

# ИСТОРИЯ. СОБЫТИЯ. ЛЮДИ

## HISTORY. EVENTS. PEOPLE

УДК 629.78.007

### **60 ЛЕТ ВНЕКОРАБЕЛЬНОЙ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ (Часть 2)**

А.А. Алтунин, Д.И. Верба, Н.Р. Жамалетдинов, В.С. Коренной

А.А. Алтунин; Д.И. Верба; Н.Р. Жамалетдинов;  
канд. техн. наук, с.н.с. В.С. Коренной  
(ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина»)

Статья посвящена 60-летию внекорабельной деятельности. Обобщены материалы по первому выходу А.А. Леонова в открытый космос. Обозначены основные вехи и представлен анализ выходов в открытый космос за период с 1965 по 2025 г. Рассмотрены выходы из орбитальных станций «Салют-6», «Салют-7», «Мир», Международной космической станции, а также наиболее значимые работы, выполненные космонавтами в процессе выходов в открытый космос. Рассмотрены основные технические средства подготовки космонавтов к внекорабельной деятельности.

**Ключевые слова:** внекорабельная деятельность, орбитальная станция, космонавт, открытый космос, скафандр, подготовка космонавтов

#### **60th Anniversary of Extravehicular Activity (Part 2). A.A. Altunin, D.I. Verba, N.R. Zhamaletdinov, V.S. Korennoy**

The paper is dedicated to the 60th anniversary of extravehicular activity in space. The materials related to the first spacewalk of A.A. Leonov are summarized. The main milestones are outlined and an analysis of spacewalks for the period from 1965 to 2025 is presented. The exits from the Salyut-6, Salyut-7, Mir orbital stations, the International Space Station, as well as the most significant work performed by cosmonauts in the process of spacewalks are considered. The main stages of cosmonaut training for extravehicular activity, the technical means used to train cosmonauts for EVA are given.

**Keywords:** extravehicular activity, orbital station, cosmonaut, outer space, spacesuit, cosmonaut training

### **Международная космическая станция**

Международная космическая станция (МКС) – пилотируемая орбитальная станция, используемая как многоцелевой космический исследовательский комплекс[1–4]. Эксплуатируется с конца 1998 г. по настоящее время. МКС – это совместный международный проект, в котором участвуют 14 стран (рис. 1).



Рис. 1. МКС

20 ноября 1998 г. был выведен на орбиту первый элемент МКС – функционально-грузовой блок «Заря». 7 декабря 1998 г. шаттл «Индевор» пристыковал к модулю «Заря» американский модуль «Юнити». 10 декабря 1998 г. был открыт люк в модуль «Юнити», и Роберт Кабана и Сергей Крикалёв как представители США и России, вошли внутрь станции. 26 июля 2000 г. к функционально-грузовому блоку «Заря» был пристыкован служебный модуль «Звезда». Первая экспедиция на МКС (космонавты Ю.П. Гидзенко, С.К. Крикалёв и астронавт У. Шеперд, стартовавшие на корабле «Союз ТМ-31») работала на орбите более 140 суток, с 31 октября 2000 г. по 21 марта 2001 г.

Российский сегмент МКС в настоящее время состоит из следующих модулей: «Заря», «Звезда», «Причал», «Поиск», «Рассвет», «Наука».

Внекорабельная деятельность (ВКД) на МКС является одним из основных видов деятельности по строительству и обслуживанию станции, установке и настройке новых систем и оборудования, проведению научных экспериментов и исследований, а также для мониторинга. Первый выход в открытый космос для начала сборки МКС состоялся 7 декабря 1998 г. В результате выхода к модулю «Заря» был прикреплен модуль Unity. Выход был совершен американскими астронавтами [4].

По состоянию на январь 2025 г. российскими космонавтами было совершено 77 выходов в открытый космос общей продолжительностью более 450 часов, из них три выхода длительностью менее 20 минут, два – более 8 часов. Три выхода не состоялись по различным причинам.

Наиболее значимые работы, выполненные космонавтами в процессе выходов в открытый космос, приведены в табл. 1 [5, 6].

Таблица 1

Год	Количество выходов	Выполненные работы
2000	1	Монтаж грузовой стрелы ГСтМ-1
2001	1	Перенос грузовой стрелы ГСтМ-2 с гермоадаптера РМА-1 на модуль «Пирс» с помощью грузовой стрелы ГСтМ-1
2005	1	Установка на модуль «Звезда» универсального рабочего места УРМ-Д с монтажом на него манипуляторного устройства Robotik
2006	1	Запуск мини-спутника «РадиоСкаф-1»; перенос адаптера грузовой стрелы с модуля «Заря» на гермоадаптер РМА-3
2008	1	Ремонт пилотируемого корабля «Союз ТМА-12» путем механической расстыковки одного из пяти замков, соединяющих спускаемый аппарат и приборно-агрегатный отсек
2009	1	Монтаж антенн 4АО-ВКА, АР-ВКА и 2АР-ВКА радиотехнической системы «Курс» на модуле «Звезда»
2011	1	Установка аппаратуры «Фотон-Гамма» и радиометрического комплекса РК-21 на модуль «Звезда»
2012	2	Перенос грузовой стрелы ГСтМ-1 с модуля «Пирс» на модуль «Поиск»; перенос грузовой стрелы ГСтМ-2 с модуля «Пирс» на гермоадаптер модуля «Заря»
2013	1	Вынос олимпийского факела в открытый космос
2014	1	Монтаж активной фазированной антенной решетки Единой командно-телеметрической системы
2018	1	Вскрытие экранно-вакуумной теплоизоляции и панели микрометеороидной защиты в районе загерметизированного просверленного отверстия на бытовом отсеке корабля «Союз МС-09»
2021	2	Прокладка по модулю «Звезда» и подключение к модулю «Наука» кабелей электропитания и сетевого кабеля стандарта Ethernet
2022	1	Монтаж и подключение антенн АР-ВКА, 2АР-ВКА и 4АО-ВКА радиотехнической системы «Курс» на модуль «Причал»
2022	3	Интеграция европейского дистанционного манипулятора ERA на модуль «Наука»: демонтаж чехлов экранно-вакуумной теплоизоляции, расфиксация стартовой блокировки механизмов, установка и подключение внешнего пульта управления, подключение и тестовое управление с него манипулятором ERA
2023	4	Обеспечение переноса дополнительного радиационного теплообменника и шлюзовой камеры с модуля «Рассвет» и их установки на модуль «Наука» европейским дистанционным манипулятором ERA
2024	1	Установка рентгеновского спектрометра СПИН-Х1-МВН для эксперимента «Монитор всего неба»

Количество выходов в открытый космос на МКС по годам представлено на рис. 2.

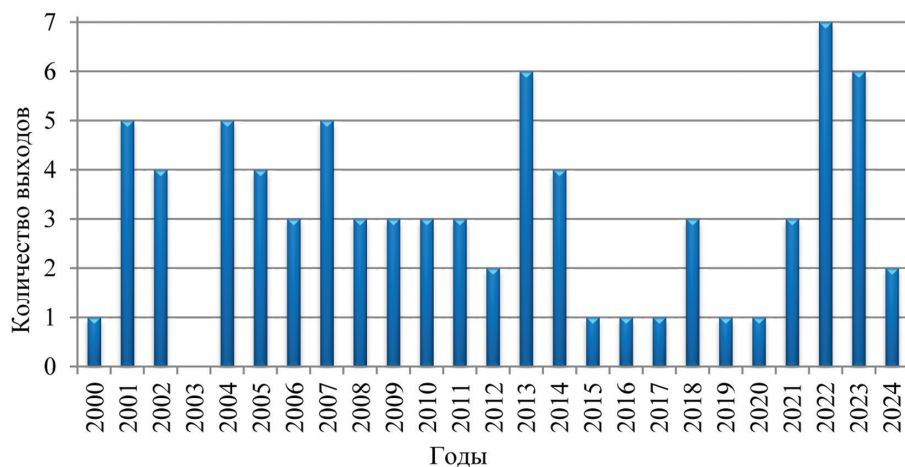


Рис. 2. Количество выходов в открытый космос на МКС

Длительность выходов в открытый космос на МКС представлена на рис. 3.

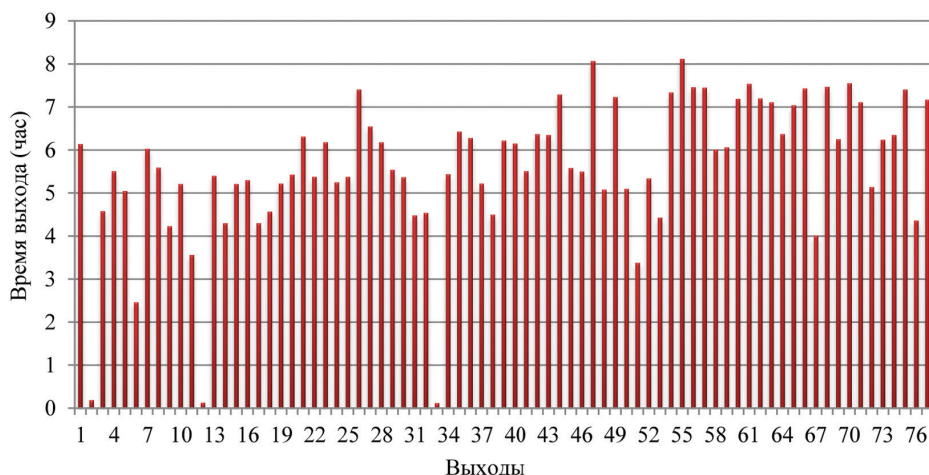


Рис. 3. Длительность выходов в открытый космос на МКС

Сведения об отечественных космонавтах [5] с наибольшей суммарной длительностью выходов в открытый космос представлены в табл. 2, а с наибольшей длительностью одного выхода – в табл. 3.

Таблица 2

Космонавт	Число выходов	Длительность выходов
1. Анатолий Соловьёв	16	78 ч 46 мин
2. Фёдор Юрчихин	9	59 ч 31 мин
3. Сергей Прокопьев	8	55 ч 15 мин

Окончание табл. 2

Космонавт	Число выходов	Длительность выходов
4. Олег Артемьев	8	53 ч 31 мин
5. Николай Бударин	8	44 ч 54 мин
6. Олег Кононенко	7	44 ч 30 мин
7. Юрий Онуфриенко	8	42 ч 32 мин
8. Сергей Авдеев	10	41 ч 59 мин
9. Талгат Мусабаев	7	41 ч 29 мин
10. Сергей Крикалёв	8	41 ч 26 мин

Таблица 3

Космонавт	Дата	Длительность выхода
1. Александр Мисуркин Антон Шкаплеров	с 02 по 03 февраля 2018 г.	8 ч 12 мин
2. Олег Котов Сергей Рязанский	с 27 по 28 декабря 2013 г.	8 ч 7 мин
3. Сергей Прокопьев Дмитрий Петелин	19.04.2023 г.	7 ч 55 мин
4. Олег Новицкий Пётр Дубров	с 03 по 04 сентября 2021 г.	7 ч 54 мин
5. Олег Артемьев Денис Матвеев	с 02 по 03 сентября 2022 г.	7 ч 47 мин
6. Олег Артемьев Сергей Прокопьев	с 15 по 16 августа 2018 г.	7 ч 46 мин
7. Олег Кононенко Сергей Прокопьев	с 11 по 12 декабря 2018 г.	7 ч 45 мин
8. Олег Артемьев Денис Матвеев	с 28 по 29 апреля 2022 г.	7 ч 43 мин
9. Фёдор Юрчихин (скафандр ЕМУ)	23.07.2007 г.	7 ч 41 мин
10. Олег Кононенко Николай Чуб	с 25 по 26 октября 2023 г.	7 ч 41 мин

### Технические средства подготовки космонавтов к ВКД

Фундамент успеха в процессе ВКД закладывается на этапе подготовки космонавтов на Земле. Подготовка к первому выходу в открытый космос осуществлялась на самолете-летающей лаборатории и в барокамере. Других тренажеров на тот момент не существовало.

В настоящее время на базе ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина» (ЦПК) и других организаций создан целый комплекс технических средств подготовки космонавтов (ТСПК), обеспечивающих обучение и подготовку к ВКД.

Подготовка к выходу в открытый космос ведется на следующих ТСПК [7]:

– гидролаборатория (ГЛ);

- тренажер «Выход-2»;
- летающая лаборатория (ЛЛ);
- барокамерный комплекс;
- функционально-моделирующий стенд (ФМС) системы отображения информации скафандра «Орлан-МК».

*Гидролаборатория* – инженерно-техническое сооружение, предназначенное для моделирования невесомости в гидросреде, содержащее бассейн с водой, макеты космических аппаратов и модулей орбитальных станций, специальные системы и оборудование для обеспечения тренировок космонавтов, испытаний и исследований (рис. 4).



Рис. 4. ГЛ ЦПК

ГЛ является имитатором условий невесомости для подготовки космонавтов к ВКД на всех этапах их подготовки и предназначена:

- для подготовки космонавтов к ВКД, действиям в аварийных и нестандартных ситуациях (НшС);
- отработки выполнения операторами монтажно-сборочных, транспортировочных и ремонтно-восстановительных работ при создании космических объектов;
- проведения научных исследований по разработке программно-методического обеспечения эргономических испытаний космической техники и подготовки космонавтов.

*Тренажер «Выход-2»* – сложный многофункциональный комплекс (рис. 5), обеспечивающий жизнедеятельность операторов в скафандрах (СК) с возможностью их свободного перемещения в рабочей зоне за счет мышечных усилий, предназначен для практической подготовки космонавтов на различных этапах их профессиональной деятельности по выполнению следующих полетных операций:

- диагностика технического состояния СК, их ремонт, профилактические работы на отдельных системах и устройствах, а также перевод всего комплекта в режим хранения;

- эксплуатация комплекта СК «Орлан-МК» при штатной работе его систем и в НшС на этапе выполнения ВКД;

- подготовка и эксплуатация средств шлюзования и обеспечения выхода;

- процедура шлюзования из РС МКС в штатных условиях и при НшС.

В дополнение к основным задачам, тренажер позволяет космонавтам в процессе практических тренингов приобрести такие важные для полета навыки как:

- работа с бортовыми радиограммами и документацией, оценка их содержания;

- взаимодействие между членами экипажа и операторами группы управления Центра управления полетами;

- физиолого-гигиеническая оценка условий пребывания в специальном снаряжении и СК на различных этапах работы.

*Летающая лаборатория* – самолет Ил-76МДК (рис. 6) предназначен для профессиональной подготовки космонавтов, а также для использования их возможностей при проведении специальных технических, технологических и эргономических испытаний различных устройств, агрегатов и объектов космической техники, медицинских экспериментов, медико-биологических исследований организмов и их жизнедеятельности в условиях невесомости и пониженной весомости.



Рис. 5. Тренажер «Выход-2»



Рис. 6. Самолет-лаборатория Ил-76МДК

Задачами тренировок космонавтов по отработке и совершенствованию навыков операторской деятельности в условиях полета самолета-лаборатории с воспроизведением режимов кратковременной невесомости и пониженной весомости являются:

- привитие космонавтам первичных навыков ориентации тела и передвижения в условиях невесомости с использованием различных элементов фиксации;
- отработка и совершенствование космонавтами навыков профессиональной деятельности в условиях безопорного состояния;
- отработка и совершенствование космонавтами навыков по выполнению штатных операций в специальном снаряжении и без него применительно к программе предстоящего космического полета на пилотируемом космическом аппарате;
- приобретение космонавтами опыта оценки удобства эксплуатации систем, оборудования объектов космической техники и применяемого инструмента;
- оценка надежности используемого оборудования и инструмента, способствующего качественному выполнению технологических операций;
- отработка членами космических экипажей взаимодействия при выполнении отдельных операций из общей циклограммы работ по ВКД;
- повышение устойчивости организма космонавтов к воздействию специфических физиологических факторов в условиях невесомости.

*Барокамерный комплекс* ТБК-50 включает в себя барокамеру (рис. 7) с размещенными внутри нее:

- технологическими СК, подвешенными в специальной системе обезвешивания;
- средствами управления давлением в СК;
- средствами контроля за давлением в барокамере;
- специальным оборудованием для задания физической нагрузки оператору в СК.



Рис. 7. Термобарокамера ТБК-50

На тренировках в ТБК-50 решаются следующие задачи:

- закрепление оператором навыков работы с автономными системами обеспечения жизнедеятельности (АСОЖ) СК и бортовой системой стыковки (БСС) в условиях вакуума;
- отработка и закрепление операторами навыков по поддержанию комфортных тепловых условий в СК при различных физических нагрузках;
- приобретение оператором практических навыков по распознаванию и устранению нештатных режимов работы систем СК;
- психофизиологическая подготовка операторов к работе в СК и оценка ими физических условий пребывания в снаряжении в условиях вакуума;
- закрепление оператором навыков работы со штатной бортовой документацией и ее корректировка.

ФМС системы отображения информации (СОИ) СК «Орлан-МК» предназначен для подготовки экипажей МКС по выполнению шлюзования в СК с использованием шлюзовых отсеков РС МКС. Обеспечивает отработку навыков по управлению СОИ и АСОЖ СК, комплекса средств шлюзования РС МКС в процессе шлюзования и автономной работы с использованием технологий виртуальной реальности (рис. 8).

ФМС построен на основе методов визуального и математического моделирования как самостоятельное и дополнительное средство подготовки космонавтов к работе с СОИ СК «Орлан-МК» и комплексом средств шлюзования и обеспечения выхода.



Рис. 8. Автономное рабочее место оператора на ФМС СОИ СК «Орлан-МК»

### **Перспективные направления подготовки космонавтов**

В настоящее время в России накоплен большой опыт и сформированы эффективные системы подготовки космонавтов к ВКД на низких околоземных орбитах. Федеральная космическая программа России на 2016–2025 гг. предусматривает создание необходимого задела для полномасштабного исследования Луны после 2025 г.

Условия работы космонавтов на поверхности Луны за пределами герметичных взлетно-посадочных модулей и лунной базы определяют ряд специфических проблем для ВКД, которые необходимо учитывать при проведении подготовки космонавтов [8, 9].

В интересах подготовки космонавтов к работам на поверхности Луны в условиях моделирования пониженной гравитации в ЦПК создан определенный научно-технический задел [10, 11]. Разработаны и апробированы (с учетом возможностей и ограничений существующих макетов СК типа «Орлан») методики подготовки космонавтов, в том числе с использованием технологий виртуальной реальности [12, 13]. Проведено предварительное распределение задач и операций по типам существующих тренажеров и имитаторов условий космического полета.

## Выводы

Советский космонавт А.А. Леонов 18 марта 1965 г. совершил первый в мире выход в открытое космическое пространство из космического корабля «Восход-2». Это событие стало началом ВКД.

С развитием орбитальных станций выходы космонавтов в открытый космос перестали быть уникальными событиями, а стали регулярно выполняемыми операциями для проведения работ на внешней поверхности космических аппаратов. С марта 1965 г. по январь 2025 г. советскими и российскими космонавтами выполнено 174 выхода в открытый космос.

Во время выходов выполнен большой объем работ по дооснащению станций, сборке крупногабаритных конструкций, испытаниям нового оборудования для применения в космосе, ремонту целевой аппаратуры и модулей станций, проведению научных исследований и экспериментов в открытом космосе, запуску в космос малых космических аппаратов. Это позволило существенно повысить эффективность целевого применения пилотируемых космических станций.

Для обеспечения возможности выполнения работ в открытом космосе созданы и успешно функционируют такие уникальные технические средства как ГЛ, тренажер «Выход-2», ЛЛ, обеспечивающие обучение и подготовку космонавтов к ВКД.

Анализ выполненной деятельности, накопленный опыт организации и проведения ВКД, созданная техническая база показывают, что все перспективные задачи по новым космическим программам будут успешно решены.

## ЛИТЕРАТУРА

1. Пилотируемые космические программы. – Текст: электронный // Роскосмос: [сайт]. – 2025. – URL: <https://www.roscosmos.ru/29997/> (дата обращения 21.01.2025).
2. Пилотируемые космические программы. – Текст: электронный // Научно-исследовательский испытательный центр подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина: [сайт]. – 2025. – URL: <https://www.gctc.ru/main.php?id=111> (дата обращения 21.01.2025).

3. Орбитальные станции. – Текст: электронный // ПАО «РКК «Энергия» имени С.П. Королёва»: [сайт]. – 2025. – URL: <https://www.energia.ru/ru/history/orbital.html> (дата обращения 21.01.2025).
4. International Space Station. – Текст: электронный // NASA: [сайт]. – 2025. – URL: <https://www.nasa.gov/reference/international-space-station/> (дата обращения 30.01.2025).
5. Статистические данные. – Текст: электронный // Роскосмос: [сайт]. – 2025. – URL: <https://www.roscosmos.ru/30009/> (дата обращения 13.01.2025).
6. Выходы космонавтов в открытый космос. – Текст: электронный // Научно-исследовательский испытательный центр подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина: [сайт]. – 2025. – URL: <https://www.gctc.ru/main.php?id=241> (дата обращения 13.01.2025).
7. Технические средства подготовки космонавтов. – Текст: электронный // Научно-исследовательский испытательный центр подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина: [сайт]. – 2025. – URL: <https://www.gctc.ru/main.php?id=110> (дата обращения 12.02.2025).
8. К вопросу подготовки космонавтов для работы на поверхности Луны / Е.Ю. Иродов, П.П. Долгов, В.С. Коренной [и др.] // Пилотируемые полеты в космос. – 2018. – № 1(26). – С. 71–89.
9. Экспериментальные исследования по оценке выполнения сложной операторской деятельности космонавтом после завершения годового космического полета / М.Б. Корниенко, Ю.В. Лончаков, А.А. Курицын [и др.] // Пилотируемые полеты в космос. – 2017. – № 1(22). – С. 29–36.
10. Исследование качества работы космонавтов при моделировании условий ВКД на поверхности Марса в экспериментах с участием экипажей МКС / Б.И. Крючков, М.М. Харламов, П.П. Долгов [и др.] // Пилотируемые полеты в космос. – 2021. – № 3(40). – С. 43–60.
11. Анализ основных результатов внекорабельной деятельности экипажей МКС / Б.И. Крючков, А.А. Алтунин, П.П. Долгов [и др.] // Пилотируемые полеты в космос. – 2017. – № 1(22). – С. 56–67.
12. Направления применения технологий виртуальной реальности при подготовке космонавтов к внекорабельной деятельности / А.А. Алтунин, П.П. Долгов, Н.Р. Жамалетдинов [и др.] // Пилотируемые полеты в космос. – 2021. – № 1(38). – С. 72–88.
13. Направления применения компьютерного моделирования при подготовке космонавтов к ВКД / Ю.И. Онуфриенко, А.А. Алтунин, П.П. Долгов [и др.] // Пилотируемые полеты в космос: Материалы XII Международной научно-практической конференции, Звездный городок, 24–26 октября 2017 года / Звездный городок: ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина», 2017.

## REFERENCES

1. Manned Space Programs. – Text: electronic // Roscosmos: [website]. – 2025. – URL: <https://www.roscosmos.ru/29997/> (date of access 01/21/2025).
2. Manned Space Programs. – Text: electronic // Yu.A. Gagarin Research and Test Cosmonaut Training Center: [website]. – 2025. – URL: <https://www.gctc.ru/main.php?id=111> (date of access 01/21/2025).
3. Orbital Stations. – Text: electronic // Public Company “RSC-Energy Named After S.P. Korolev”: [website]. – 2025. – URL: <https://www.energia.ru/ru/history/orbital.html> (date of access 01/21/2025).
4. International Space Station. – Text: electronic // NASA: [website]. – 2025. – URL: <https://www.nasa.gov/reference/international-space-station/> (date of access 01/30/2025).
5. Statistical Data. – Text: electronic // Roscosmos: [website]. – 2025. – URL: <https://www.roscosmos.ru/30009/> (date of access 01/13/2025).
6. Spacewalks of Cosmonauts. – Text: electronic // Yu.A. Gagarin Research and Test Cosmonaut Training Center [website]. – 2025. – URL: <https://www.gctc.ru/main.php?id=241> (date of access 01/13/2025).

7. Technical Facilities for Cosmonaut Training. – Text: electronic // Yu.A. Gagarin Research and Test Cosmonaut Training Center: [website]. – 2025. – URL: <https://www.gctc.ru/main.php?id=110> (date of access 02/12/2025).
8. Cosmonaut Training for Work on the Lunar Surface / E.Yu. Irodov, P.P. Dolgov, V.S. Korennoy [at al.] // Manned Spaceflight. – 2018. – No 1(26). – P. 71–89.
9. Experimental Evaluation of Complex Operator Activity Performed by the Cosmonaut Directly After Completion of the One-Year Space Flight / M.B. Kornienko, Yu.V. Lonchakov, A.A. Kuritsyn [at al.] // Manned Spaceflight. – 2017. – No 1(22). – P. 29–36.
10. Study of the Quality of Cosmonauts' Activities When Simulating the EVA Environment on the Martian Surface in the Experiments Involving the ISS Crews / B.I. Kryuchkov, M.M. Kharlamov, P.P. Dolgov [at al.] // Manned Spaceflight. – 2021. – No 3(40). – P. 43–60.
11. Main Results of EVA of the ISS's Crews / B.I. Kryuchkov, A.A. Altunin, P.P. Dolgov [at al.] // Manned Spaceflight. – 2017. – No 1(22). – P. 56–67.
12. Application of Virtual Reality Technologies in Training Cosmonauts for Extravehicular Activities / A.A. Altunin, P.P. Dolgov, N.R. Zhamaletdinov [at al.] // Manned Spaceflight. – 2021. – No 1(38). – P. 72–88.
13. Lines of the Use of Computer Simulation in Cosmonaut Training for EVA / Yu.I. Onufrienko, A.A. Altunin, P.P. Dolgov [at al.] // Manned Spaceflight: Proceedings of the XII International Scientific and Practical Conference, Star City, October 24–26, 2017 / Star City: FSBO “Yu.A. Gagarin R&T CTC”, 2017.