*Авторы статьи посвящают ее друзьям
и соратникам из Научно-исследовательского центра
подготовки космонавтов имени Ю. А. Гагарина
в честь 60-летия основания Центра и 60-летия
формирования первого отряда космонавтов.*

The background of the entire page is a composite image. On the left, there's a vertical strip showing a bright, colorful nebula or aurora in shades of blue, green, and orange. The rest of the background is a dark, deep blue space with a faint, glowing stethoscope. The stethoscope's tubing is a light blue/white color, and its chest piece is a metallic silver. A hand is visible, with fingers slightly spread, as if holding or gesturing towards the stethoscope. The overall composition suggests a connection between medicine and space exploration.

THE ROLE OF A PHYSICIAN IN A LONG-DISTANCE SPACE FLIGHT

РОЛЬ ВРАЧА В ДАЛЬНОМ КОСМИЧЕСКОМ ПОЛЁТЕ

Oleg I. ORLOV,

*Academician of the RAS, Doctor of Medical Sciences,
Director of the IMBP RAS, Moscow, Russia,
info@imbp.ru*

Олег Игоревич ОРЛОВ,

*академик РАН, д.м.н., директор ГНЦ РФ – ИМБП
РАН, Москва, Россия,
info@imbp.ru*

Oleg V. KOTOV,

*pilot-cosmonaut of the Russian Federation,
Candidate of Medical Sciences, Deputy Director of the
IMBP RAS, Moscow, Russia,
info@imbp.ru*

Олег Валериевич КОТОВ,

*летчик-космонавт Российской Федерации,
к.м.н., заместитель директора ГНЦ РФ –
ИМБП РАН, Москва, Россия,
info@imbp.ru*

Anna R. KUSSMAUL,

*Candidate of Biological Sciences, Senior Researcher,
IMBP RAS, Moscow, Russia,
kussmaul@imbp.ru*

Анна Рейнгольдовна КУССМАУЛЬ,

*к.б.н., старший научный сотрудник
ГНЦ РФ – ИМБП РАН, Москва, Россия,
kussmaul@imbp.ru*

Mark S. BELAKOVSKIY,

*Candidate of Medical Sciences, Head of Department,
IMBP RAS, Moscow, Russia,
info@imbp.ru*

Марк Самуилович БЕЛАКОВСКИЙ,

*к.м.н., заведующий отделом ГНЦ РФ – ИМБП
РАН, Москва, Россия,
info@imbp.ru*

ABSTRACT | The experience of Russian physicians who took part in space flights as crew members shows that the presence of a physician in a crew is an indisputable advantage. For a long-distance space flight, the inclusion of a doctor into a crew seems necessary, since only in this case, the crewmembers' health can be ensured as much as possible. At the same time, an advantage in the selection should be given to the specialists additionally trained as an engineer and a pilot, so that the inclusion of a doctor into a crew does not increase the functional load on other members.

Keywords: *human space flight, space medicine, physicians-cosmonauts, human deep space exploration, biomedical support of a space flight, space flight safety*

АННОТАЦИЯ | Опыт российских врачей, принявших участие в космических полетах в качестве членов экипажа, показывает, что наличие врача в экипаже является неоспоримым преимуществом. Для дальнего космического полета включение врача в состав экипажа необходимо, поскольку только в этом случае можно в максимальной степени обеспечить сохранение здоровья космонавтов. При этом преимуществом при отборе должны обладать специалисты, прошедшие дополнительную подготовку в качестве инженера и пилота, чтобы включение врача в экипаж не увеличивало функциональную нагрузку на других его членов.

Ключевые слова: *пилотируемый космический полет, космическая медицина, врачи-космонавты, пилотируемое освоение дальнего космоса, медико-биологическое обеспечение полетов, безопасность космических полетов*

Космонавт
Б.Б. Егоров
во время
тренировок
на катапуль-
те, 1964 г.

Космонавты В.Г. Лазарев и О.Г. Макаров на КК «Союз-12»,
1973 г.

ВВЕДЕНИЕ

Вопрос о роли врача как члена экипажа дальнего космического полета становится все более актуальным в свете обсуждения пилотируемого освоения дальнего космоса [1, 2, 3].

С одной стороны, очевидно, что даже при тщательном медицинском отборе невозможно предусмотреть весь спектр медицинских ситуаций, возможных в длительном полете. Особенно если учитывать, что экипаж должен иметь высокую квалификацию и достаточный опыт в своей области, а значит, будет представлять собой специалистов не самого юного возраста и, следовательно, с большой вероятностью не обладающих идеальным здоровьем.

С другой стороны, медицинская диагностическая аппаратура непрерывно совершенствуется, и зачастую даже сами космонавты могут осуществить сложную диагностику под руководством находящихся на Земле специалистов. Однако в дальних полетах уровень автономности определяет приоритет врача или специалиста, находящегося на борту, перед наземными специалистами [4, 5, 6, 7, 8].

Таким образом, наличие врача среди членов экипажей дальних пилотируемых миссий будет если не обязательным условием, то неоспоримым преимуществом. Подтверждением может служить опыт врачей, принявших участие в космических полетах в качестве членов экипажа.

Преимуществом при отборе должны обладать врачи, прошедшие дополнительную подготовку в качестве инженера и пилота: в таком случае включение врача в экипаж не увеличит функциональную нагрузку на других его членов.

Космонавты О.А. Атьков и Л.Д. Кизим проводят исследования на борту ОС «Салют-7», 1984 г.

ВРАЧИ-КОСМОНАВТЫ

Первым врачом в мире, полетевшим в космос, стал Борис Борисович Егоров, советский врач, совершивший 12 октября 1964 года полет на космическом корабле «Восход-1» (рис. 1). Основными его задачами были оценка с медицинской точки зрения того, как действуют на человека перегрузки, как протекает острый период адаптации к невесомости, проведение первых медицинских исследований непосредственно в кос-

мосе, оценка влияния невесомости, в первую очередь на вестибулярный аппарат [9, 10].

Несмотря на успешное выполнение поставленных задач Б. Б. Егоровым, следующий советский врач полетел в космос только через девять лет, и в дальнейшем не так много представителей этой профессии становились участниками космических экспедиций (таблица 1).

С 27 по 29 сентября 1973 года в качестве командира корабля «Союз-12» совершил космический полет Василий Григорьевич Лазарев (рис. 2).

Таблица 1

ВРАЧИ-КОСМОНАВТЫ СССР И РОССИИ

№	ФИО	ДАТЫ ЖИЗНИ	БРАЗОВАНИЕ
1	ЕГОРОВ Борис Борисович	26.11.1937 – 12.09.1994	Первый Московский ордена Ленина медицинский институт им. И. М. Сеченова (лечебный факультет), к.м.н., д.м.н.
2	ЛАЗАРЕВ Василий Григорьевич	23.02.1928 – 31.12.1990	Уральский государственный медицинский университет (лечебный факультет), Саратовский медицинский институт (один курс военно-медицинского факультета), Харьковское высшее военное авиационное училище летчиков
3	АТЬКОВ Олег Юрьевич	Род. 09.09.1949	Крымский медицинский институт, Киевский медицинский институт, Первый Московский государственный медицинский университет имени И. М. Сеченова, д.м.н.
4	ПОЛЯКОВ Валерий Владимирович	Род. 27.04.1942	Первый Московский ордена Ленина медицинский институт им. И.М. Сеченова (лечебный факультет), к.м.н., д.м.н.
5	МОРУКОВ Борис Владимирович	01.10.1950 – 01.01.2015	Второй Московский медицинский институт имени Н.И. Пирогова, к.м.н., д.м.н.
6	КОТОВ Олег Валериевич	Род. 27.10.1965	Военно-медицинская академия им. С. М. Кирова, к.м.н., Качинское высшее военное авиационное училище летчиков
7	РЯЗАНСКИЙ Сергей Николаевич*	Род. 13.11.1974	Московский государственный университет им. М. В. Ломоносова (биологический факультет), Российская академия народного хозяйства и государственной службы при Президенте РФ («государственное и муниципальное управление»), к.б.н.

*включен в перечень как физиолог и специалист по авиационной, космической и морской медицине

В полете был испытан в пилотируемом режиме модифицированный корабль «Союз» и новые спасательные скафандры «Сокол».

В 1984 году в космическом полете принял участие Олег Юрьевич Атьков (рис. 3). Он провел на орбитальной станции «Салют-7» 237 суток. В задачи О. Ю. Атькова входила проверка новой аппаратуры и приборов для оценки состояния космонавтов. Он реализовал уникальные эксперименты с участием нескольких экипажей (основной экспедиции и двух экспедиций посещения), включая забор крови из вены и исследо-

Полет В. В. Полякова доказал: сохранение здоровья и работоспособности в полете, сопоставимом по длительности с марсианской экспедицией, возможно — при условии четкого следования разработанным режимам профилактики и активного участия врача в организации медицинского обеспечения на борту.

вания на биохимическом анализаторе, а также ультразвуковые исследования сердца, сосудов и внутренних органов.

Порядковый номер		ЭКСПЕДИЦИЯ	СТАТУС	СРОКИ И ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТЬ ПОЛЕТА	ВЫХОД В ОТКРЫТЫЙ КОСМОС
СССР	мир				
9	13	«Восход-1»	Врач-космонавт	12–13.10.1964, 1 сут. 17 мин. 3 сек.	–
26	64	«Союз-12»	Командир экипажа	27–29.09.1973, 1 сут. 23 ч. 15 мин. 32 сек.	–
57	137	«Союз Т-10» (старт), «Союз Т-11» (посадка)	Врач-космонавт-исследователь	08.02–02.10.1984, 236 сут. 22 ч. 49 мин.	–
66	210	«Мир-3/4», «Союз ТМ-6» (старт), «Союз ТМ-7» (посадка)	Врач-космонавт-исследователь	29.08.1988 – 27.04.1989, 240 сут. 23 ч. 35 мин. 49 сек.	–
		«Мир-16/17» «Союз ТМ-18» (старт), «Союз ТМ-20» (посадка)	Врач-космонавт-исследователь	08.01.1994 – 22.03.1995, 437 сут. 17 ч. 58 мин.	
93	399	«Атлантис» STS-106	Специалист полета	8.09.2000 – 19.09.2000, 11 сут. 19 ч. 12 мин. 15 сек.	–
100	455	«Союз ТМА-10», МКС-15	Командир корабля, бортинженер экспедиции	07.04.2007 – 21.10.2007, 196 сут. 17 ч. 04 мин.	6 раз, 36 ч. 52 мин.
		«Союз ТМА-17М», МКС-22/23	Бортинженер корабля, бортинженер экспедиции МКС-22, командир экспедиции МКС-23	20.12.2009 – 02.06.2010, 163 сут. 05 ч. 32 мин.	
		«Союз ТМА-10М», МКС-37/38	Командир корабля, бортинженер экспедиции МКС-37, командир экспедиции МКС-38	26.09.2013 – 11.03.2014, 166 сут. 06 ч. 25 мин. За 3 полета – 526 сут. 5 ч. 1 мин.	
117	535	«Союз ТМА-10М», МКС-37/38	Бортинженер	26.09.2013 – 11.03.2014, 166 сут. 06 ч. 25 мин.	4 раза, 27 ч. 39 мин.
		«Союз МС-05», МКС-52/53	Командир корабля, бортинженер МКС-52/53	28.07.2017 – 14.12.2017, 138 сут. 16 ч. 57 мин. За 2 полета – 304 сут. 23 ч. 22 мин.	

Космонавт В.В. Поляков производит в космосе забор крови у астронавта У. Мербольда, 1994 г.

С. К. Крикалев измеряет пульс у В.В. Полякова во время проведения эксперимента на борту ОС «Мир», 1989 г.

Космонавты В.В. Поляков и М.Х. Манаров на борту ОС «Мир», 1989 г.

Наиболее значимый опыт профессиональной медицинской деятельности в ходе космического полета был продемонстрирован Валерием Владимировичем Поляковым (рис. 4). В.В. Поляков осуществил два космических полета на станции «Мир» — 240-суточный (в 1988–1989 гг.) и рекордный до сих пор по продолжительности 437-суточный (в 1994–1995 гг.). В этих полетах В.В. Поляков выполнял работы по медицинскому обеспечению экипажа, включая медконтроль, контроль и коррекцию профилактических мероприятий, оптимизацию питания и режима труда и отдыха космонавтов, контроль среды обитания, поддержание оптимальных санитарно-гигиенических условий, оказание медицинской помощи. Наряду с этим В.В. Поляков выполнил обширную программу медицинских исследований и экспериментов, более 950 тестов, включая исследования сердечно-сосудистой, дыхательной, нервной систем, желудочно-кишечного тракта и др.). В 437-суточном полете были использованы уникальные комплексы медицинской бортовой аппаратуры. Важнейшим результатом сверхдлительного полета В.В. Полякова стало доказательство возможности сохранить здоровье и работоспособность в полете, сопоставимом по длительности с марсианской экспедицией, при условии четкого следования

Космонавт Б.В. Моруков работает на борту функционально-грузового блока STS-106, 2000 г.

Космонавт О.В. Котов в модуле «Звезда» выполняет эксперимент «Кардиоког-2» во время экспедиции МКС-15, 2007 г.

Полетный опыт каждого из российских врачей-космонавтов внес неоценимый вклад в развитие космической медицины.

разработанным режимам профилактики и активного участия врача в организации медобеспечения на борту [10, 11].

Следующим из российских врачей совершил полет в космос Борис Владимирович Моруков в качестве специалиста 11-дневной космической миссии STS-106 (ISS-2A.2b) на корабле Atlantis с 8 сентября 2000 г. (рис. 5). Основной задачей полета стала подготовка Международной космической станции к работе первых длительных экспедиций. Б.В. Моруков выполнял традиционные для космонавтов работы — разгрузку и размещение грузов и оборудования, в том числе медицинского, работы с системами грузового корабля, установку и тестирование блоков, замену батарей электропитания, проверку работоспособности систем связи, монтаж и тестирование велоэргометра и беговой дорожки. Но кроме того, как врач он отвечал за штатные процедуры медицинского контроля и проведение биотехнологических экспериментов, а также контролировал параметры среды [10, 12].

Олег Валериевич Котов — рекордсмен среди российских врачей по количеству полетов. В ходе трех космических миссий на МКС (в 2007 г., 2009–2010 гг. и 2013–2014 гг.) он выполнял функции командира корабля и/или командира экспедиции, совершил шесть вы-

О.В. Котов в иллюминаторе панорамного обзорного купола МКС во время экспедиции МКС-23, 2010 г.

ходов в открытый космос. Им были выполнены исследования состояния дыхательной и сердечно-сосудистой систем, индивидуальных особенностей регулирования психофизиологического состояния и надежности профессиональной деятельности, исследования сна. Кроме того, были проведены эксперименты с бортовой оранжереей, исследование динамики радиационной обстановки и другие исследования: «Кардио-ОДНТ», «Пневмокард», «Сонокард», «Профилактика», «Пилот», «Дыхание», «БИМС», «Биориск», «Растения», «Плазмида», «Статокония», «Регенерация», «Прогноз», «Взаимодействие», «Типология», «Полиген», «Матрешка-Р», Cardiocog, IMMUNO, EXPOSE-R и т. д. (рис. 6) [10].

В число врачей-космонавтов может условно быть включен Сергей Николаевич Рязанский, биолог, кандидат наук по специальностям «физиология» и «авиационная, космическая и морская медицина», выполнивший более 20 медико-биологических экспериментов в ходе двух космических полетов (в 2013–2014 гг. и в 2017 г.). С.Н. Рязанский стал первым бортинженером без технического или инженерного образования, а также первым ученым в России, который был назначен командиром космического корабля (рис. 7) [10].

Космонавты
О.В. Котов и
С.Н. Рязанский
с олимпийским
факелом в от-
крытом космо-
се, 2013 г.

Следует отметить, что не все из вышеперечисленных врачей участвовали в полете по своей основной специальности. Роль врача в полете выполняли Б.Б. Егоров, О.Ю. Атьков, В.В. Поляков, а для остальных эта деятельность была дополнительной нагрузкой к выполняемым функциям специалиста полета, бортинженера или даже командира экипажа. Кроме того, чтобы попасть в полет, двое из них закончили летные училища: В.Г. Лазарев — Харьковское высшее военное авиационное училище летчиков (по ускоренной программе), О.В. Котов — Качинское высшее военное авиационное училище летчиков. Оба в дальнейшем участвовали в полете в качестве командиров экипажа. Чтобы эффективно выполнять функции врача на борту, Б.В. Моруков прошел курсы повышения квалификации: изучал кардиологию, гастроэнтерологию, отоларингологию, стоматологию, офтальмологию, пневмокардиальную реанимацию, эндокринологию и гематологию, прошел углубленный курс оказания первой медицинской помощи.

Полетный опыт каждого из российских врачей-космонавтов внес неоценимый вклад в развитие космической медицины. Кроме того, все они продолжили исследования в этой области на Земле.

Космонавты В.В. Поляков и Г.С. Арзамазов в тренажере
ОС «Мир», 1993 г.

С.Н. Рязанский во время выполнения тренировки на бегущей дорожке БД-2 во время экспедиции МКС-37/38, 2013 г.

С.Н. Рязанский в модуле «Рассвет» транспортирует элемент научной аппаратуры для эксперимента «Матрешка-Р» во время экспедиции МКС-37, 2013 г.

Работы по анализу рисков в космическом полете показывают: спектр потенциальных нарушений здоровья членов экипажа достаточно велик, а значит, бортовой врач должен обладать не только широким набором навыков, но также и готовностью к импровизациям и принятию на себя рисков.

С.Н. Рязанский работает с оборудованием MARES в модуле Columbus во время экспедиции МКС-53, 2017 г.

С.Н. Рязанский
во время ВКД в
ходе экспеди-
ции МКС-52/53,
2017 г.

ВРАЧИ-АСТРОНАВТЫ

Среди астронавтов количество врачей значительно больше, в их числе авиационный врач и астронавт Национального управления по аэронавтике и исследованию космического пространства (NASA) Джозеф Питер Кервин (Joseph Peter Kerwin), совершивший космический полет в качестве научного сотрудника первой экспедиции на станцию Скайлэб с 25 мая по 22 июня 1973 года; кардиохирург и астронавт Японского космического агентства (JAXA) Мукай Тиаки (Mukai Chiaki), совершившая два космических полета в качестве специалиста по полезной нагрузке с 8 по 23 июля 1994 года и с 29 октября по 7 ноября 1998 года; семейный врач и астронавт Канадского космического агентства (CSA) Роберт Брент Тёрск (Robert Brent "Bob" Thirsk); совершивший два космических полета: в качестве специалиста по полезной нагрузке с 20 июня по 7 июля 1996 года и в качестве бортинженера с 27 по 29 мая 2009 года; нидерландский врач и астронавт Европейского космического агентства (ESA) Андре Кейперс (André Kuipers); совершивший два космических полета в качестве бортинженера с 19 по 30 апреля 2004 года и с 21 декабря

2011 года по 1 июля 2012 года; хирург и астронавт NASA Томас Генри Маршберн (Thomas Henry Marshburn), совершивший два космических полета: в качестве специалиста полета с 15 по 31 июля 2009 года и в качестве бортинженера с 19 декабря 2012 года по 14 мая 2013 года; военный врач Эндрю Ричард Морган (Andrew Richard Morgan), отправившийся в космический полет в качестве бортинженера 20 июля 2019 года, и многие другие. Только по программе Space Shuttle до 2001 года в космических полетах приняли участие около 30 американских врачей-астронавтов [13].

НЕОБХОДИМЫЕ НАВЫКИ И ЗАДАЧИ ВРАЧА В КОСМИЧЕСКОМ ПОЛЕТЕ

Очевидно, что включение врача в каждый экипаж космического полета значительно повысило бы безопасность полетов. Однако до сегодняшнего момента не существует единого мнения, какова должна быть его ключевая специализация. С одной стороны, в длительном полете может возникнуть необходимость в хирургических операциях [14]. При этом

в некоторых работах высказывается мнение, что потребность в хирурге может быть исключена качественным медотбором в сочетании, например, с профилактическим удалением аппендикса перед полетом или его медикаментозным лечением [2].

Работы по анализу рисков в космическом полете показывают, что спектр потенциальных нарушений здоровья членов экипажа достаточно велик, а значит, бортовой врач должен обладать не только широким набором навыков, но также и готовностью к импровизациям и принятию на себя рисков [15, 16, 17]. Возможно, в таком случае преимуществом будет наличие опыта работы в качестве врача скорой помощи или медицины катастроф. Такие специалисты готовы к стрессовым ситуациям, имеют обширную базу знаний, обладают базовыми хирургическими навыками, владеют методами УЗИ-диагностики, кардиореанимации, а также могут иметь базовую подготовку по острой психиатрии и раннему выявлению поведенческих нарушений [2].

Таким образом, бортовому врачу необходимо иметь глубокую теоретическую и практическую подготовку в области космической медицины. Он должен владеть разнообразными методами диагностики и лечения; оказывать различную медицинскую помощь (хирургическую, терапевтическую, стоматологическую, психотерапевтическую); уметь своевременно нейтрализовать проблемы, вызванные экстремальными ситуациями и состояниями (травмы, ожоги, радиационное поражение, нарушения психики); быть готовым изучать новые методы решения проблем, не встречавшихся в его практике ранее.

В задачи врача будут входить:

- проведение медицинского контроля и медицинских обследований космонавтов;
- организация и контроль выполнения профилактических мероприятий;
- диагностика и прогнозирование течения заболеваний;
- лечение и реабилитация заболевших;
- контроль состояния среды обитания и радиационной обстановки;
- связь с наземными медицинскими специалистами.

Учитывая высокую автономность полета, на борту должна быть создана медико-биологическая лаборатория, и врач экипажа должен быть полностью осведомлен о ее оснащенности и функционале [18].

ОБЩИЕ КОМПЕТЕНЦИИ ВРАЧА И ДРУГИХ ЧЛЕНОВ ЭКИПАЖА

При этом программа длительных автономных полетов должна предусмотреть не только всестороннюю подготовку врача как члена экипажа, но и обязательную подготовку всех членов экипажа к оказанию медицинской помощи, а также постоянную профилактику утраты медицинских навыков в длительном космическом полете с использованием симуляторов и манекенов [7, 19].

Несмотря на то, что преимущества включения врача в состав экипажа очевидны, нельзя забывать, что такое организационное решение может снижать общие компетенции экипажа как команды, которая выполняет техническое обслуживание ракетно-космической техники и в будущем может создавать в ходе полета сложные технические конструкции. Также повышается риск срыва миссии в случае экстремальных или внештатных ситуаций в связи с ограничениями численности экипажа. В связи с этим представляется целесообразным проведение общинженерной и летной подготовки врачей-космонавтов. Только в таком случае врач будет представлять собой полноценного члена экипажа, при необходимости выполняющего полностью или частично функционал других членов команды, как это до сегодняшнего момента успешно реализовывали врачи в космических полетах.

О.В. Котов во время ВКД в ходе экспедиции МКС-15, 2007 г.

Литература

1. **Polyakov V.V.** The physician-cosmonaut tasks in stabilizing the crew members health and increasing an effectiveness of their preparation for returning to Earth // *Acta Astronautica*. 1991. Vol. 23. Pp. 149 – 151.
2. **Kuypers M.I.** Emergency and Wilderness Medicine Training for Physician Astronauts on Exploration Class Missions // *Wilderness & Environmental medicine*. 2013. Vol. 24. Iss. 4. Pp. 445 – 449.
3. Космическая синергия – I Научно-инвестиционный конгресс Асгардии // *Воздушно-космическая сфера*. 2019. № 4. С. 6 – 25.
4. **Григорьев А.И., Орлов О.И., Потапов А.Н.** Концепция разработки системы телемедицинского обеспечения марсианской экспедиции // *Авиакосмическая и экологическая медицина*. 2005. Т. 39. № 4. С. 19 – 24.
5. **Орлов О.И., Черногоров Р.В., Переведенцев О.В., Поляков А.В.** Использование технологий компьютерного ассистирования для оптимизации средств оказания медицинской помощи применительно к межпланетным космическим полетам // *Авиакосмическая и экологическая медицина*. 2018. Т. 52. № 2. С. 10 – 15.
6. **Doarn C.R., Polk J.D.** Health challenges including behavioral problems in long-duration spaceflight. *Neurol India*. 2019. Vol. 67. Pp. 190 – 195. DOI: 10.4103/0028-3886.259116
7. **Bridge L.M., Watkins S.** Impact of medical training level on medical autonomy for long-duration space flight. *NASA/TP–2011–216159*. 2012.
8. **Dutil-Fafard L., Rhéaume C., Archambault P., Lafond D., Pollock N.W.** Development of Requirements Analysis Tool for Medical Autonomy in Long-Duration Space Exploration Missions // *International Journal of Aerospace and Mechanical Engineering*. 2019. Vol. 13. No. 9. Pp. 641 – 648.
9. **Орлов О.И., Белаковский М.С., Пономарева И.П., Самарин Г.И.** Б. Б. Егоров – первый в мире врач-космонавт // *Авиакосмическая и экологическая медицина*. 2017. Т. 51. № 6. С. 57 – 63.
10. **Белаковский М.С., Пономарева И.П., Волошин О.В.** История ИМБП в фотографиях: космонавты ИМБП. М., 2016. 16 с.
11. **Орлов О.И., Белаковский М.С., Пономарева И.П.** Вклад врача-космонавта-исследователя В. В. Полякова в космическую медицину (к 75-летию со дня рождения) // *Авиакосмическая и экологическая медицина*. 2017. Т. 51. № 2. С. 58 – 63.
12. **Белаковский М.С., Васильева Г.Ю., Пономарева И.П.** Памяти Б. В. Морукова // *Земля и Вселенная*. 2015. № 4. С. 35 – 40.
13. **Mitka M.** Physicians-astronauts have pioneered during two decades of Shuttles flights. *JAMA*. 2001. Vol. 286. No. 3. Pp. 291 – 292.
14. **Clearwater Y.A., Harrison A.A.** Crew support for an initial Mars expedition. *Journal of the British Interplanetary Society*. 1990. Vol. 43. No. 1. Pp. 513 – 518.
15. **Goncharov I.B., Kovachevich I.V., Pool S.L., Bogomolov V.V., Navinkov O.L., Barratt M.R., House N.** In-Flight Medical Incidents in NASA – Mir Program // *Aviation, Space and Environmental Medicine*. 2005. Vol. 76. No. 7. Pp. 692 – 696.
16. **Barratt M.R. and Pool S.L.** *Principals of Clinical Medicine for Space Flight*. Springer-Verlag, New York. 2008.
17. Biomedical maintenance of space missions // *In Manned Mission to Mars / Edited by A.S. Koroteyev*. 2006. Pp. 245 – 303.
18. **Grigoriev A.I., Kozlovskaya I.B., Potapov A.N.** Goals of biomedical support of a mission to Mars and possible approaches to achieving them // *Aviation, Space and Environmental Medicine*. 2002. Vol. 73. No. 4. Pp. 379 – 384.
19. **Моруков Б.В., Суворов А.В., Белаковский М.С., Демин Е.П.** Программа «Марс-500» – основа для разработки системы медицинского обеспечения межпланетных пилотируемых космических полетов // *Материалы XLVII Научных чтений памяти К. Э. Циолковского*. 2012. С. 193-194.

References

1. **Polyakov V.V.** The physician-cosmonaut tasks in stabilizing the crew members health and increasing an effectiveness of their preparation for returning to Earth. *Acta Astronautica*, 1991, vol. 23, pp. 149 – 151.
2. **Kuypers M.I.** Emergency and Wilderness Medicine Training for Physician Astronauts on Exploration Class Missions. *Wilderness & Environmental medicine*, 2013, vol. 24, iss. 4, pp. 445 – 449.
3. Kosmicheskaya sinergiya – I Nauchno-investitsionnyy kongress Asgardii. *Vozdushno-kosmicheskaya sfera*, 2019, no. 4, pp. 6 – 25.
4. **Grigor'ev A.I., Orlov O.I., Potapov A.N.** Kontseptsiya razrabotki sistemy teleditsinskogo obespecheniya marsianskoy ekspeditsii. *Aviakosmicheskaya i ekologicheskaya meditsina*, 2005, vol. 39, no 4, pp. 19 – 24.
5. **Orlov O.I., Chernogorov R.V., Perevedentsev O.V., Polyakov A.V.** Ispol'zovanie tekhnologiy komp'yuternogo assistirovaniya dlya optimizatsii sredstv okazaniya meditsinskoy pomoshchi primenitel'no k mezhplanetnym kosmicheskim poletam. *Aviakosmicheskaya i ekologicheskaya meditsina*, 2018, vol. 52, no 2, pp. 10 – 15.
6. **Doarn C.R., Polk J.D.** Health challenges including behavioral problems in long-duration spaceflight. *Neurol India*, 2019, vol. 67, pp. 190 – 195. DOI: 10.4103/0028-3886.259116
7. **Bridge L.M., Watkins S.** Impact of medical training level on medical autonomy for long-duration space flight. *NASA/TP-2011-216159*. January 2012.
8. **Dutil-Fafard L., Rhéaume C., Archambault P., Lafond D., Pollock N.W.** Development of Requirements Analysis Tool for Medical Autonomy in Long-Duration Space Exploration Missions. *International Journal of Aerospace and Mechanical Engineering*, 2019, vol. 13, no. 9, pp. 641 – 648.
9. **Orlov O.I., Belakovskiy M.S., Ponomareva I.P., Samarin G.I.** B.B. Egorov – pervyy v mire vrach-kosmonavt. *Aviakosmicheskaya i ekologicheskaya meditsina*, 2017, vol. 51, no. 6, pp. 57 – 63.
10. **Belakovskiy M.S., Ponomareva I.P., Voloshin O.V.** Istoriya IMBP v fotografiyakh: kosmonavty IMBP. Moscow, 2016. 16 p.
11. **Orlov O.I., Belakovskiy M.S., Ponomareva I.P.** Vklad vracha-kosmonavta-issledovatelya V. V. Polyakova v kosmicheskuyu meditsinu (k 75-letiyu so dnya rozhdeniya). *Aviakosmicheskaya i ekologicheskaya meditsina*, 2017, vol. 51, no. 2, pp. 58 – 63.
12. **Belakovskiy M.S., Vasil'eva G.Yu., Ponomareva I.P.** Pamyati B. V. Morukova. *Zemlya i Vselennaya*, 2015, no. 4, pp. 35 – 40.
13. **Mitka M.** Physicians-astronauts have pioneered during two decades of Shuttles flights. *JAMA*, 2001, vol. 286, no. 3, pp. 291 – 292.
14. **Clearwater Y.A., Harrison A.A.** Crew support for an initial Mars expedition. *Journal of the British Interplanetary Society*, 1990, vol. 43, no. 1, pp. 513 – 518.
15. **Goncharov I.B., Kovachevich I.V., Pool S.L., Bogomolov V.V., Navinkov O.L., Barratt M.R., House N.** In-Flight Medical Incidents in NASA – Mir Program. *Aviation, Space and Environmental Medicine*, 2005, vol. 76, no. 7, pp. 692 – 696.
16. **Barrat M.R. and Pool S.L.** Principals of Clinical Medicine for Space Flight. Springer-Verlag, New York. 2008.
17. Biomedical maintenance of space missions. In: *Manned Mission to Mars*. Ed. A. S. Koroteyev. 2006. Pp. 245 – 303.
18. **Grigoriev A.I., Kozlovskaya I.B., Potapov A.N.** Goals of biomedical support of a mission to Mars and possible approaches to achieving them. *Aviation, Space and Environmental Medicine*, 2002, vol. 73, no. 4, pp. 379 – 384.
19. **Morukov B.V., Suvorov A.V., Belakovskiy M.S., Demin E.P.** Programma "Mars-500" – osnova dlya razrabotki sistemy meditsinskogo obespecheniya mezhplanetnykh pilotiruemykh kosmicheskikh poletov. *Materialy XLVII Nauchnykh chteniy pamyati K. E. Tsiolkovskogo*, 2012, pp. 193 – 194.

© Орлов О.И., Котов О.В., Куссмауль А.Р., Белаковский М.С., 2020

История статьи:

Поступила в редакцию: 08.02.2020

Принята к публикации: 24.02.2020

Модератор: Плетнер К.В.

Конфликт интересов: отсутствует

Для цитирования:

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.