аэробным упражнениям средней интенсивности, которые способствуют поддержанию объема и функциональной способности сердца [2].

Также важны резистивные упражнения, направленные на поддержание мышечной массы нижних конечностей, что способствует предотвращению атрофии мышц и снижению нагрузки на сердечно-сосудистую систему. Наряду с физическими упражнениями во время космических миссий, особое внимание уделяется подготовке к возвращению на землю [3].

Это включает в себя адаптационные программы, которые фокусируются на постепенном увеличении физической активности по мере приближения к возвращению, чтобы обеспечить плавную приспособляемость сердца и сосудов к земным условиям гравитации.

### **Выводы**

Физические тренировки играют важную роль в процессе адаптации и поддержания здоровья сердечно-сосудистой системы космонавтов в условиях невесомости. Регулярные физические нагрузки помогают не только компенсировать изменения, вызванные пребыванием в невесомости, но и поддерживать общий уровень физической подготовленности, что является критическим для возвращения к жизни на Земле. Текущие исследования в области изучения сердечно-сосудистой адаптации в космосе подчеркивают необходимость внедрения индивидуальных программ тренировок, адаптированных к потребностям каждого конкретного космонавта. Физические тренировки являются неотъемлемой частью программы подготовки космонавтов, направленной на минимизацию негативного влияния космических полетов на сердечно-сосудистую систему. Дальнейшие исследования и инновации в этой области позволят не только улучшить качество жизни космонавтов в дальних космических экспедициях, но и расширить знания о функциях человеческого организма в экстремальных условиях.

### **Литература / References**

1. Федоськина А. К., Яныкина К. В. Изменения в сердце, происходящие в период пребывания космонавта в космосе // Научный медицинский вестник Югры. 2022. Т. 32, № 2. С. 167-169.
2. Абиев А. Г. Циклическая невесомость на службе сохранения здоровья сердца // Здоровье человека, теория и методика физической культуры и спорта. 2021. № 3 (23). С. 4-8.
3. Космическая кардиология / Акад. мед. наук СССР ; В. В. Парин, Р. М. Баевский, Ю. Н. Волков, О. Г. Газенко. Ленинград: Медицина. Ленингр. отд-ние, 1967. 206 с.
4. Фомина Г. А., Котовская А. Р. Изменения венозной гемодинамики человека в длительных космических полетах // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2005. Т. 39, № 4. С. 25-30.

НАЗАРЕНКО А. А., АЛИБОЕВ Х. А.

## **ГЕНДЕРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ВЕСТИБУЛЯРНОГО АППАРАТА У СТУДЕНТОВ-МЕДИКОВ**

*Кафедра нормальной физиологии имени профессора Н. А. Барбараш  
Кемеровского государственного медицинского университета, г. Кемерово*  
Научный руководитель – д-р мед. наук. Д. Ю. Кувшинов

**Аннотация.** Целью данного исследования стало изучение особенностей вестибулярного аппарата у студентов-медиков, включая выявление гендерных различий и влияние образа жизни на его устойчивость. В исследовании приняли участие 27 студентов, которые прошли комплекс тестов: опрос, пробу на кресле Барани, тест Ромберга, пальценосовую пробу и тест Унтербергера. Результаты показали, что у 63% испытуемых наблюдалась умеренная устойчивость к вестибулярным нагрузкам, при этом у женщин устойчивость была несколько выше, чем у мужчин. Также было выявлено, что регулярные физические нагрузки положительно влияют на состояние вестибулярного аппарата.

**Ключевые слова:** вестибулярный аппарат, равновесие, координация движений, студенты-медики, гендерные различия, образ жизни.

NAZARENKO A. A., ALIBOEV KH. A.

## **GENDER-SPECIFIC FEATURES OF THE VESTIBULAR APPARATUS IN MEDICAL STUDENTS**

*Professor N. A. Barbarash Department of Normal Physiology  
Kemerovo State Medical University, Kemerovo*  
Supervisor – MD, DSc in Medicine, D. Y. Kuvshinov

**Abstract.** The aim of this study was to investigate the characteristics of the vestibular apparatus in medical students, including gender differences and the impact of lifestyle on vestibular stability. The study involved 27 participants who underwent a series of tests: a questionnaire, Barany chair test, Romberg test, finger-to-nose test, and Unterberger stepping test. Results demonstrated that 63% of subjects showed moderate resistance to vestibular loads, with female participants exhibiting slightly better stability than males. The study also revealed that regular physical exercise positively affects vestibular function.

**Keywords:** vestibular system, balance, motor coordination, medical students, gender differences, lifestyle.

Современные космические миссии ставят перед медициной уникальные задачи: обеспечить не только выживание, но и профессиональную эффективность специалистов в условиях, где привычные земные законы физики перестают работать. Вестибулярная система, отвечающая за ориентацию в пространстве, становится

критически уязвимой в невесомости. По данным журнала «Frontiers in Neural Circuits», у 70% космонавтов в первые дни полёта развиваются симптомы, сравнимые с тяжёлой морской болезнью, что ставит под угрозу выполнение даже базовых манипуляций [1].

**Цель исследования** – оценка устойчивости будущих врачей к нагрузкам на вестибулярный аппарат и определение влияния факторов (пола, физической подготовки, качества сна) на вестибулярную устойчивость.

### **Материалы и методы**

Проведено анкетирование, включающее в себя вопросы, касающиеся сна, физической активности, оценки собственной устойчивости, а также субъективных вестибулярных ощущений. Проведены тесты – вращательные пробы на кресле Барани, статокINETические тесты Ромберга и Унтербергерa и пальценосовая проба.

### **Результаты и обсуждение**

Было обследовано 27 студентов (17 девушек и 10 юношей) в возрасте от 19 до 25 лет. 16 человек участвовало в экспериментальной части.

На вопрос «Как часто вы испытываете головокружение?» подавляющее большинство опрошенных – 93% респондентов ответили, что периодически сталкиваются с головокружениями разной степени выраженности; 7% никогда не испытывают подобных симптомов.

Данные о частоте возникновения тошноты и дискомфорта при поездках в транспорте – 48% отмечают умеренные симптомы (редко или иногда), 37% студентов не испытывают никакого дискомфорта во время поездок, выраженные проблемы характерны для 15% респондентов. На качелях и аттракционах 59% испытывают укачивание, 41% не сталкиваются с подобными симптомами.

При ответе на вопрос «Как вы оцениваете свою устойчивость при ходьбе по неровной поверхности (по гравию или песку)?» 70% студентов оценили свою устойчивость как хорошую (устойчивы, либо очень устойчивы), 19% воздержались от четкой оценки и 11% отметили трудности с поддержанием равновесия.

Оценивая образ жизни испытуемых, выяснено, что подавляющее большинство студентов (59%) спит 5-6 часов в сутки, тогда как рекомендованную норму в 7-8 часов соблюдают только 30%, при этом 7% страдают от недосыпания (ночной сон менее 5 часов) и лишь 4% спят более 8 часов.

Большинство студентов-медиков оценивают свою физическую подготовку как среднюю (52%) или низкую (30%), и лишь 19% считают её высокой, что соответствует их уровню активности: 41% тренируются раз в неделю, 33% – 1-2 раза в месяц, регулярные занятия 3-5 раз в неделю характерны для 22%, а 4% студентов не занимаются спортом или

физкультурой. 44% респондентов отмечают головокружение при физических нагрузках.

Ни один из опрошенных не сообщил о наличии хронических заболеваний вестибулярного аппарата.

56% студентов-медиков верят в свои возможности адаптации к космическому полету, 44% сомневаются в такой возможности.

Оценка вестибулярной функции с использованием пробы Унтербергера выявила три группы: 11 человек с показателями в пределах физиологической нормы ( $0-15^\circ$ ), 2 человека с пограничными значениями ( $20-30^\circ$ ), 3 человека с патологическими отклонениями ( $40-44^\circ$ ) [2]. В пробе Унтербергера девушки показывали лучшие результаты, чем юноши.

Результаты теста Ромберга выявили выраженную вариабельность вестибулярной устойчивости среди испытуемых: от рекордных 97 секунд до минимальных 3 секунд удержания равновесия. При этом 37,5% участников продемонстрировали отличные результаты (свыше 30 секунд), 37,5% показали средние показатели (15-30 секунд), а оставшиеся 25% справились с заданием менее чем за 15 секунд [3].

Анализ вестибулярной функции методом вращательной пробы Барани выявил следующие закономерности: продолжительность нистагмной реакции составила 5-14 секунд, время восстановления - 7-24 секунды. Наблюдалось три типа реакций: быстрая адаптация (31% случаев с показателями меньше 10 секунд), средняя (50% случаев) и замедленная (19% с восстановлением больше 20 секунд) [4]. Девушки в среднем показывали лучшие результаты, чем юноши.

При проведении пальценосовой пробы все участники продемонстрировали идеальную точность выполнения: отсутствие промахивания, тремора, что указывает на полноценную работу проприоцептивной системы и мозжечкового контроля [2, 5].

Студенты, спящие менее 5 часов, демонстрировали худшие показатели во всех тестах, чем те, которые спали 7-8 часов.

### **Выводы**

Оолко половины респондентов (48%) отмечают умеренные симптомы болезни движения при поездке транспорте. Девушки чаще жаловались на головокружения и потерю равновесия, чем юноши. Среди активно тренирующихся студентов жалобы на головокружения встречались в 2 раза реже. В пробе Унтербергера и в тестах на кресле Барани девушки в среднем показывали лучшие результаты чем мужчины.

### **Литература / References**

1. Фармакологические и нефармакологические средства борьбы с укачиванием в космосе: систематический обзор / А. Халид, П. П. Прости, И. Аршад [и др.] // Front Neural. Circuits. 2023. № 17: 1150233.

2. ГУЗ Краевая клиническая больница. Значение статокINETических и статокординаторных тестов при диагностике

головокружения: информационное письмо. Чита, 2018. URL: <http://kkb.chita.ru/assets/files/documents/hirurgiya/2018/znachenie-testov-pri-golovokruzhenii.pdf> (дата обращения 25.03.25)

3. Мезенчук А. И., Кубряк О. В. Проба Ромберга: от ходьбы в темноте до тестов на стабиллоплатформе // Альманах клинической медицины. 2022. Т. 50, № 5. С. 335-347.

4. Волкова Л. М., Голубев А. А. Оценка и методы развития вестибулярной устойчивости студентов для обеспечения безопасности полетов в гражданской авиации // Культура физическая и здоровье. 2017. № 3. С. 86-88.

5. Мирзоева Е. З., Вашневская Н. А. Клиническое обследование пациентов с жалобами на головокружение на консультативном приеме // I. Nternational. J. Advanced Stud. Med. Biomed. sci. 2019. № 2. С. 32-41.

ОЛИЙНЫК Е. И.

## **ФИЗИЧЕСКАЯ АКТИВНОСТЬ КОСМОНАВТОВ НА МКС**

*Кафедра физической культуры*

*Кемеровского государственного медицинского университета, г. Кемерово*

Научный руководитель: старший преподаватель А.Н. Брюхачев

**Аннотация.** В статье будут освещены способы поддержания космонавтов физической активности в условиях невесомости на орбите Земли. Главное внимание обращается на эффективность таких нагрузок. Такие тренировки помогают не только работать в космосе, но и после возвращения на Землю быстро реабилитироваться. Также рассмотрены методы занятия физическими нагрузками и распорядок их проведения. Большое место в работе занимает рассмотрение изобретений для занятий и контроль за состоянием организма космонавтов.

**Ключевые слова:** космос, МКС, космонавты, физическая активность, тренажеры, физкультура.

OLEYNYK E. I.

## **PHYSICAL ACTIVITY OF COSMONAUTS ON THE ISS**

*Department of Physical Education*

*Kemerovo State Medical University, Kemerovo*

Supervisor – Senior Lecturer A. N. Bryukhachev

**Abstract.** The article will cover ways to maintain astronauts' physical activity in zero-gravity conditions in Earth orbit. The main focus is on the effectiveness of such loads. Such training helps not only to work in space, but also to quickly rehabilitate after returning to Earth. The methods of doing physical exercises and the schedule for their implementation are also considered.



A large place in the work is occupied by the consideration of inventions for classes and monitoring the condition of the astronauts' body.

**Keywords:** space, ISS, astronauts, physical activity, exercise machines, physical education.

Большинство людей в детстве мечтали стать космонавтами, но эта профессия постоянно нагружает организм и проверяет его на прочность в условиях невесомости. Тренировки играют важную роль не только при подготовке к полету, но и во время него. Из-за отсутствия земного притяжения мышцы космонавтов на околоземной орбите постепенно деградируют, пропадает стимуляция гравитационных рецепторов, ухудшается работа вестибулярных органов, теряется способность мышц поддерживать осанку. Помимо атрофии мышц, космонавты подвергаются риску потери костного материала, например кальция. Это приводит к повышенной хрупкости костей по возвращении на Землю. Симптомы истончения костей схожи с симптомами земного остеопороза и крайне неприятны. Поэтому космонавты должны ежедневно заниматься спортом, чтобы поддерживать себя в форме.

С этой целью были изобретены и разработаны различные тренажеры для занятий на МКС. На МКС все работники обязаны заниматься спортом не менее двух часов в день, не пропуская тренировки даже по воскресеньям, утро на МКС начинается с утренней тренировки в 06:00 по Гринвичу. [1, 2]

Первым спортивным оборудованием, представленным на МКС, стала беговая дорожка TVIS. Ее полотно работает как обычная наземная беговая дорожка, но с «ремнями», или системой регулировки длины ремня, и пружинами. Перед началом бега космонавт пристегивает шлейку к поясу специальной жилетки. Ремень фиксирует космонавта рядом с дорожкой и создает нагрузку. Усилие, которое необходимо приложить, чтобы сдвинуть грузовик с места, к которому пристегнуты ремни, соответствует весу примерно 40-100 кг, а с шагом в 2,5 кг космонавт может установить нагрузку, равную или превышающую его вес на Земле. По словам космонавтов, бег в ремнях аналогичен бегу на Земле с утяжелителями за спиной. [3]

Существует также беговая дорожка БД-2, разработанная в России. Эта беговая дорожка отличается неустойчивой опорой. Точнее, она оснащена специальной системой антивибрационных платформ, чтобы нагрузка не передавалась на тело занимающегося во время занятий на тренажере.

Следующий тренажер - велоэргометр. Он имитирует велосипед, у которого есть только сиденье и педаль, однако нет руля. Для экономии места руль встроен в переднюю стенку. Чтобы упражнения приносили пользу,

велотренажер создает нагрузку, эквивалентную той, которая требуется для аналогичных упражнений на Земле.[4]

Помимо аэробных упражнений на МКС, некоторые виды оборудования могут заменить штанги. В случае с тросовым тренажером максимальная нагрузка эквивалентна 113 кг.

Следующий силовой тренажер ARED на МКС позволяет выполнять различные силовые упражнения как со штангой, так и с тросами. Нагрузка на этом тренажере может быть установлена до 270 кг.

Помимо тренажеров, на МКС есть и профилактические костюмы. Один из таких костюмов - «Пингвин». Нагрузка на такие костюмы регулируется в диапазоне 0-40 кг. Чтобы удержаться в вертикальном положении в «Пингвине», нужно приложить определенное усилие, которое необходимо для подтягивания мышц. Это заменяет часть нагрузки, которую испытывают астронавты в условиях обычной земной гравитации.

Во время упражнений вес тела космонавта должен контролироваться. Но как контролировать свой вес в отсутствие чего-либо еще? Российские космонавты используют советский измеритель массы ИМ-01М. Он работает как гармонический осциллятор, пересчитывая период колебаний платформы на пружине на массу тела на платформе. Другой прибор - американский SLAMMD. Это устройство основано на втором законе Ньютона о зависимости сил от массы и ускорения. Космонавт стоит на длинном плече устройства, основание которого закреплено на платформе, поддерживаемой двумя пружинами. Прибор измеряет массу тела человека, измеряя его ускорение его тела. [5].

### **Выводы**

В заключение можно сказать, что физической подготовке уделяется большое внимание, как самими астронавтами, так и разработчиками, которые создают, адаптируют и совершенствуют тренажеры для поддержания нормального функционирования организма астронавтов на МКС.

### **Литература / References**

1. The Human Body in Space [Электронный ресурс] // NASA. URL: <https://www.nasa.gov/humans-in-space/the-human-body-in-space/> (дата обращения: 15.01.2025).
2. Режим дня космонавтов // Российское общество «Знание». 2024. URL: [https://znanierussia.ru/articles/Режим\\_дня\\_космонавта](https://znanierussia.ru/articles/Режим_дня_космонавта) (дата обращения: 15.01.2025).
3. Тренировки Космонавтов // Российское общество «Знание». URL: <https://znanierussia.ru/articles/> (дата обращения: 15.01.2025).
4. Никифорова Н. Л. Зачем велосипеды на орбитальных станциях. Космические тренажеры // Космонавтика и авиация. 2001. № 5. С. 117-124.
5. Как живут на МКС: физкультура, гигиена и невесомые веса // Naked Science - Новости науки. URL: <https://naked->

*Через тернии к звездам : освоение космоса: материалы VI Международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию первого выхода А. А. Леонова в открытый космос и 70-летию юбилею Кемеровского государственного медицинского университета*  
science.ru/article/nakedscience/kak-zhivut-na-mks-fizkultura (дата обращения: 15.01.2025).

ПОПОВА П. М., КРАСИЛЬНИКОВА Е. С.  
**КОСМОЛОГИЧЕСКИЕ ПРЕДСТАВЛЕНИЯ И. КАНТА**

*Кафедра философии и культурологии  
Кемеровского государственного медицинского университета, г. Кемерово*  
Научный руководитель – канд. филос. наук, доцент Н. Н. Ростова

**Аннотация.** В данной работе рассматривается космогоническая концепция Иммануила Канта как первая в истории философии попытка предложить естественно-научное решение вопросов происхождения и развития Вселенной.

**Ключевые слова:** космогония, механика, пылевое облако, притяжение, отталкивание, эволюция.

POPOVA P. M., KRASILNIKOVA E. S.  
**COSMOLOGICAL CONCEPTS OF I. KANT**

*Department of Philosophy and Culture Studies  
Kemerovo State Medical University, Kemerovo*  
Supervisor – PhD in Philosophy, Associate Professor N. N. Rostova

**Abstract.** This work examines the cosmogonic concept of Immanuel Kant as the first attempt in the history of philosophy to propose a scientific solution to the questions of the origin and development of the universe.

**Keywords:** cosmogony, mechanics, dust cloud, attraction, repulsion, evolution.

В студенческие годы Иммануил Кант, вдохновившись работами Ньютона, захотел создать свою философскую теорию для метафизики, которая могла быть такой же точной, как и математические вычисления Исаака. Также к своей работе Канта побудила необъятность космического пространства и стройность планетного механизма [1].

Кантовская теория пытается объяснить не только происхождение солнечной системы, но и закономерность правильного движения небесных тел, которое не смог объяснить Ньютон, ссылаясь на невозможность такого настолько правильного взаимоотношения, что возможно только под руководством всемогущего и разумного существа. В опровержение теологического подтекста происхождения Вселенной, Иммануил Кант дает объяснение данным явлениям [2].

Судя по отсутствию материальной среды сейчас, через которую осуществлялся бы весь механизм взаимодействия, Кант пришел к выводу, что мир не всегда был таким, каким мы его наблюдаем в данный момент.

[4] Отсюда следует, что раньше на месте солнечной системы не было пустоты, она была заполнена материей, представляющей собой разряженный сгусток пылевых частиц, которые по своей природе являются неустойчивыми из-за чего начинают притягиваться, располагаясь все плотнее друг к другу. Такое предположение Канта не дает полного описания карты существования Космоса, ведь исходя из этой теории невозможно объяснить вращательные движения и образование не одного, а нескольких тел. Основываясь на одном своем предположении Кант добавляет, что кроме притяжения действует противодействующая сила – отталкивание [2].

Основываясь на своей теории о двух взаимодействующих силах, Кант попыталась объяснить эволюцию космической системы [1]. Благодаря силам отталкивания, траектория падения легкой частицы к более крупным изменяется, в результате чего возникают центробежные силы, которые ограничивают частицы от падения к центральному сгустку. Увеличение массы притягивающего тела вызывают частицы, часть которых при столкновении выпадают на собственно тело, соответственно на криволинейных траекториях остаются частицы, не участвующие в столкновении. Кант делает вывод, что предельным состоянием в эволюционирующей системе будет движение частиц по параллельным траекториям в одном направлении.

Не стоит считать, что Кант не учел длительность возможного существования вселенной за долго до эволюционного становления людей. Он считал, что происхождение Вселенной длится не мгновение. Это долгий эволюционный процесс, который мог заключать в себе не только образование новых тел, но и разрушение их с образованием частый пыли, которые в свою очередь снова начинали действовать по теории Канта, создавая новые космические тела, благодаря чему происходит иная эволюция космических объектов.

Несмотря на неточности в своей теории, открытие Канта - отправная точка дальнейшего развития естествознания [3]. Он смог заложить те основы космогонии, которые помогут последователям установить более полную теорию о становлении Вселенной.

### **Литература / References**

1. Дмитриев И. С. Вяжущая сила познания (небулярная гипотеза И. Канта) // Журнал Российского национального комитета по истории и философии науки и техники. 2024. № 3. С. 63-91.
2. Смирнов Д. В. Иммануил Кант: космология и метафизика. М.: Издательство РГГУ, 2022. 310 с.
3. Bacon C., Pollok K. "History and Theory of the Cosmos: The Role of God in Kant's Universal Natural History and Theory of the Heavens (1755)". Kant on Proofs for God's Existence, edited by Ina Goy, 2024. Berlin, Boston: de gruyter, 2024. P. 19-40.

4. Caldwell W. The Philosophical Review. Vol. 10, № 3, 1901, P. 307-12.

САМАРСКИЙ И. Е.  
**ПРОЕКТЫ СОВЕТСКИХ ИСТРЕБИТЕЛЕЙ-РАКЕТОПЛАНОВ  
1940-х ГОДОВ**

*Кафедра организации и тактики медицинской службы, медицины  
катастроф  
Кемеровского государственного медицинского университета г. Кемерово*

**Аннотация.** Данная работа посвящена изучению истории создания советскими авиаконструкторами реактивных истребителей с ракетными двигателями (ракетопланов) в период Великой Отечественной войны и первые послевоенные годы.

**Ключевые слова:** СССР, Би-1, И-270, ракетоплан, реактивный самолёт, ракетный двигатель.

SAMARSKY I. E.  
**SOVIET ROCKET-PLANE FIGHTER PROJECTS OF THE 1940S**  
*Department of Organization and Tactics of Medical Service, Disaster Medicine  
Kemerovo State Medical University, Kemerovo*

**Abstract.** This work is devoted to the study of the history of the creation of jet fighters with rocket engines (rocket planes) by the Soviet aircraft designers during the Great Patriotic War and the first post-war years.

**Keywords:** the USSR, Bi-1, I-270, rocket plane, jet aircraft, rocket engine.

Вторая мировая война (1939-1945 годы) и Великая Отечественная война (1941-1945 годы) на сегодняшнее время стали самыми масштабными военными конфликтами в истории человечества. Противоборство на поле боя послужило хорошим толчком к всестороннему развитию науки и техники как в СССР и государствах антигитлеровской коалиции, так и в странах «Оси». Многие из изобретений и научных открытий, полученных в ходе этой «битвы умов» в последствии, определили повседневную картину послевоенного мира и были внедрены в мирный быт. Одним из таких достижений науки стала реактивная авиация и ракеты, которые появились на завершающем этапе Второй мировой войны. В связи с объективными обстоятельствами, основанными на характере выполняемых авиацией задач на соответствующих театрах военных действий наибольших успехов в создании реактивных самолётов, достигли конструкторы Великобритании, США и Германии. СССР в годы Великой Отечественной войны не имел острой потребности в создании подобных машин, концентрируя усилия своей промышленности на создании

высокоэффективной фронтовой авиации, целью которой была поддержка наступательных действий сухопутных войск. Между тем в СССР существовал ряд проектов реактивных самолётов, технологии создания и производства реактивных и ракетных двигателей, а разработка летательных аппаратов, использующих реактивный принцип движения, началась в Советском Союзе ещё до войны. Среди советских проектов наибольший интерес представляют истребители-ракетопланы, так как советские конструкторы в военный период стремились развивать именно этот тип самолётов.

Первые работы по созданию самолётов-ракетопланов в СССР начались в 1932-1933 года в стенах ГИРД. Под руководством в будущем знаменитого конструктора ракет Королёва С. П. Плодами его работ стали ракетоплан на базе планера БИЧ-ХІ, а также проекты РП-218 и РП-318-1. РП-218 имел выдающиеся для 1930-х расчётные характеристики: максимальную скорость 850 км/ч, потолок 9000 м (при старте с земли) и 25000 - 37000 м при старте с самолёта-носителя ТБ-3, проект предусматривал герметичную кабину для полётов на таких высотах. В отличие от РП-218, РП-318-1 совершил полёт с использованием ракетного двигателя 28 февраля 1940 года, что можно считать отправной точкой создания отечественной реактивной авиации [4].

Одним из первых и самых знаменитых проектов советских истребителей-ракетопланов был самолёт БИ конструкции Березняка А. Я. и Исаева А. М. Работы над этим истребителем-перехватчиком начались весной 1941 года, в качестве мотора был выбран жидкостный ракетный двигатель (ЖРД) Д-1А-1100 с тягой 1100 кгс. Его топливом был керосин и окислитель – азотная кислота. Такой выбор компонентов обеспечивал большую пожарную безопасность по сравнению с немецкими проектами [4]. Проект БИ предусматривал три варианта вооружения перехватчика: четыре 7,62 мм пулемёта ШКАС или два 12,7 мм пулемёта УБ и два 7,62 мм пулемёта ШКАС или две 20 мм пушки ШВАК. В результате на одном из опытных образцов и установочной партии устанавливалось вооружение из двух 20 мм пушек ШВАК. Расчётные лётные характеристики были следующими: максимальная скорость до 900 км/ч, скороподъёмность 180 м/с, дальность полёта до 170 км, время активного полёта на ЖРД не менее 5 минут. Начавшаяся 22 июня 1941 года Великая Отечественная и последовавшая за этим эвакуация завода на Урал, в посёлок Билимбай привела к затягиванию работ над самолётом, которые возобновились только в январе 1942 года. 2 мая 1942 года БИ под управлением лётчика-испытателя Бахчиванджи Г. Я. впервые поднялся в небо с аэродрома, совершив полёт длившийся 3 минуты 9 секунд. Это стал первый в мире полёт специально разработанного истребителя-ракетоплана, опередивший полёт своего немецкого визави Me-163В на год. 9 июня 1942 года было подписано Постановление ГКО № 1903 о производстве войсковой серии

БИ. Но в войска данный самолёт так и не попал, по причине, случившейся в ходе испытательного полёта 27 марта 1943 года катастрофы, закончившейся гибелью лётчика-испытателя Бахчиванджи Г. Я. В ходе этого полёта самолёт достиг скорости 800 км/ч, но потом ушёл в пике, из которого уже не вышел. Затягивание в пикирование на больших скоростях было связано с недостаточными научными данными о аэродинамике высоких околозвуковых скоростей при проектировании крыла БИ [1]. На последующих опытных образцах БИ испытывался новый двигатель РД-1, а также прямоточные воздушно-реактивные двигатели (ПВРД). Свои последние полёты в рамках этой экспериментальной программы БИ совершил в 1945 году.

В годы Великой Отечественной войны с 1942 года по поручению Берии Л. П. работой над созданием ракетоплана-перехватчика занимался известный советский конструктор Бартини Р. Л. Его проекты опережали научные достижения и технические возможности промышленности того времени [2]. Так самолёт «Р» должен был разогнаться до сверхзвуковой скорости, а Р-114 по расчётам должен был превысить скорость звука в 2 раза [3]. Подобные показатели на серийных истребителях будут достигнуты в СССР и США только в 1950-е годы.

Легендарный советский авиаконструктор Поликарпов Н. Н., получивший в 1930-х годах негласный титул «короля истребителей» также не был в стороне от проектирования принципиально новой техники. Плодом его усилий стал ракетоплан «Малютка» или «Изделие 51». Вооружённый двумя 23 мм пушками этот самолёт должен был развивать скорость до 890 км/ч и иметь потолок полёта в 16000 м [4]. Строительство прототипа было начато в 1944 году, но из-за смерти конструктора работа над самолётом была прекращена.

Истребитель-перехватчик И-302П конструкции Тихонравова М. К. разрабатывался с 1940 года и должен был иметь силовую установку, состоящую из разгонного ЖРД и двух маршевых ПВРД. Самолёт проходил испытания в планерном варианте до марта 1944 года, после чего от дальнейших работ над ним отказались [4].

«Лебединой песней» проектов истребителей-ракетопланов в СССР стал самолёт И-270, созданный в ОКБ А. И. Микояна в 1946 году, уже после окончания войны. На И-270 возлагалась задача ПВО важных промышленных и военных объектов на территории СССР от стратегических бомбардировок авиации США и их союзников. Максимальная скорость планировалась в 1000 км/ч, потолок полёта в 17970 метров [4]. Работы над перехватчиком продолжались до 1948 года, когда было принято решение о их прекращении из-за появления множества новейших отечественных самолётов с турбореактивными двигателями - Як-15, МиГ-9, Як-17, Як-23, МиГ-15, Ла-15, которые гораздо эффективнее справлялись с поставленными задачами.

## **Выводы**

Несмотря на то, что советским истребителям с реактивными двигателями не удалось принять участие в Великой Отечественной войне, знания, полученные в ходе их разработки, пригодились в послевоенный период при конструировании реактивных истребителей с ТРД, крылатых ракет, ракетных двигателей и космических кораблей многоразового использования «Спираль» и «Буран».

## **Литература / References**

1. Анастасинский И. Гром среди ясного неба // Моделист-конструктор. 2008. № 3. С. 20-23.
2. Исаков Н. С., Лонин А. В. Р. Л. Бартини как авиаконструктор // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2014. №10. С 62-63.
3. Роберт Бартини: сборник / сост. Е. А. Ватулян; пер. с итал. Д. Р. Сухих. М. : ВИАМ, 2016. 220 с.
4. Якубович Н. В. Реактивные первенцы СССР – МиГ-9, Як-15, Су-9, Ла-150, Ту-12, Ил-22 и др. М. : Яуза, Эксмо, 2015. 112 с.

САМАРСКИЙ И. Е.

## **РОБЕРТ ЛЮДВИГОВИЧ БАРТИНИ - ЖИЗНЬ И ДОСТИЖЕНИЯ СОВЕТСКОГО АВИАКОНСТРУКТОРА**

*Кафедра организации и тактики медицинской службы, медицины  
катастроф*

*Кемеровского государственного медицинского университета г. Кемерово*

**Аннотация.** Данная работа посвящена изучению биографии и истории научных и конструкторских достижений советского авиаконструктора Роберта Людвиговича Бартини.

**Ключевые слова:** Бартини, Авиация, Экранопланы, Италия, СССР.

SAMARSKY I. E.

## **ROBERT LUDVIGOVICH BARTINI - LIFE AND ACHIEVEMENTS SOVIET AIRCRAFT DESIGNER**

*Department of Organization and Tactics of Medical Service, Disaster Medicine  
Kemerovo State Medical University, Kemerovo*

**Abstract:** This work is devoted to the study of the biography and history of scientific and design achievements of the Soviet aircraft designer Robert Ludvigovich Bartini.

**Keywords:** Bartini, Aviation, Ekranoplans, Italy, the USSR.

История развития авиации и авиастроения в СССР полна героических страниц и имён авиаконструкторов. А. И. Микоян, А. С. Яковлев, А. Н. Туполев, С. В. Ильюшин, О. К. Антонов, М. Л. Миль, Н. И.



Камов, В. М. Мясищев и многие другие советские авиаконструкторы прочно вписали свои имена в историю отечественной и мировой авиации, создавая технику не только для защиты Родины, но и для гражданских нужд. Среди этих имён затерялся Роберт Людвигович Бартини, человек сложной судьбы, отметившийся в основном созданием экспериментальных и опытных самолётов, которые хоть и не выпускались большими сериями, но внесли ощутимый вклад в развитие авиационной науки.

Роберт Людвигович Бартини родился в 14.05.1897 года в городе Фиуме на территории Австро-Венгрии. В 1900 году он, будучи приёмным сыном садовника был взят на воспитание женой вице-губернатора Фиуме Лодовико Ороса ди Бартини. Он получил отличное образование, владел несколькими языками – немецким, итальянским и французским. В 1912 году, во время обучения в гимназии, под впечатлением от увиденного полёта русского лётчика Харитона Славороссова, Бартини увлекается авиацией, что в будущем станет делом его жизни.

Кровавые жернова Первой Мировой войны не обошли стороной Р. Л. Бартини, как и десятки миллионов европейцев. В 1916 году после окончания офицерской школы, Бартини попал на Восточный фронт. В ходе Брусиловского прорыва – крупной наступательной операции войск Российской Империи под командованием генерала А. А. Брусилова, Бартини попал в плен и находился в лагере для военнопленных под Хабаровском. Там он впервые познакомился с коммунистическими идеями и представителями партии большевиков. В 1920 году он уехал в Италию, где работал разнорабочим, разметчиком и шофёром на заводе фирмы «Изотта Фраскини». В 1921 году он вступил коммунистическую партию, а также окончил лётную школу в Риме, а 1922 году в Миланском Политехническом институте получил диплом авиационного инженера. Он передал на нужды партии полученное от родителей наследство в размере 10 миллионов долларов. В партии, он как бывший фронтовик с боевым опытом обеспечивал охрану руководящего состава партии от агрессии боевых групп фашистов. В 1922 году на Бартини и его людей была возложена задача по охране советской дипломатической группы и наркома иностранных дел СССР Г. В. Чичерина во время проведения Генуэзской конференции.

После прихода к власти в Италии фашистов во главе с «дуче» Бенито Муссолини, Бартини был отправлен в эмиграцию в СССР по решению компартии. Молодому советскому государству остро нужны были авиаконструкторы для создания авиационной промышленности практически с нуля. Бартини сразу же был включён в работу работая сначала лаборантом, а затем с 1928 году он получил звание комбрига военно-воздушных сил (ВВС) Рабоче-крестьянской Красной Армии (РККА) и возглавил Севастопольскую экспериментальную группу, работавшую над созданием гидросамолётов. В 1929 году он возглавил

Отдел опытного морского самолётостроения, и в 1930 году получил должность главного конструктора на заводе № 240 Гражданского Воздушного Флота.

Как авиаконструктор он участвовал в разработке самолётов цельностальной конструкции с минимальным использованием дюралюминия, из-за его дефицита в начале процесса индустриализации в СССР. Бартини разработал самолёт Сталь-6, который в 1933 году достиг скорости в 420 км/ч установив мировой рекорд. Пассажирский самолёт Сталь-7, созданный в 1935 году, в августе 1939 года установит мировой рекорд скорости на дистанции 5000 км – 405 км/ч. В последствии на основе конструкции Сталь-7 будет создан дальний бомбардировщик Ер-2, который будет использоваться для бомбардировок Берлина в 1941 году, и для налётов на тыловые объекты немецко-фашистских войск в течении всей Великой Отечественной войны. В 1933 году Бартини открыл явление в аэродинамике, получившее название «эффект Бартини». Сущность этого явления заключалось в уменьшении лобового сопротивления и увеличении тяги воздушных винтов самолёта до 30% процентов при расположении двух моторов тандемом, носами друг к другу.

В годы Великой Отечественной войны Бартини принимал участие в работах по созданию фронтового бомбардировщика Ту-2, а с 1942 года по поручению Л. П. Берии разрабатывал проекты истребителей-ракетопланов с жидкостными реактивными двигателями (ЖРД). Его проекты истребителей перехватчиков опережали научные достижения того времени и технические возможности промышленности. Так самолёт «Р» должен был разгоняться до сверхзвуковой скорости, а Р-114 по расчётам должен был превысить скорость звука в 2 раза. Подобные показатели на серийных истребителях будут достигнуты в СССР и США только в 1950-е годы.

В послевоенный период Бартини конструирует как гражданские и транспортные самолёты, так и экзотические проекты летающих лодок - стратегических бомбардировщиков. В 1950-е годы данный тип самолётов активно проектировался, так как не требовал для взлёта длинных взлётно-посадочных полос аэродромов, которые в свою очередь могли быть мишенью для вражеской авиации. Среди работ Бартини был также самолёт с ядерной силовой установкой Р-57-АЛ, что было в духе 50-х годов, в которых учёные делали ставку на повсеместное использование атомной энергии во всех сферах науки и техники.

В 1950-1960-е годы Роберт Людвигович Бартини загорелся идеей создания эффективного межконтинентального транспорта. В ходе своих научных работ он пришёл к выводу, что наибольшей перспективностью для такой роли могут обладать экранопланы, суда на воздушной подушке и летательные аппараты с вертикальным взлётом и посадкой (СВВП). В 1961 году Бартини исследует экранный эффект на экраноплане собственной конструкции Бе-1. В последствии в 1972 году конструкторские изыскания

Роберта Людвиговича воплотятся в экспериментальном противолодочном экраноплане-амфибии с вертикальным взлётом и посадкой ВВА-14. Всего за свою жизнь Бартини сконструировал 60 проектов летательных аппаратов, зачастую отличавшихся оригинальными конструкторскими решениями. Также он написал более 100 научных статей на тему авиации. В 1967 году его наградили орденом Ленина.

Р. Л. Бартини был одним из вдохновителей советской космической программы, а С. П. Королёв называл его своим учителем. Бартини также отметился как философ и автор теории шестимерного мира или «Мира Бартини» в котором время, как и пространство тоже имеет три измерения. Сам авиаконструктор считал, что его идеи могут быть поняты человечеством только через 200-300 лет, поэтому он завещал обнародовать свой архив только после 2197 года.

Жизнь Роберт Людвигович Бартини закончилась 06.12.1974 года. Похоронен авиаконструктор на Введенском кладбище в Москве, на памятнике ему выбита эпитафия: «В стране Советов он сдержал свою клятву, посвятив всю жизнь тому, чтобы красные самолёты летали быстрее чёрных.».

### **Выводы**

Роберт Людвигович Бартини прожил насыщенную событиями жизнь и посвятил её тому, что любил больше всего – авиации. Будучи коммунистом, он упорно трудился ради счастья своей новой Родины – Советского Союза, а также народов стран Мира. Его передовые идеи в чём-то обгоняли уровень развития науки и техники того времени и могут быть непоняты даже в наше время, потому что Бартини мыслил идеями будущего. Роберт Людвигович на веки вписал своё имя в историю отечественной и мировой авиации.

### **Литература / References**

1. Геворкян С. Г. Инженер Бартини и его мир // Пространство и Время. 2010. № 1. С 50-52.
2. Исаков Н. С., Лонин А. В. Р. Л. Бартини как авиаконструктор // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. 2014. № 10. С 62-63.
3. Роберт Бартини: сборник / сост. Е. А. Ватулян; пер. с итал. Д. Р. Сухих. М. : ВИАМ, 2016. 220 с.
4. Якубович Н. В. Реактивные первенцы СССР – МиГ-9, Як-15, Су-9, Ла-150, Ту-12, Ил-22 и др. М. : Яуза, Эксмо, 2015. 112 с.

СЕРЫЙ А. И.

## **ИЗ ИСТОРИИ ИССЛЕДОВАНИЙ СОЛНЕЧНОЙ СИСТЕМЫ ЗА ПРЕДЕЛАМИ ГЛАВНОГО ПОЯСА АСТЕРОИДОВ**

*Кафедра общей и теоретической физики*

*Брестского государственного университета имени А. С. Пушкина,  
г. Брест, Республика Беларусь*

**Аннотация.** Дан обзор избранных исторических сведений об исследовании Солнечной системы за пределами главного пояса астероидов космическими аппаратами «Пионер», «Вояджер» и других.

**Ключевые слова:** Солнечная система, космические аппараты, история исследования.

SERY A. I.

## **FROM THE HISTORY OF STUDIES OF THE SOLAR SYSTEM BEYOND THE MAIN ASTEROID BELT**

*Department of general and theoretical physics*

*Brest State A. S. Pushkin University, Brest, Republic of Belarus*

**Abstract.** A review of selected historical data on the exploration of the Solar System beyond the main asteroid belt by the «Pioneer», «Voyager» and other spacecrafts is given.

**Keywords:** Solar system, spacecrafts, history of research.

Данные, полученные с космических аппаратов «Пионер–10», «Пионер–11», «Вояджер–1», «Вояджер–2», «Галилео», «Кассини–Гюйгенс», «Юнона», «Новые горизонты» и других, существенно обогатили наши знания о внешней части Солнечной системы, расположенной за главным поясом астероидов. Основные сведения нуждаются в систематизации, что важно и для дальнейших исследований, и для образовательного процесса (при изучении дисциплины «Астрономия»). В связи с этим представляет интерес краткий обзор избранных основных результатов.

**Цель исследования** – систематизация основных сведений об истории наблюдательных исследований Солнечной системы за пределами главного пояса астероидов с помощью космических аппаратов «Пионер», «Вояджер» и других. Актуальность проблемы состоит в том, что хорошо известный способ подачи материала в виде обычного текста не всегда удобен для восприятия, а сравнительным таблицам, базирующимся на принципе «все познается в сравнении», не уделяется достаточного внимания.

### **Материалы и методы исследования**

Материалом являются сведения [1; 2, р. 296, 405–406; 6–9] о некоторых основных результатах исследований, выполненных с помощью аппаратов «Пионер», «Вояджер» и других. Метод исследования – сравнительный анализ (в табличной форме).

### **Результаты и их обсуждение**

Основные результаты миссий космических аппаратов «Пионер-10», «Пионер-11», «Вояджер-1», «Вояджер-2», «Галилео», «Кассини–Гюйгенс», «Галилео» сопоставляются в таблице 1. Затем более подробно

сравниваются результаты миссий аппаратов «Пионер-10» и «Пионер-11» (таблица 2), «Вояджер-1» и «Вояджер-2» (таблица 3), разновидности оборудования на «Вояджерах» (таблица 4). На первый взгляд, рост продолжительности полета до Юпитера у более поздних (за исключением «Новых горизонтов») аппаратов по сравнению с более ранними выглядит парадоксальным (логичнее выглядело бы его сокращение в соответствии с возможностью достижения более высоких скоростей вследствие научно-технического прогресса). Данный факт объясняется тем, что в полетах более поздних аппаратов (за исключением «Новых горизонтов») шире использовались возможности гравитационных маневров для ускорений без затрат топлива; таким образом удалось снизить финансовые затраты на полеты ценой увеличения их продолжительности.

Таблица 1. Исследования планет-гигантов и Плутона космическими аппаратами

Аппарат	I	Исследования планет и их спутников					II
		Юпитера	Сатурна	Урана	Нептуна	Плутона	
«Пионер-10»	1972	1973	нет	нет	нет	нет	нет
«Пионер-11»	1973	1974	1979	нет	нет	нет	нет
«Вояджер-1»	1977	1979	1980	нет	нет	нет	нет
«Вояджер-2»	1977	1979	1981	1986	1989	нет	нет
«Галилео»	1989	1995–2003	нет	нет	нет	нет	да
«Кассини–Гюйгенс»	1997	2000	2004–2017	нет	нет	нет	да («Кассини»)
«Новые горизонты»	2006	2006–2007; 2010 (III)	нет	нет	2010 (III)	2015	нет
«Юнона»	2011	2016–2025	нет	нет	нет	нет	планируется

Обозначения в таблице 1. I. Год запуска. II. Уничтожение в атмосфере планеты. III. Тестирование аппаратуры.

Таблица 2. Сравнение основных результатов исследований, выполненных аппаратами «Пионер-10» и «Пионер-11»

	«Пионер-10»	«Пионер-11»
1. Дата запуска	03.03.1972	06.04.1973
2.1. Дата максимального сближения с Юпитером	04.12.1973	03.12.1974
2.2. Минимальное расстояние от Юпитера	132 тыс. км	42,8 тыс. км

	«Пионер-10»	«Пионер-11»
3.1. Дата максимального сближения с Сатурном	<i>близко не пролетал</i>	01.09.1979
3.2. Минимальное расстояние от Сатурна		20,8 тыс. км
4.1. Последний выход на связь	23.01.2003	30.09.1995
4.2. Причина потери связи	истощение радиоизотопного источника питания	утеря направления антенны на Землю
5.1. Приблизительное направление дальнейшего полета	к звезде Альдебаран	к созвездию Орла
5.2. Оценочное время достижения соответствующей области пространства	через 2 с лишним млн лет	через 4 млн лет

Таблица 3. Сравнение основных результатов исследований, выполненных аппаратами «Вояджер-1» и «Вояджер-2»

	«Вояджер-1»	«Вояджер-2»
1. Дата запуска	05.09.1977	20.08.1977
2.1. Дата максимального сближения с Юпитером	05.03.1979	09.07.1979
2.2. Минимальное расстояние от Юпитера	350 тыс. км	71,4 тыс. км
2.3. Исследование спутников Юпитера	Ио, Каллисто	Европа, Ганимед
3.1. Дата максимального сближения с Сатурном	12.11.1980	25.08.1981
3.2. Минимальное расстояние от Сатурна	124 тыс. км	101 тыс. км
3.3. Исследование спутников Сатурна	Титан, Рея, Мимас	Тефия, Энцелад
4.1 После пролета около Сатурна	покинул область плоскостей орбит планет Солнечной системы	продолжил полет к Урану и Нептуну
4.2. Достижение ударной волны	16.12.2004	30.08.2007
4.3. Выход за пределы гелиосферы	25.08.2012	25.11.2018
5. Запасы электропитания рассчитаны	на меньшую продолжительность полета	на большую продолжительность полета

Таблица 4. Разновидности оборудования, установленного на аппаратах «Вояджер-1» и «Вояджер-2»

	Первая группа приборов	Вторая группа приборов	Прочее важное оборудование
Назначение приборов	Исследование окружающего пространства	Исследование характеристик планет	Питание и связь с Землей
Перечень приборов	Приборы для измерения индукции магнитного поля, регистрации заряженных частиц низких энергий, космических лучей, измерение характеристик окружающей плазмы	фотокамеры, интерферометр Майкельсона (для анализа инфракрасного излучения атмосфер планет), ультрафиолетовый спектрометр, фотополяриметр для измерения интенсивности и степени поляризации света, детектор радиоизлучения магнитосфер планет	Источник питания на основе плутония-238, «тарелочная» антенна диаметром 3.7 м
Режим работы	Непрерывный	Во время сближений с планетами	Непрерывный

### Выводы

История исследований внешней части Солнечной системы (прежде всего, планет-гигантов) космическими аппаратами насчитывает немногим более 50 лет. Системы Юпитера и Сатурна и их спутников изучены более подробно по сравнению с Ураном, Нептуном и транснептуновыми объектами (включая Плутон).

### Литература / References

1. Кассини-Гюйгенс [Электронный ресурс] // Википедия. URL: <https://ru.wikipedia.org/wiki/Кассини-Гюйгенс> (дата обращения 28.03.2025).
2. Mitton J. The Penguin Dictionary of Astronomy. Penguin Books, 1993. 432 p.
3. Juno [Электронный ресурс] // NASA Science. URL: <https://science.nasa.gov/mission/juno/> (дата обращения 28.03.2025).

4. New Horizons [Электронный ресурс] // NASA Science. URL: <https://science.nasa.gov/mission/new-horizons/> (дата обращения 28.03.2025).
5. Galileo [Электронный ресурс] // NASA Science. URL: <https://science.nasa.gov/mission/galileo/> (дата обращения 28.03.2025).
6. Pioneer 10 [Электронный ресурс] // NASA Science. URL: <https://science.nasa.gov/mission/pioneer-10/> (дата обращения 28.03.2025).
7. Pioneer 11 [Электронный ресурс] // NASA Science. URL: <https://science.nasa.gov/mission/pioneer-11/> ((дата обращения 28.03.2025).
8. Voyager 1 [Электронный ресурс] // NASA Science. URL: <https://science.nasa.gov/mission/voyager-1/> (дата обращения 28.03.2025).
9. Voyager 2 [Электронный ресурс] // NASA Science. URL: <https://science.nasa.gov/mission/voyager-2/> (дата обращения 28.03.2025).

УМИДЖОН КЫЗЫ. М., БРЮХАЧЕВ. А. Н.  
**ФИЗИЧЕСКАЯ ПОДГОТОВКА КОСМОНАВТОВ**

*Кафедра физической культуры  
Кемеровского государственного медицинского университета, г. Кемерово*

**Аннотация.** 7-12 апреля 2025 года в Кемеровского государственном медицинском университете пройдет конференция, посвященная исследованию многогранной темы освоения космоса, охватывающей исторические вехи, современные достижения и перспективные направления развития.

Процесс физической подготовки космонавтов к полетам очень сложный и длительный. Они ежедневно выполняют ряды физических упражнений, которые помогают оставаться в форме в условиях гравитации

**Ключевые слова:** подготовка космонавтов, космос, история освоения космоса, физические упражнения.

UMIJON KYZY. M., BRYUKHACHEV A. N.  
**PHYSICAL TRAINING OF ASTRONAUTS**

*Department of Physical Culture  
Kemerovo State Medical University, Kemerovo*

**Abstract.** On April 7-12, 2025, Kemerovo State University will host a conference dedicated to exploring the multifaceted topic of space exploration, covering historical milestones, modern achievements and promising areas of development.

The process of physical preparation of astronauts for flights is very complex and lengthy. They perform daily series of physical exercises that help them stay in shape in the face of gravity.

**Keywords:** cosmonaut training, space, history of space exploration, physical exercises.



**Цель исследования:** изучить особенности физической подготовки астронавтов на Земле, проанализировать методы и средства физической подготовки космонавтов, направленные на поддержание здоровья и работоспособности в условиях космического полета.

Длительное пребывание в космосе и условия невесомости представляют собой серьезные вызовы для человеческого организма. Физическая подготовка космонавтов играет ключевую роль в поддержании их здоровья, работоспособности и способности адаптироваться к экстремальным условиям космического полета. Эта подготовка направлена на смягчение негативного воздействия невесомости на различные системы организма, такие как опорно-двигательный аппарат, сердечно-сосудистая и нервная системы. [1]

В условиях невесомости происходят значительные изменения в организме человека, в частности:

- Атрофия мышц: Снижение гравитационной нагрузки приводит к уменьшению массы и силы мышц, особенно в нижних конечностях и спине. [2]
- Снижение плотности костной ткани: Костная ткань теряет кальций и другие минералы, что повышает риск переломов.
- Изменения в сердечно-сосудистой системе: Снижение объема циркулирующей крови, изменение артериального давления и нарушение регуляции сердечного ритма.
- Нарушение координации движений и сенсорная депривация.

Это все физиологические эффекты невесомости. Для того, чтобы уменьшить их негативное влияние на организм человека, необходима тщательная физическая подготовка космонавтов на Земле, а также продолжить поддерживать форму в самой станции.

Начнем с того, что существует этап отбора. Есть нормативы физических упражнений, посредством которых осуществляется открытый набор желающих. Принимать участие могут люди в возрастной группе от 18 до 29 лет. Кандидаты показывают свою силу, ловкость, работоспособность.

1. Бег 1 км – 3 мин. 30 с или бег на лыжах 5 км – 24 мин. 30 с.
2. Плавание 800 м вольным стилем – 20 мин. 10 с или брассом – 22 мин. 30 с.
3. Подтягивание на перекладине – 12 раз.
4. Угол в упоре на брусьях – 20 с.
5. Челночный бег 10х10 м – 26,3 с.
6. Прыжок в длину с места – 2,30 м.
7. Прыжки на батуте с поворотом на 90, 180 и 360 градусов (высота прыжков не менее 60 см) – оценивается техника выполнения прыжков по 10-балльной шкале.

8. Прыжок – спад в воду головой вниз с трамплина высотой 3 м – оценивается техника выполнения прыжка по 10-балльной шкале.

9. Наклон вперед – вниз из положения стоя на скамейке (оценивается достигнутое кончиками пальцев рук расстояние ниже верхнего края скамейки) – 16 см.

10. Проба Ромберга (тестируемый стоит с закрытыми глазами на одной ноге, разведённые под 45 ° руки вытянуты вперед и немного вверх, фиксируется суммарное время сохранения равновесия в трёх попытках) – 45с.

11. Ныряние в длину – 20 м.

12. 11-минутный тест (бег и ходьба по заданной циклограмме) на тренажном макете бортовой бегущей дорожке (оценивается преодоленное расстояние) – 1050 м.

13. Ручная велоэргометрия на тренажном макете бортового велотренажёра (оценивается время выполнения упражнения) – 3 мин [3].

Методы физической подготовки космонавтов:

Физическая подготовка космонавтов включает несколько этапов и направлена на поддержание различных аспектов здоровья и работоспособности. [4]

- Предполетная подготовка: Наземные тренировки включают общую физическую подготовку (аэробные и силовые упражнения), специальную подготовку (вестибулярные тренировки, тренировки в условиях искусственной невесомости) и медицинский контроль.

- Подготовка во время космического полета: Использование тренажеров, таких как велоэргометр, беговая дорожка и силовой тренажер ARED (Advanced Resistive Exercise Device). Выполнение комплекса физических упражнений, направленных на поддержание мышечной массы, плотности костной ткани и функции сердечно-сосудистой системы.

- Послеполетная реабилитация: Восстановление функций опорно-двигательного аппарата, сердечно-сосудистой системы и нервной системы. Постепенное увеличение физической нагрузки.

В настоящее время ФПК включает общефизическую подготовку (ОФП), направленную на развитие основных физических качеств космонавтов (выносливости, силы, быстроты, ловкости) и профессионально-прикладную (ППФП), преследующую развитие у них специальных физических качеств, востребованных спецификой профессиональной деятельности космонавтов в полёте.

В свою очередь ППФП включает (СФП) специальную физическую подготовку, направленную на развитие устойчивости организма космонавтов к воздействию отдельных неблагоприятных факторов космического полёта (перегрузок, гипоксии, вестибулярных раздражителей и т.п.), и (БФТ) бортовую физическую тренировку. Целью последней является овладение космонавтами навыками эффективного использования

на борту МКС тренажёров для профилактики неблагоприятного воздействия на организм факторов длительного пребывания в невесомости.

ФПК осуществляется в течение всего цикла подготовки к полёту, а именно: на этапах (ОКП) общекосмической подготовки, подготовки в составе групп и в составе экипажей в ЦПК, а также в предстартовый период непосредственно на космодроме.

### **Выводы**

Физическая подготовка является неотъемлемой частью подготовки космонавтов к космическим полетам и играет ключевую роль в обеспечении успешного освоения космоса. Современные методы и средства физической подготовки позволяют эффективно бороться с негативным воздействием невесомости на организм человека и обеспечивать успешное выполнение космических миссий. Дальнейшее развитие методов и средств физической подготовки позволит повысить эффективность космических миссий и сохранить здоровье космонавтов в условиях длительного пребывания в невесомости.

### **Литература / References**

1. Шульженко Е. Б., Григорьев А. И. Космическая физиология. М.: Медицина, 2001. 408 с.
2. Аденинская Е. Е., Гозулов С. А., Лемешкин В. И. Физическая подготовка космонавтов. М.: Воениздат, 1980. 208 с.
3. Нормативные физические упражнения и ориентировочные результаты их выполнения при отборе кандидатов в космонавты по физической подготовленности [Электронный ресурс]. URL: <https://www.roscosmos.ru/media/files/2023/July/4normativi.pdf> (дата обращения 28.03.2025).
4. Назаров В. П., Черемисинов А. В. Средства и методы тренировки в условиях невесомости. 1978. 176 с.

ЧЕРНОВА В. И., БРЮХАЧЕВ А. Н.

## **АДАПТАЦИЯ ОРГАНИЗМА КОСМОНАВТОВ К УСЛОВИЯМ НЕВЕСОМОСТИ: ИЗМЕНЕНИЯ В КОСТНО-МЫШЕЧНОЙ, СЕРДЕЧНО-СОСУДИСТОЙ И ДРУГИХ СИСТЕМАХ**

*Кафедра физической культуры*

*Кемеровского государственного медицинского университета г. Кемерово*

**Аннотация.** Работа исследует адаптацию организма космонавтов к невесомости, фокусируясь на изменениях в костно-мышечной, сердечно-сосудистой системах. Рассматриваются атрофия мышц, потеря костной массы, перераспределение жидкостей, изменения в работе сердца, их механизмы и долгосрочные последствия.

**Ключевые слова:** космонавт, физическая подготовка, адаптация, невесомость.

CHERNOVA V. I., BRYUKCHACHEV A. N.

**ASTRONAUTS' BODY ADAPTATION TO ZERO GRAVITY  
CONDITIONS: CHANGES IN MUSCULOSKELETAL,  
CARDIOVASCULAR AND OTHER SYSTEMS**

*Department of Physical Culture  
Kemerovo State Medical University, Kemerovo*

**Abstract.** The work explores the astronauts' body's adaptation to weightlessness, focusing on changes in the musculoskeletal and cardiovascular systems. Muscle atrophy, bone loss, fluid redistribution, changes in heart function, their mechanisms and long-term consequences are considered.

**Keywords:** cosmonaut, physical fitness, adaptation, weightlessness.

В эру активного освоения космоса и увеличения продолжительности космических экспедиций адаптация человеческого организма к условиям невесомости становится центральной задачей врачебной науки. Невесомость, как кардинально отличающаяся от земных условий информационная среда, оказывает значительное влияние на различные системы организма. Изучение адаптации организма в условиях невесомости представляет собой многогранную задачу, требующую мультидисциплинарного подхода и необходимого внимания. Глубокое понимание процессов, происходящих в организме космонавтов, считается ключом к успешной и безопасной реализации долгосрочных межпланетных миссий.

В невесомости костно-мышечная система человека претерпевает значительные изменения. В невесомости мышцы атрофируются, особенно постуральные (спины, бедер, икр), теряя до 30% массы и 40% силы. "Медленные" мышечные волокна преобразуются в "стремительные", снижается капилляризация, ухудшается нервно-мышечная координация [1]. Для противодействия космонавты применяют специальные упражнения и устройства, имитирующие земные нагрузки. Костная ткань также деградирует (1-2% в месяц) из-за усиления резорбции и снижения образования. Это может привести к остеопорозу и переломам. Восстановление после возвращения на Землю занимает месяцы, а иногда и годы, и может быть неполным. Космонавты используют специальные упражнения и лекарства для борьбы с этим, но полное предотвращение потери костной массы пока невозможно, что требует дальнейших исследований. Исследования процессов, происходящих в этих системах, имеет не только космическое, но и медицинское значение для лечения и профилактики заболеваний опорно-двигательного аппарата на Земле.

В невесомости сердечно-сосудистая система космонавтов меняется. Кровь приливает к верхней части тела, вызывая "перегрузку жидкостью". Организм реагирует уменьшением объёма крови и, возможно, размеров

сердца. В невесомости жидкости тела смещаются вверх, вызывая "пухлое лицо" и увеличивая нагрузку на сердце. Сердце адаптируется, снижая частоту сокращений и ударный объём, что может привести к атрофии миокарда. Возвращение на Землю затруднено ортостатической непереносимостью из-за сниженной эффективности регуляции кровяного давления. Меняется регуляция давления из-за равномерного распределения гидростатического давления. Плотность сосудистой сети может снижаться. Функции эндотелия сосудов также меняются, влияя на кровоток. Адаптация сердечно-сосудистой системы к космосу сложна и требует длительного восстановления на Земле [2].

В невесомости нервная система космонавтов перестраивается. Вестибулярный аппарат дезориентируется, вызывая "космическую болезнь" (тошнота, рвота, плохая координация). Мозг компенсирует это, используя зрение и соматосенсорные ощущения. Снижается нагрузка на опорно-двигательный аппарат, изменяется регуляция тонуса мышц, требуя специальных упражнений [3]. Изменённая передача нейронных сигналов может повлиять на когнитивные функции и психику. Адаптация происходит постепенно, но возвращение на Землю требует повторного привыкания к гравитации. Разработка методов смягчения вестибулярных изменений (лекарства, тренировки) крайне важна.

Психическая адаптация к невесомости крайне важна. Космонавты сталкиваются со стрессом от изоляции, ограниченного пространства и нарушенного светового цикла [4]. Для борьбы с этим используются техники релаксации, поддерживаются социальные связи с Землёй. Тренировки помогают сохранить когнитивные функции, а мотивация и целеполагание — позитивный настрой.

В невесомости эндокринная система космонавтов перестраивается. Снижение физической активности уменьшает энергозатраты, влияя на уровень сахара в крови и баланс липидов. Изменения инсулиновой чувствительности могут привести к инсулинорезистентности. Происходит деминерализация костей, влияющая на кальциево-фосфорный обмен. Функции печени и почек изменяются из-за перераспределения жидкости. Меняется гормональный фон. Повышается уровень кортизола (гормона стресса), что может негативно сказаться на иммунитете и костях. Снижается активность гормонов щитовидной железы, влияя на метаболизм. Уменьшается уровень половых гормонов (тестостерон, эстрогены), способствуя потере мышечной и костной массы. Изменяется секреция инсулина, влияя на уровень глюкозы. Правильное питание и тренировки помогают минимизировать эти изменения.

В невесомости иммунитет космонавтов ослабевает [5]. Снижается активность Т-клеток, защищающих от инфекций. Снижается выработка цитокинов (интерлейкинов, интерферонов), нарушается миграция иммунных клеток, меняется плотность лимфоидных тканей и снижается

активность НК-клеток. Это повышает восприимчивость к инфекциям и, возможно, риск аутоиммунных реакций. Для поддержания иммунитета применяются специальные диеты, витамины, иммуностимуляторы.

В невесомости организм космонавта претерпевает множество изменений. Костно-мышечная система ослабевает, развивается остеопороз и атрофия мышц. Сердечно-сосудистая система перераспределяет кровь, вызывая головную гиперемия. Вестибулярный аппарат дезориентируется, а зрение может ухудшиться. Специальные упражнения, диеты и технологии помогают космонавтам адаптироваться и сохранить здоровье.

### **Литература / References**

1. Капин А. В. Адаптация человеческого организма к условиям невесомости // Мультиурок : [сайт]. 2016. URL: <https://multiurok.ru/> (дата обращения: 01.11.2025)
2. Григорьев А. И. Экология человека. М.: ГЭОТАР-Медиа, 2008. 240 с.
3. Пономарева Н. В. Физиологические основы адаптации человека к условиям космического полета. М.: Наука, 2005. 10 с.
4. Агаджанян Н. А., Тель Л. З., Циркин В. И., Чеснокова С. А. Физиология человека. М.: Медицинская книга, 2009. 526 с.
5. Агаджанян Н. А., Воложин А. И., Евстафьева Е. В. Экология человека и концепция выживания. М.: ГОУ ВУНМЦ МЗ РФ, 2001. 240 с.

## **ЧИКМАКОВА А. С., ПОГОСЯН А. А. ОКАЗАНИЕ СТОМАТОЛОГИЧЕСКОЙ ПОМОЩИ КОСМОНАВТАМ**

*Кафедра нормальной физиологии имени профессора Н. А. Барбараш  
Кемеровского государственного медицинского университета, г. Кемерово*  
Научный руководитель – д-р мед. наук Д. Ю. Кувшинов

**Аннотация:** В статье рассматриваются особенности оказания стоматологической помощи в условиях космического полета. Анализируются факторы, повышающие риск развития стоматологических заболеваний у космонавтов, а также существующие методы профилактики и лечения, включая требования к отбору кандидатов, обучение членов экипажа, оснащение космических кораблей специализированным оборудованием и применение телемедицинских технологий. Обсуждаются перспективы развития космической стоматологии, направленные на повышение безопасности и работоспособности космонавтов в длительных миссиях.

**Ключевые слова:** освоение космического пространства, стоматологическая помощь, невесомость, лечение, медицинский отбор.

CHIKMAKOVA A. S., POGOSYAN A. A.

## **DENTAL CARE FOR ASTRONAUTS**

*Professor N.A. Barbarash Department of Normal Physiology*

*Kemerovo State Medical University, Kemerovo*

Supervisor – MD, DSc in Medicine D. Y. Kuvshinov

**Abstract.** The article discusses the features of dental care in space flight conditions. The factors that increase the risk of dental diseases among astronauts are analyzed, as well as existing methods of prevention and treatment, including requirements for the selection of candidates, training of crew members, equipping spacecraft with specialized equipment and the use of telemedicine technologies. The prospects for the development of space dentistry aimed at improving the safety and efficiency of astronauts on long-term missions are discussed.

**Keywords:** space exploration, dental care, weightlessness, treatment, medical selection.

Освоение космического пространства – сложная задача, требующая решения множества технических и медицинских проблем. Одним из важных аспектов поддержания здоровья космонавтов является обеспечение стоматологической помощи в условиях длительных космических полетов. Несмотря на тщательную подготовку и медицинский отбор, возникновение стоматологических проблем на орбите представляет серьезную угрозу для работоспособности и общего состояния экипажа. Данная работа посвящена анализу особенностей оказания стоматологической помощи в космосе, рассмотрению доступных методов и средств, а также обсуждению перспектив развития этого направления космической медицины.

Длительные космические полеты оказывают значительное влияние на организм человека, включая костную ткань и иммунную систему, что может повысить риск развития стоматологических заболеваний. Ограниченные возможности для диагностики и лечения в условиях невесомости, а также отсутствие квалифицированного стоматолога на борту космического корабля, делают оказание своевременной и эффективной стоматологической помощи крайне затруднительным. В связи с этим, разработка и внедрение специализированных методов и средств профилактики и лечения стоматологических заболеваний в космосе является актуальной задачей.

По данным Приказа Министра обороны РФ к стоматологическому статусу кандидатов в космонавты предъявляются повышенные требования. До зачисления в отряд космонавтов многие из них имели опыт работы летчиками, к которым также предъявлялись требования по санации ротовой полости. Однако после зачисления в отряд требования к комплексной санации рта ужесточались. Лечение и протезирование

проводилось за счет специального бюджета. В состав отряда не включались лица с пародонтизом, зубочелюстными аномалиями и съемными протезами. Космонавты многократно проходили стоматологические осмотры с санацией ротовой полости в соответствии с действующим порядком медицинского обслуживания летчиков и космонавтов[1].

Подготовка к космическим полетам предусматривает обширную программу обучения, включающую не только технические аспекты, но и медицинские знания. Это необходимо для того, чтобы космонавты могли самостоятельно оказывать базовую медицинскую помощь в условиях орбиты. В каждом экипаже выделяется космонавт, ответственный за здоровье команды, который проходит специализированный курс медицинской подготовки, учитывающий специфику работы в невесомости [2].

Бортовой врач в космическом полете – это универсальный специалист, обладающий глубокими теоретическими знаниями и практическими навыками в области космической медицины. Он должен быть готов оказать любую медицинскую помощь: от хирургической операции до стоматологического лечения или психотерапевтической поддержки. В его обязанности входит диагностика и лечение различных заболеваний и травм, а также нейтрализация последствий экстремальных ситуаций. Важно, чтобы врач был открыт к изучению новых методов решения проблем, с которыми он ранее не сталкивался [3].

Стоит также отметить, что на борту МКС предусмотрен специализированный набор для оказания неотложной стоматологической помощи, представляющий собой контейнер размером 20x10x30 см, содержащий необходимые материалы и инструменты. В состав набора входят: материал для временного пломбирования, девитализирующая паста, набор стерильных зеркал и шпателей, а также средства индивидуальной защиты (перчатки, маски, ватные шарики). Кроме того, для обеспечения гигиены полости рта в условиях микрогравитации разработан специальный комплекс «РемарсГель», включающий зубную пасту для очищения и гель для реминерализации эмали. В своих видеороликах о жизни на МКС астронавт Крис Хэдфилд показал, как необычно проходит такая обыденная процедура, как чистка зубов в условиях невесомости. Несмотря на использование привычной зубной щетки, процесс существенно отличается от земного. Вода из тюбика образует своеобразную каплю вокруг щетки, а паста, специально разработанная для проглатывания, используется ввиду дефицита воды на станции [4].

Создать набор хирургических и стоматологических инструментов с существенно сниженным весом, получивших в медицинской среде название «невесомые» позволила разработка нового титанового сплава,



обладающего плотностью на 2-2,5 раза меньшей, чем у ранее использовавшихся в СССР стальных сплавов, что стало прорывом в области материалов. Новое достижение было оперативно одобрено Комитетом по новой технике для применения в космических технологиях [5].

По данным научной литературы на период работы орбитальных станций (28 экспедиций на «Мир» и 50 на МКС) у космонавтов было зарегистрировано девять случаев стоматологических заболеваний. Преобладающим заболеванием, выявленным в восьми случаях, являлся кариес. Для диагностики заболеваний полости рта на МКС использовался телемедицинский комплекс (ТБК-1 и ТБК-1С) с соответствующим программным обеспечением. Лечение осуществлялось с применением инструментов и материалов из бортового стоматологического набора [6].

В соответствии с данными, найденными в доступных интернет-источниках необычным событием во время космического полета стало самостоятельное пломбирование зуба космонавтом Олегом Новицким в условиях орбитального полета. Уникальность ситуации заключается в том, что, несмотря на сложность задачи, космонавт не обратился за помощью к другим членам экипажа. Следует отметить, что процедура проводилась под руководством стоматологов с Земли в режиме телемедицинской консультации. Новицкий сообщил, что установка пломбы потребовала нескольких попыток, несмотря на незначительный размер дефекта [2].

Ещё один интересный случай произошел во время полета на орбитальной станции «Салют-7», когда Юрий Романенко столкнулся с острой зубной болью, вызванной незамеченным до полета кариесом. Не желая отвлекать экипаж, он стойко терпел мучения, скрывая тяжесть своего состояния от специалистов на Земле, несмотря на обильное потребление обезболивающих. Не помогали ни народные методы, ни имевшееся на станции устройство для акупунктуры. Только благодаря хитрости его напарника Георгия Гречко, который сообщил о мнимой зубной боли, экипаж получил необходимые рекомендации. Даже прибытие бормашины на последующем корабле не решило проблему, так как никто из космонавтов не владел ею. Романенко дотерпел до возвращения на Землю, где ему немедленно оказали стоматологическую помощь. Гречко, в свою очередь, также получил медицинскую помощь по приземлении, признавшись в своей выдумке. Эта история, описанная Гречко в «От лучины до пришельцев», демонстрирует человеческую стойкость и недостатки медицинского обеспечения в космосе [2].

Таким образом, обеспечение стоматологического благополучия космонавтов представляет собой комплексную задачу, решаемую на нескольких уровнях. Отбор и подготовка кандидатов, широкая программа обучения медицинским навыкам, наличие специального оборудования и средств гигиены на борту МКС, а также возможность телемедицинских

консультаций позволяют минимизировать риск и эффективно решать возникающие стоматологические проблемы в условиях космического полета.

### **Литература / References**

1. Приказ Министра обороны РФ от 9 октября 1999 г. N 455 «Об утверждении Положения о медицинском освидетельствовании летного состава авиации Вооруженных Сил Российской Федерации» [Электронный ресурс]. URL: <https://base.garant.ru/181227/> (дата обращения: 01.11.2025).
2. Стоматология в космосе // Центр «Космонавтика и авиация»: [сайт]. URL: <https://cosmos.vdnh.ru/izdoma/stomatologiya-v-kosmose/> (дата обращения: 01.11.2025).
3. Орлов О. И., Котов О. В., Куссмауль А. Р., Белаковский М. С. Роль врача в дальнем космическом полете // Воздушно-космическая сфера. 2020. № 1. С. 36-49.
4. Стоматология в космосе [Электронный ресурс] // ДЕНТ СИТИ : центры стоматологии и имплантации. URL: <https://dostoma.ru/articles/stomatologiya-v-kosmose/> (дата обращения: 01.11.2025).
5. Ткачева Н. За экраном. Как космические технологии вышли на новый старт в стоматологической индустрии // DENTAL MAGAZINE. 2016. № 8. С. 58-64.
6. Диагностика и лечение заболеваний стоматологического профиля в пилотируемых космических полетах на орбитальной станции "Мир" и Международной космической станции / В. В. Богомолов, А. В. Поляков, И. И. Попова [и др.] // Авиакосмическая и экологическая медицина. 2018. № 5. С. 19-22.

ШАДРАКОВА А. П.<sup>1</sup>, ХАРЛАМПЕНКОВ Е. И.<sup>2</sup>

### **ФИЗИОЛОГИЯ КОСМОНАВТОВ: ПРИЧИНЫ ИЗМЕНЕНИЙ ВКУСОВЫХ ОЩУЩЕНИЙ**

<sup>1</sup>студент лечебного факультета

<sup>2</sup>кандидат технических наук, доцент кафедры общественного здоровья, организации и экономики здравоохранения имени профессора

А. Д. Ткачева

Кемеровского государственного медицинского университета, г. Кемерово

**Аннотация.** В данной статье рассматриваются факторы «вкусовой аномалии» у космонавтов и предполагаемые их решения для дальнейших миссий в космосе.

**Ключевые слова:** факторы, космос, вкусовые ощущения.

## PHYSIOLOGY OF COSMONAUTS: CAUSES OF CHANGES IN TASTE SENSATIONS

<sup>1</sup>*Student of the General Medicine Faculty*

<sup>2</sup>*Associate Professor at the Department of Public Health, Healthcare Organization, and Economics named after Professor A. D. Tkachev  
Kemerovo State Medical University, Kemerovo*

**Abstract.** This article deals with the factors of “taste anomaly” in cosmonauts and their supposed solutions for further missions in space.

**Keywords:** factors; space; taste sensations.

Космические полеты – это путешествия в другую реальность со своими физическими и биологическими законами, которые являются непривычными для организма человека. Одним из весомых испытаний у космонавтов в условиях изоляции и невесомости является изменение вкусовых ощущений.

И, несмотря на попытки разнообразить питания и улучшить качество еды, многие из астронавтов отмечают, что пища кажется менее ароматной и вкусной, а некоторые продукты воспринимаются иначе, чем на Земле. [1]

**Цель исследования** – изучить факторы изменения вкусовых ощущений организма человека в космосе (в условиях стресса и невесомости) и сравнить рацион питания 1960-х годов и настоящего времени.

### **Методы и материалы исследования**

Общенаучный метод, анализ интернет-источников.

### **Результаты и их обсуждения**

Известно, что обоняние и вкус связаны между собой на основании химии. Рецепторы языка ощущают пять основных вкусов, а рецепторы носа – тысячи запахов. Ранее предполагалось, что основной причиной «вкусовой аномалии» является перераспределение жидкостей и изменение кровотока в организме. При отсутствии гравитации вся жидкость и кровь устремляются к верхней части тела, что приводит к отеку лица, заложенности носа и изменению кровяного давления. В связи с этим происходит ослабление обоняния, что приводит к приглушению вкусовых ощущений языка и пища становится безвкусной. [2]

Однако, в эксперименте, проведенный в июле 2024 года, учёные из Королевского Мельбурнского технологического института выяснили еще одну весомую причину потери аппетита – это психологические факторы. После нескольких недель нахождения на Международной космической станции (МКС) эффект сдвига жидкости исчезает, но космонавты по-прежнему не получают удовольствия от еды.

Даже на Земле, в привычной для людей среде, сталкиваются с проблемой потеря аппетита. Не считая болезней, по которым вызваны трудности с питанием, чаще всего причиной этого явления являются психоэмоциональными факторы: одиночество, депрессия, стресс и т.п.

В ходе исследования, о котором говорилось ранее, рассмотрели три мощных пищевых ароматизаторов (экстракт ванили, экстракт миндаля и эфирное масло лимона) в обычных земных условиях и в условиях виртуальной симуляции МКС. Результаты показали, что более интенсивно воспринимались запахи ванили и миндаля за счет летучего сладковатого вещества – бензальдегида. [2]

Еще причинами изменения вкусовых ощущений являются особенности космического питания и влияние радиации на вкусовые рецепторы.

Влияние космической радиации менее изучен, чем остальные факторы «вкусовой аномалии». Известно, что может косвенно влиять на рецепторы, изменяя клеточные процессы в организме. [3]

Фактор особенностей космического питания подразумевает обработку еды для длительного хранения, что также влияет на визуальное и сенсорное восприятия продовольствия.

В 1960-х годах продукты в условиях микрогравитации были таблетки, содержащие весь необходимый запас микроэлементов. Но астронавты чувствовали себя некомфортно при таком способе питания, что сподвигло изменить форму пищи в космосе. Упаковка еды в специализированные тубы производилась до начала 1990-х годов, но пищевой режим все также имел ограниченный ассортимент (около 60-70 наименований). [4]

В настоящее время меню космонавтов составляет более 200 наименований разных национальных кухонь с учетом индивидуальных предпочтений. Основная часть продуктов выращивается на МКС, проходит улучшенную сублимацию с возможностью разогрева и упаковывается в пластиковую вакуумную тару. Но всё равно проблема потеря аппетита остается не решенной до конца.

Установка «Veggie», разработанная NASA совместно с ORBITEC, это оранжерея закрытого типа, растения в ней изолированы от влияния окружающей среды станции. Выращивание происходит в специальных «растительных подушках», которые питают водой с помощью специального оборудования. В 2020 году астронавты выращивают редис в рамках эксперимента. На данный момент на борту МКС удалось вырастить: красный салат ромэн, зелёный салат-латук, китайская капуста, чечевица и горчица. [5]

### **Выводы**

Таким образом выяснили, что в питании в экстремальных условиях среды важно учитывать не только адаптации организма к микрогравитации

в космосе, но и образ мыслей и эмоции человека к чувствительности вкусов и запаха.

Вид и разнообразие рациона питания у астронавтов улучшилось за несколько десятков лет космических миссий. Программы по выращиванию свежих продуктов продолжают проходить экспериментальные пути решения на МКС и дают положительные результаты. Хотя даже с такими данными, «вкусовая аномалия» до сих пор остаётся главной проблемой в настоящее время.

В данный момент времени ученые задумались над разработкой усиление ароматизаторов в меню космонавтов, что, по их мнению, способствует быть ближе к решению проблемы (потери аппетита) для дальнейших миссий в космосе на далекие расстояния.

### **Литература / References**

1. Учёные рассказали об особенностях современного рациона космонавтов [Электронный ресурс] // Рамблер : [сайт]. 2024. URL: <https://news.rambler.ru/tech/52597030-uchenye-rasskazali-ob-osobennostyah-sovremennogo-ratsiona-kosmonavtov/> (дата обращения: 20.03.2025)
2. Gough E. Astronauts Struggle To Eat Their Space Food and Scientists Want to Know Why [Электронный ресурс] // Universe Today. 2024. URL: <https://www.universetoday.com/> (дата обращения: 20.03.2025).
3. Влияние космической радиации на облик космических полетов в будущем / А. В. Фалеев, Л. М. Королев, В. Г. Сорокин [и др.] // Пилотируемые полеты в космос. 2023. № 3. С. 104-113.
4. Еда космонавтов // ФБУЗ "Центр гигиенического образования населения" Роспотребнадзора. URL: <https://cgon.rosпотребнадзор.ru/naseleniyu/zdorovoe-pitanie/eda-kosmonavtov/?ysclid=m8o6d40cff57251142> (дата обращения: 20.03.2025).
5. Растения в космосе: что выращивают на МКС? // АО Garden. 2023. URL: <https://aogarden.ru/news/rasteniya-v-kosmose-chto-vyrashchivayut-na-mks/> (дата обращения: 25.03.2025)

## **ШЕЛЕХОВ В. Г.<sup>1</sup>, КУВШИНОВ Д. Ю.<sup>2</sup>, РАХЫЖАНОВА С. О.<sup>3</sup> РАДИАЦИОННЫЙ ФАКТОР ПРИ ДЛИТЕЛЬНЫХ КОСМИЧЕСКИХ ПОЛЕТАХ – ПРОБЛЕМА И ПУТИ РЕШЕНИЯ**

<sup>1</sup>*Кафедра госпитальной терапии и клинической фармакологии*

<sup>2</sup>*Кафедра нормальной физиологии имени профессора Н. А. Барбараш  
Кемеровского государственного медицинского университета, г. Кемерово*

<sup>3</sup>*Кафедра физиологических дисциплин имени заслуженного деятеля науки  
РК Т. А. Назаровой, НАО «Медицинский университет Семей», Республика  
Казахстан, г. Семей*

**Аннотация.** На экипаж в космическом полете воздействует порожденная самой космической средой радиация. В качестве защиты

можно использовать экраны из разных материалов – от воды до современных композитов, электростатические экраны и магнитное поле (в перспективе), употребление радиопротекторных препаратов. Решение проблемы воздействия радиации на экипаж позволит совершать дальние полеты – к Луне, к Марсу, а разработанные для космической отрасли методы защиты от радиации могут найти применение в повседневной практике – от защиты работников атомных станций и экипажей кораблей с атомной ходовой установкой до пациентов, подвергающихся лучевой терапии.

**Ключевые слова:** радиация, космонавтика, радиопротекторные препараты, композитные материалы, защитные экраны.

SHELEKHOV V. G.<sup>1</sup>, KUVSHINOV D. Y.<sup>2</sup>, RAKHYZHANOVA S. O.<sup>3</sup>

**RADIATION FACTOR DURING LONG-TERM SPACE  
FLIGHTS – PROBLEM AND SOLUTIONS**

<sup>1</sup>*Department of Hospital Therapy and Clinical Pharmacology*

<sup>2</sup>*Professor N. A. Barbarash Department of Normal Physiology  
Kemerovo State Medical University, Kemerovo*

<sup>3</sup>*Honored Scientist of the Republic of Kazakhstan T. A. Nazarova Department of  
Physiological Disciplines  
Semey Medical University, Republic of Kazakhstan, Semey*

**Abstract.** The crew in space flight is exposed to radiation generated by the space environment itself. Screens made of different materials can be used as protection – from water to modern composites, electrostatic screens and a magnetic field (in the future), the use of radioprotective drugs. Solving the problem of the impact of radiation on the crew will allow long-distance flights – to the Moon, to Mars, and the methods of protection against radiation developed for the space industry can find application in everyday practice – from protecting workers at nuclear power plants and crews of ships with nuclear propulsion to patients undergoing radiation therapy.

**Keywords:** radiation, astronautics, radioprotective drugs, composite materials, protective screens.

В космическом полете человек – космонавт, астронавт, тэйконавт – подвергается непрерывному радиационному воздействию. Уровень радиации в космосе в несколько раз превышает естественный фон на Земле. Уровень облучения может завесить от продолжительности космического полета, его параметров (в настоящее время – это орбитальные полеты; станция «Мир» находилась на высоте от 354 до 374 км от поверхности Земли, Международная космическая станция (МКС) – когда в качестве кораблей снабжения использовались корабли Space Shuttle находилась на высоте 320-350 км, в настоящее время – 400-420 км).

Важное значение имеет геомагнитная обстановка, уровень солнечной активности, влияние частиц высокой энергии. Солнечные частицы особенно опасны во время солнечных бурь, а галактические космические лучи – это постоянный поток высокопроникающего излучения из глубокого космоса.

За год полета на МКС космонавт получает дозу примерно в 10 раз превышающую (200 мЗв/год) нормы радиационной безопасности для работника атомной промышленности (в среднем 20 мЗв/год), что все же допустимо, поскольку современные российские нормативы лимитируют дозу в размере 500 мЗв/год [1]. В связи с новыми проектами по полетам на Луну и Марс перед радиобиологами встала задача более глубокого анализа рисков, связанных с воздействием космической радиации. Воздействие тяжёлых ионов происходит редко, их вклад в дозу облучения на низкой околоземной орбите незначительный; вторичные частицы, в том числе нейтроны, испускаемые космическим кораблем, могут иметь большое значение при дальних космических полетах и преимущественно воздействовать на поверхностные ткани (кожа, слизистые, глаза); «радиационная ванна», состоящая из остаточного излучения и быстрых нейтронов внутри космического аппарата, может представлять опасность для глубоких тканей. На сегодняшний день считается, что для исследования Марса потребуется около 900 дней, доза для такой миссии составит примерно 1200 мЗв, (порядка 475 мЗв/год). Таким образом, изучение Марса сопряжено высокими рисками и возникает вопрос по управлению такими рисками – в зависимости от мощности дозы и индивидуальной восприимчивости к поражающему фактору возможны развитие меланомы кожи, катаракты, поражение сердечно-сосудистой и пищеварительной систем.

Для сопоставления с нормативами необходимо изучать влияние радиации критически-важные органы, для чего и используются тканеэквивалентные фантомы-манекены типа фантома «Рэндо» или шарового фантома «Матрешка-Р». Измерения энергетического спектра нейтронов с использованием шарового фантома показали, что из всего широкого энергетического спектра нейтронов основной вклад в эквивалентную дозу внутри фантома вносят нейтроны с энергией выше 15 МэВ, в то же время нейтроны с энергиями меньше 1 МэВ эффективно замедляются в веществе фантома [2]. Тканеэквивалентные приборы-манекены находят свое применение для оценки динамики накопления доз облучения в спокойных и «возмущенных» условиях; других способов экспериментального определения распределения дозы по телу космонавта нет [3]. Американские исследователи использовали компьютерные модели и данные с бортовых детекторов МКС, космического корабля «Орион», кубсата «БиоСентинел» и приёмников на поверхности Марса для оценки профиля миссии на Марс. Выяснилось, что прогнозы соответствуют

фактическим измерениям с точностью до 10%-25% для МКС, 4% для условий дальнего космоса и 10% для поверхности Марса [4]. Математически обчислен модельный показатель «Снижение выживаемости, связанное с радиацией» (Radiation Attributed Decrease of Survival, RADS), который представляет собой совокупное снижение неизвестной кривой выживаемости в определённом возрасте из-за радиационного облучения в более раннем возрасте [5].

Какие же существуют способы защиты космонавтов от радиационного фактора риска? Пассивная защита. Традиционные подходы к экранированию в значительной степени неэффективны против галактических космических лучей. В некоторых случаях неправильный выбор материалов может усилить радиационное воздействие за счёт образования вторичных частиц, которое возникает, когда «первичное излучение» при столкновении с материалом создаёт каскад новых частиц, которые могут быть более опасными, чем исходное излучение. Защитить от протонов галактических лучей с энергией 2 ГэВ может экран – слой воды толщиной 5 метров [6]. Однако для корабля, летящего на Марс, масса водной оболочки составит 2420 тонн, что нереально для современных ракетных технологий. Вода или полипропилен действительно обладают хорошими защитными свойствами. Так, на российском сегменте МКС в спальных отсеках космонавтов установлена «шторка защитная» внутри которой находятся влажные салфетки и полотенца. Толщина защитного слоя составляет до 10 см. По оценкам Роскосмоса, такая конструкция уменьшает воздействие радиации на организм человека на 20-60% [7].

Наиболее перспективно для комплексной защиты в космосе использовать композиционные материалы на основе полимеров. Известно, что в полимерах при прохождении электронов гораздо менее интенсивно генерируется вторичное рентгеновское излучение по сравнению с металлическими веществами [8]. Имеются перспективные разработки полимерного композита как российских ученых (БГТУ им. В.Г. Шухова совместно с НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина, патент РФ № 2748157 [9]), так и американских исследователей – материал Nomex, термо- и огнестойкое метаарамидное волокно [10].

Существует множество предложений, в которых магнитное поле способно отклонять заряженные частицы. Для современной космонавтики технически приемлемым могут быть электростатические экраны, которые обещают быть не только легкими, но и способными защищать космический корабль от небольших метеоритов [11].

С первых космических полетов началась фармакохимическая защита космонавтов от поражающего действия радиации. В составе бортовых аптек советских космических кораблей «Восток» и «Восход» в качестве радиопротекторов были включены цистамин и рецептуры на его основе. В современные аптечки для профилактики острых лучевых поражений



включен радиопротектор экстренного действия – препарат Б-190 (индралин) [12]. Продолжительность действия радиопротектора до 1 часа, при необходимости возможен повторный прием препарата через час. Эффективным радиопротектором, защищающим здоровые ткани во время лучевой терапии, является этиол (амифостин). Применение амифостина значительно снижает повреждение ДНК благодаря мощному антиоксидантному эффекту [13]. Однако препарат вызывает гипотонию и поэтому с осторожностью должен использоваться для защиты космонавтов. В экспериментах показана эффективность препаратов, восстанавливающих функцию белка p53 и блокирующих «эффект свидетеля» (Амифостин), стимуляторов репарации двунитиевых разрывов ДНК (Авотермин), ингибиторов медиаторов «целевого контакта» – коннектинов (Линдан), стимуляторов экспрессии сиртуинов (Ресвератрол). Их применение снижает радиационно-индуцированный риск опухолевой трансформации органов и тканей [14].

Помимо вышеуказанных вариантов защиты рассматриваются возможности применения иных радиопротекторных препаратов (например, статинов), генетического отбора в космонавты/астронавты лиц с повышенной устойчивостью к радиации и даже искусственная гибернация [15].

Разработанные для космической отрасли методы защиты от радиации могут найти применение в земной практике – от защиты работников атомных станций и экипажей кораблей с атомной ходовой установкой до пациентов, подвергающихся лучевой терапии.

### **Выводы**

Изучение факторов риска, связанных с космической радиацией, поможет вносить конструктивные изменения в проектируемые перспективные космические корабли, играет важнейшую роль в планировании миссий за пределы околоземной орбиты – к Луне, к Марсу. Перспективными направлениями защиты космонавтов от радиационной опасности являются разработки композиционных радиационно-защитных материалов, применение радиопротекторных препаратов нового поколения.

### **Литература / References**

1. Санитарные правила и нормы. СанПиН 2.6.1. 44- 03-2004. Методические указания МУ 2.6.1. 44-03-2004. Ограничение облучения космонавтов при околоземных космических полетах (ООКОКП-2004). М.: Федеральное управление «Медбиоэкстрем», 2004.
2. Определение дозы и энергетического спектра нейтронов внутри и снаружи тканеэквивалентного шарового фантома с использованием пузырьковых детекторов в эксперименте «Матрешка-Р» на российском сегменте МКС / С. В. Хулапко, В. И. Лягушин, В. В.

Архангельский [и др.] // Космическая техника и технологии. 2015. № 2 (9). С. 51-63.

3. Самойлов А. С., Ушаков И. Б., Шуршаков В. А. Радиационное воздействие в орбитальных и межпланетных космических полётах: мониторинг и защита // Экология человека. 2019. № 1. С. 4-9.

4. Darth Sahara. Учёные проверили модели радиационного воздействия на астронавтов в дальнем космосе с точностью до 4%. 2025 [Электронный ресурс] // Universetoday. URL: <https://www.ixbt.com/news/2025/02/24/uchjonye-proverili-modeli-radiacionnogo-vozddejstvija-na-astronavtov-v-dalnem-kosmose-s-tochnostju-do-4.html?ysclid=mdtm3p2s61117592600> (дата обращения: 31.03.2025).

5. A bespoke health risk assessment methodology for the radiation protection of astronauts / L. Walsh, L. Hafner, U. Straube [et al.] // Radiat Environ Biophys. 2021. Vol. 60, № 2. P. 213-231.

6. Паркер Ю. Как защитить космических путешественников // В мире науки. 2006. № 6. С. 14-20.

7. Установленная на МКС защитная шторка уменьшает воздействие радиации на организм человека на 20-60 процентов [Электронный ресурс]. URL: <https://www.roscosmos.ru/14653/> (дата обращения: 31.03.2025).

8. Безродных И. П. Тормозное излучение электронов в веществе космического аппарата. Методика расчета // Вопросы электромеханики. Труды ВНИИЭМ. 2011. Т. 120, № 1. С. 37-44.

9. Защитный экран от ионизирующего излучения для бортового комплекса оборудования: патент 2664715 Рос. Федерация: МПК G21F 1/00 / А. В. Матросов, А. П. Титов, Б. З. Шохор, А. Д. Бородавина; заявитель и патентообладатель Военнопромышленная корпорация «НПО Машиностроение». 2017103530; заявл.: 03.02.2017, опубл.: 03.08.2018, Бюл. № 24.

10. Radioprotection for Astronauts' Missions: Numerical Results on the Nomex Shielding Effectiveness / F. Loffredo, E. Vardaci, D. Bianco [et al.] // Life (Basel). 2023. Vol. 13, № 3. P. 790.

11. Ребеко А. Г. Защита людей и космических аппаратов в космосе // Инженерный журнал: наука и инновации. 2016. №5 (53). С. 1-22.

12. Ушаков И. Б., Васин М. В. Фармакохимическая защита в дальнем космосе: современный взгляд // Радиационная биология. Радиоэкология. 2019. Т. 59. № 2. С. 150-160.

13. Этиол (амифостин) новый цитопротектор, используемый при проведении цитостатической терапии / С. В. Топчиева, В. А. Горбунова, М. Б. Бычков [и др.] // Вестн. РОНЦ им. Н. Н. Блохина РАМН. 2000. № 1. С. 39-45.

14. Гладких В. Д., Филин К. Н. Состояние и перспективы развития медикаментозных средств защиты космонавтов от ионизирующего излучения // Пилотируемые полеты в космос. 2022. №3 (44). С. 120-136.

15. Hibernation as a Tool for Radiation Protection in Space Exploration / A. Puspitasari, M. Cerri, A. Takahashi, et al. // Life (Basel). 2021. Vol. 11, № 1. P. 54.

ЩЕРБАКОВА Е. А., НИКОЛАЕВА Е. В.  
**ПРИМЕНЕНИЕ ОПЫТА КОСМИЧЕСКОЙ МЕДИЦИНЫ В  
ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ СИТУАЦИЯХ НА ЗЕМЛЕ**

*Кафедра нормальной физиологии имени профессора Н. А. Барбараш  
Кемеровского государственного медицинского университета, г. Кемерово*  
Научный руководитель – д-р мед. наук Д. Ю. Кувшинов

**Аннотация.** Космическая медицина, как научная дисциплина, направлена на изучение воздействия космических факторов на организм человека и разработку методов предотвращения и лечения заболеваний, возникающих при длительном пребывании в условиях микрогравитации и космического вакуума. Многие аспекты космической медицины имеют широкие возможности для применения в экстремальных ситуациях на Земле, таких как аварийные ситуации, катастрофы, спасательные операции и условия, связанные с ограничением ресурсов (например, в условиях дальних экспедиций в Антарктиде, на глубинах океана и в условиях арктических и горных регионов). В данной работе рассматривается опыт космической медицины и его применение для решения медицинских проблем, возникающих в условиях экстремального стресса и ограниченных ресурсов на Земле.

**Ключевые слова:** космическая медицина, телемедицина, ЧС, диагностика, автономные системы, экстренная помощь, жизнеобеспечение.

SHCHERBAKOVA E. A., NIKOLAEVA E. V.  
**APPLICATION OF SPACE MEDICINE EXPERIENCE IN EXTREME  
SITUATIONS ON EARTH**

*Professor N. A. Barbarash Department of Normal Physiology  
Kemerovo State Medical University, Kemerovo*  
Supervisor – MD, DSc in Medicine D. Y. Kuvshinov

**Abstract.** Space medicine, as a scientific discipline, focuses on studying the effects of space factors on the human body and developing methods for preventing and treating diseases that arise during prolonged exposure to microgravity and space vacuum. Many aspects of space medicine have broad applications in extreme situations on Earth, such as emergencies, disasters, rescue operations, and conditions with limited resources (e.g., remote expeditions in Antarctica, deep-sea environments, and Arctic and mountainous regions). This paper examines the experience of space medicine and its

application in addressing medical challenges that arise under extreme stress and resource-limited conditions on Earth.

**Keywords:** space medicine, telemedicine, emergencies, diagnostics, autonomous systems, emergency care, life support.

Прогресс в освоении космоса поставил перед медициной множество новых вызовов, поскольку пребывание человека в космосе связано с рядом опасностей для здоровья, таких как изменение гравитации, воздействие радиации, психологическое напряжение, а также ограничения в доступе к медицинским ресурсам и оборудованию [1, 5]. Эти факторы требуют разработки новых методов диагностики и лечения, а также подходов к поддержанию здоровья в условиях, где доступность медицинских услуг и препаратов ограничена [6].

Одним из главных достижений космической медицины является разработка технологий и методов, которые могут быть эффективно использованы в экстремальных условиях на Земле [2,7]. В частности, методы, используемые для мониторинга здоровья астронавтов, технологии поддержания жизнедеятельности в условиях ограниченных ресурсов и решения проблем психоэмоционального состояния в условиях изоляции могут быть применены в различных сферах [3,6].

#### **Основные направления космической медицины**

Космическая медицина включает несколько ключевых направлений, каждое из которых может быть применено в экстремальных условиях на Земле [1,4]:

- Биомедицинская поддержка здоровья. В условиях космических полетов астронавты подвержены риску развития различных заболеваний, таких как остеопороз, потеря мышечной массы, сердечно-сосудистые заболевания, а также проблемам с иммунной системой [1, 5]. Разработанные методы для профилактики этих заболеваний, включая специализированные тренажеры, системы питания и медицинское наблюдение, могут быть полезны для людей, находящихся в экстремальных условиях на Земле [2, 7].

- Психологическая поддержка и изоляция. На борту космических станций астронавты часто сталкиваются с психологическим стрессом, связанным с изоляцией, ограниченным пространством и отсутствием привычных социальных взаимодействий [3, 6]. Разработанные методы психологической поддержки, тренировки для укрепления психоэмоционального состояния, а также использование виртуальной реальности для создания эффекта «дома» могут быть полезны в условиях экстремальных ситуаций на Земле, например, при длительных экспедициях в Антарктиде или в условиях катастроф [3, 7].

- Мониторинг состояния здоровья и диагностика. В условиях космоса регулярный мониторинг здоровья астронавтов осуществляется с

использованием специализированных приборов и технологий, таких как системы биометрического контроля, мониторинг жизненных показателей и телемедицина [2, 3, 6]. Эти технологии могут быть адаптированы для использования в условиях изоляции или в отдаленных районах Земли, где доступ к медицинским учреждениям ограничен [4, 7].

### **Основные принципы космической медицины**

На борту Международной космической станции (МКС) функционирует комплексная система медицинского обеспечения [1, 2, 5]. Основные её компоненты:

- **Диагностическое оборудование.** Космонавты не имеют доступа к полноценным медицинским учреждениям, поэтому на борту МКС имеются компактные, но высокоточные приборы, такие как портативные ультразвуковые аппараты, анализаторы крови и мочи, кардиомониторы [2,4]. Они позволяют оперативно оценивать состояние здоровья экипажа [6].

- **Средства телемедицины.** Одним из важнейших аспектов является возможность постоянного медицинского мониторинга и консультирования с врачами на Земле [3, 7]. Для этого используются системы связи, обеспечивающие передачу видео и данных с бортового оборудования в реальном времени [6].

- **Методы адаптации организма.** Длительное пребывание в условиях микрогравитации приводит к изменениям в костной и мышечной системах, снижению иммунитета и изменению метаболизма [1, 5]. Поэтому космонавты выполняют ежедневные физические упражнения на специальных тренажёрах, принимают препараты для поддержания плотности костей и следят за питанием [2, 4].

- **Программы экстренной медицинской помощи.** В случае травм или заболеваний экипаж проходит подготовку по оказанию первой помощи, использует автоматизированные системы жизнеобеспечения, а также имеет план экстренной эвакуации на Землю в критических ситуациях [2, 6].

### **Медицинский модуль МКС**

На борту МКС располагается медицинский модуль, который включает в себя следующие компоненты [1, 2, 4]:

#### **1. Аппаратура жизнеобеспечения**

Система медицинского обеспечения МКС интегрирована с общей системой жизнеобеспечения станции [5]. Она включает:

- Систему регенерации воздуха, удаляющую углекислый газ и поддерживающую нормальный уровень кислорода [1];
- Контроль влажности и температуры, обеспечивающий комфортные условия и предотвращающий обезвоживание [5];
- Систему очистки воды, позволяющую перерабатывать влагу и поддерживать запас питьевой воды [4].

#### **2. Медицинское оборудование и аптечки**

Для диагностики и лечения используются [2,6]:

- Портативные ультразвуковые аппараты для выявления травм и заболеваний внутренних органов;
- Электрокардиографы для контроля работы сердца;
- Компактные анализаторы крови для экспресс-диагностики состояния организма;
- Медицинские аптечки, включающие антибиотики, обезболивающие, противовоспалительные препараты, средства для обработки ран и ожогов [4].

### 3. Телемедицинская поддержка

Космонавты могут связываться с врачами на Земле в режиме реального времени [3,7]. В случае серьёзных медицинских проблем бортовые врачи-консультанты проводят сеансы связи и помогают экипажу принять верное решение по лечению или экстренной эвакуации [6].

### **Применение технологий космической медицины в ЧС**

Разработки, созданные для космоса, помогают спасателям и медикам в земных условиях [4,6,7]:

#### 1. Телемедицина в условиях катастроф

Одним из важнейших достижений космической медицины является телемедицина, позволяющая проводить дистанционные консультации [3,7].

Это особенно важно при:

- Землетрясениях (на Гаити в 2010 г. врачи NASA использовали технологии космической телемедицины) [7];
- Спасательных операциях в Арктике (2022 г.) с портативными телемедицинскими комплексами [6];
- Пандемии COVID-19 (технологии дистанционной диагностики с МКС) [3,7].

#### 2. Использование компактного медицинского оборудования

В космосе используются портативные диагностические устройства [2,4,6]:

- Портативные ультразвуковые аппараты применялись в зонах боевых действий;
- Анализаторы крови для космических миссий используются в полевых больницах.

#### 3. Методы профилактики гипоксии и гипотермии

Космические технологии применяются для [1,5,7]:

- Контроля уровня кислорода у шахтёров;
- Костюмов с подогревом при лавинах.

### **Выводы**

Опыт космической медицины представляет собой богатый ресурс для разработки эффективных решений в экстремальных ситуациях на Земле. В будущем можно ожидать расширение применения космических технологий в медицине, что приведёт к улучшению качества жизни в экстремальных условиях.

### **Литература / References**

1. Григорьев А. И., Орлов О. И. Космическая медицина: от теории к практике. М.: Наука, 2018. 432 с.
2. Поляков В. В., Самойлов А. С. Медико-биологические проблемы длительных космических полетов. СПб.: СпецЛит, 2020. 256 с.
3. Баранов А. С., Петров С. В. Телемедицина в экстремальных условиях: опыт МКС. М.: Медицина, 2021. 198 с.
4. Смирнов Г. А. Медицинское обеспечение космических экспедиций. М.: БИНОМ, 2019. 312 с.
5. Ковалёва Л. М. Физиология экстремальных состояний. Новосибирск: Наука, 2022. 278 с.
6. NASA Human Research Program. International Space Station Medical Monitoring. Houston: NASA, 2021. 154 p.
7. Williams R. S., Davis J. R. Space Medicine Applications on Earth. New York: Springer, 2023. 295 p.

*Через тернии к звездам : освоение космоса: материалы VI Международной научно-практической конференции, посвященной 60-летию первого выхода А. А. Леонова в открытый космос и 70-летию юбилею Кемеровского государственного медицинского университета*

Научное издание

## МАТЕРИАЛЫ

VI Международной научно-практической конференции «ЧЕРЕЗ ТЕРНИИ К ЗВЕЗДАМ: ОСВОЕНИЕ КОСМОСА», посвященной 60-летию первого выхода А. А. Леонова в открытый космос и 70-летию юбилею Кемеровского государственного медицинского университета

7-12 апреля 2025 года

### **Редакционная коллегия выпуска:**

д.м.н. С. Л. Кан (председатель); д.м.н., доцент Т. В. Пьянзова (заместитель председателя); д.м.н., доцент Д. Ю. Кувшинов (заместитель председателя); к.ист.н., доцент В. В. Шиллер; к.филол.н., доцент Л. В. Гукина; асс. И. Е. Самарский.

16+

Подписано в печать 27.05.2025 г. Формат 60х84/16. Печать офсетная.

Бумага офсетная № 1.

Тираж 500 экз.

Кемеровский государственный медицинский университет

650056, г. Кемерово, ул. Ворошилова, 22 А.

Сайт: [www.kemsmu.ru](http://www.kemsmu.ru)