

УДК 61:629.78.007

## **МЕДИЦИНСКИЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТА ЭКИПАЖА 68-й И 69-й ЭКСПЕДИЦИЙ МКС (ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗ)**

О.В. Котов, А.В. Поляков, А.П. Гришин, В.И. Почуев,  
О.А. Савенко, Е.Г. Хорошева, А.В. Сальников,  
Н.Ю. Лысова, Т.Г. Шушунова

Канд. мед. наук О.В. Котов; канд. мед. наук А.В. Поляков; канд. мед. наук В.И. Почуев; О.А. Савенко; Е.Г. Хорошева; канд. мед. наук А.В. Сальников; канд. мед. наук Н.Ю. Лысова; Т.Г. Шушунова (ГНЦ РФ – ИМБП РАН) А.П. Гришин (ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина»)

В статье представлены результаты медицинского обеспечения полета экипажа 68-й и 69-й экспедиций МКС. Дается краткая характеристика системы медицинского обеспечения, приводятся основные итоги выполнения программы контроля состояния здоровья космонавтов и среды обитания РС МКС во время полета, режима труда и отдыха, а также использования бортовых средств профилактики для поддержания работоспособности и здоровья космонавтов в полете.

**Ключевые слова:** медицинское обеспечение, медицинский контроль, система профилактики, среда обитания, режим труда и отдыха

### **Medical Aspects of Securing the Flight of the ISS Crew for Expeditions 68 and 69 (Express Analysis). O.V. Kotov, A.V. Polyakov, A.P. Grishin, V.I. Pochuev, O.A. Savenko, E.G. Khorosheva, A.V. Salnikov, N.Yu. Lysova, T.G. Shushunova**

The paper presents the results of medical support of the ISS crew for Expeditions 68 and 69. It gives a brief description of the medical support system, shows the main results of the implementation of the monitoring program for the state of cosmonauts' health and environment on the ISS RS, work-rest schedule and the use of onboard preventive means for maintaining cosmonauts' performance and health during their mission.

**Keywords:** medical support, medical monitoring, preventive system, human environment, work-rest schedule

## **Выполнение программы полета**

Полет в составе экспедиций:

- МКС-67 – с 21.09.2022–29.09.2022 – в составе 10 человек (из них 5 космонавтов Роскосмоса);
- МКС-68 – с 29.09.2022–06.10.2022 – в составе 7 человек (из них 2 космонавта Роскосмоса);
- МКС-68 – с 06.10.2022–14.10.2022 – в составе 11 человек (из них 3 космонавта Роскосмоса);

- МКС-68 – с 14.10.2022–03.03.2023 – в составе 7 человек (из них 3 космонавта Роскосмоса);
- МКС-68 – с 03.03.2023–11.03.2023 – в составе 11 человек (из них 4 космонавта Роскосмоса);
- МКС-68 – с 11.03.2023–28.03.2023 – в составе 7 человек (из них 3 космонавта Роскосмоса);
- МКС-69 – с 28.03.2023–22.05.2023 – в составе 7 человек (из них 3 космонавта Роскосмоса);
- МКС-69 – с 22.05.2023–30.05.2023 – в составе 11 человек (из них 3 космонавта Роскосмоса и 4 члена ЭП SpaceX Аxiom-2);
- МКС-69 – с 30.05.2023–27.08.2023 – в составе 7 человек (из них 3 космонавта Роскосмоса);
- МКС-69 – с 27.08.2023–03.09.2023 – в составе 11 человек (из них 4 космонавта Роскосмоса);
- МКС-69 – с 03.09.2023–15.09.2023 – в составе 7 человек (из них 3 космонавта Роскосмоса);
- МКС-69 – с 15.09.2023–27.09.2023 – в составе 10 человек (из них 5 космонавтов Роскосмоса).

Длительность полета российских членов экипажа МКС-68/69, прибывших на «Союзе МС-22» и вернувшихся на «Союзе МС-23», составила 370 сут.

*Этапы полета экспедиции:*

- 21.09.2022 – выведение «Союза МС-22» – 13:54 GMT.
- Стыковка к МИМ1 МКС – 17:06 GMT.
- 29.09.2022 – расстыковка «Союза МС-21» – 07:34 GMT.
- Время посадки – 10:57 GMT.
- 05.10.2022 – выведение SpaceX Dragon Crew-5 – 16:00 GMT.
- Стыковка к АС МКС 06.10.2022 в 21:01 GMT.
- 24.02.2023 – выведение «Союза МС-23» – 00:24 GMT.
- Стыковка к МИМ2 МКС – 26.02.2023 в 00:58 GMT.
- 02.03.2023 – выведение SpaceX Dragon Crew-6 – 05:34 GMT.
- Стыковка к Node2 – 03.03.2023 в 06:17 GMT.
- 11.03.2023 – расстыковка SpaceX Dragon Crew-5 – 07:20 GMT.
- Время приводнения – 12.03.2023 в 02:02 GMT.
- 28.03.2023 – расстыковка «Союза МС-22» – 09:57 GMT – в беспилотном режиме. Время посадки – 11:45 GMT.
- 03.09.2023 – расстыковка SpaceX Dragon Crew-6 – 11:05 GMT.
- Время приводнения – 04.09.2023 в 04:17 GMT.
- 15.09.2023 – выведение «Союза МС-24» – 15.44 GMT.
- Стыковка к модулю «Рассвет» МКС – 18.53 GMT.
- 27.09.2023 – расстыковка «Союза МС-23» – 07:54 GMT.
- Время посадки – 11:17 GMT.

*ВКД в СК «Орлан-МКС»:*

- 17.11.2022 ВКД-55 – КЭ, БИ-5.  
ОВЛ – 14:39 GMT, ЗВЛ – 21:07 GMT.  
Продолжительность – 6 ч 28 мин.
- 25.11.2022 ВКД-56 – КЭ, БИ-5. Отменена в связи с нештатной работой системы водяного охлаждения СК «Орлан-МКС» № 4, 5.
- 06.12.2022 ВКД-56 – КЭ, БИ-5. Отменена в связи с нештатной работой системы водяного охлаждения СК «Орлан-МКС» № 4, 5.
- 15.12.2022 ВКД-56 – КЭ, БИ-5. Отменена в связи с нештатной ситуацией с ТПК «Союз МС-22».
- 19.04.2023 ВКД-56 – КЭ, БИ-2.  
ОВЛ – 01:41 GMT, ЗВЛ – 09:35 GMT.  
Продолжительность – 7 ч 54 мин.
- 03.05.2023 ВКД-57 – КЭ, БИ-2.  
ОВЛ – 20:00 GMT, ЗВЛ – 03:11 GMT.  
Продолжительность – 7 ч 10 мин.
- 12.05.2023 ВКД-58 – КЭ, БИ-2.  
ОВЛ – 15:46 GMT, ЗВЛ – 21:01 GMT.  
Продолжительность – 5 ч 15 мин.
- 22.06.2023 ВКД-59 – КЭ, БИ-2.  
ОВЛ – 14:24 GMT, ЗВЛ – 20:48 GMT.  
Продолжительность – 6 ч 24 мин.
- 09.08.2023 ВКД-60 – КЭ, БИ-2.  
ОВЛ – 14:44 GMT, ЗВЛ – 21:19 GMT.  
Продолжительность – 6 ч 35 мин.

**Организация РТО экипажа**

21.09.2022 в 13:54 GMT состоялся старт «Союза МС-22». Операции сближения и стыковки с МИМ1 МКС были выполнены по 2-витковой схеме. Стыковка состоялась 21.09.2022 в 17:06 GMT. Открытие переходных люков между «Союзом МС-22» и МИМ1 МКС состоялось в 19:34 GMT.

В начале полета экипажу выделялось время для адаптации и ознакомления со станцией, рабочая нагрузка в этот период у БИ-5 и БИ-4 составляла в среднем 5 ч 30 мин в сут.

На протяжении всего полета членов экипажа БИ-4/КЭ и БИ-5/БИ-2 в составе экспедиций МКС-68/69 РТО был нормированным с периодическими сдвигами часов сна и бодрствования [1].

Накануне завершения экспедиции РТО экипажа был плановым. КЭ занимался укладкой возвращаемых грузов, БИ-2 – текущими работами.

Основными факторами, повлиявшими на изменения РТО экипажа МКС-68/69, являлись прием и отправка транспортных пилотируемых кораблей с членами экипажей, прием и разгрузка транспортных грузовых кораблей, подготовка и проведение ВКД, а также возникшие нештатные ситуации.

## Медицинский контроль

Медицинское обеспечение осуществлялось в соответствии с требованиями по медицинским операциям на МКС – ISS MORD [6]. В ходе полета оперативно передавались методические указания по проведению медицинских обследований и по другим вопросам, касающимся медицинского обеспечения экипажа.

БИ-4/КЭ и БИ-5/БИ-2 выполнили весь объем запланированных штатных операций периодического медицинского контроля состояния здоровья и среды обитания.

Оперативный медицинский контроль проводился во время:

- выведения и стыковки с МКС «Союза МС-22» – 21.09.2022;
- расстыковки и спуска с МКС «Союза МС-21» – 29.09.2022;
- проверки через СК – 10.11.2022;
- тренировки в СК – 14.11.2022;
- подготовки и проведения ВКД-55 – 17.11.2022;
- проверки через СК – 23.11.2022;
- подготовки и проведения ВКД-56 – 25.11.2022 – отменена в связи с нештатной работой системы водяного охлаждения СК «Орлан-МКС»;
- проверки через СК – 12.12.2022;
- подготовки и проведения ВКД-56 – 15.12.2022 – отменена в связи с нештатной ситуацией на «Союзе МС-22»;
- ОДНТ-тренировок – 17, 21, 24, 27.02; 03, 06, 07.03.2023;
- проверки через СК – 13.04.2023;
- подготовки и проведения ВКД-56 – 19.04.2023;
- проверки через СК – 23, 25.04.2023;
- проверки через СК – 01.05.2023;
- подготовки и проведения ВКД-57 – 03.05.2023;
- проверки через СК – 10.05.2023;
- подготовки и проведения ВКД-58 – 12.05.2023;
- проверки через СК – 19.06.2023;
- подготовки и проведения ВКД-59 – 22.06.2023;
- проверки через СК – 07.08.2023;
- подготовки и проведения ВКД-60 – 09.08.2023;
- ОДНТ-тренировок – 17, 21, 23, 25, 27, 29, 30.08; 07, 11, 14, 18, 20, 22, 24, 25.09.2023;
- выведения и стыковки с МКС «Союза МС-24» – 15.09.2023;
- расстыковки и спуска с МКС «Союза МС-23» – 27.09.2023.

Результаты динамического медицинского контроля свидетельствовали об адекватных физиологических реакциях, достаточных функциональных резервах организма и отсутствии каких-либо существенных отклонений в функциональном состоянии организма космонавтов, что обеспечило сохранение высокого уровня работоспособности на всех этапах экспедиции.

Психологический климат в экипаже и взаимодействие с наземными службами сохранялись на всем протяжении полета на достаточно высоком уровне и носили благоприятный характер.

### **Физиолого-гигиеническая характеристика среды обитания**

Параметры микроклимата колебались в нормальных пределах за исключением температуры воздуха (в районе тренажеров и рабочего стола) и пониженной относительной влажности.

Общее давление в СМ по данным мановакуумметра колебалось в пределах 736–769 мм рт. ст.

Повышение температуры воздуха в основном отмечалось в периоды «солнечной» орбиты станции. Для снижения температуры воздуха в СМ СОТР переводилась в максимальный режим работы: включались в параллельную работу КОХ1 и КОХ2; РРЖ перенастраивались с 14 на 10 °С.

Функционировали постоянно действующие системы российского сегмента: БМП, СРВ-К2М, СКВ1/СКВ2, СОА «Воздух», СКО «Электрон-ВМ»; УОВ «Поток 150МК» в СМ и ФГБ включались ежедневно на 6 ч.

Периодически проводились наддувы станции воздухом, кислородом и азотом из ТКК, а также средствами АС.

### **Замечания по работе СОЖ, СОГС и СОТР**

Периодически от экипажа поступали сообщения о нештатной работе некоторых систем. Совместно со специалистами ЦУПа возникшие ситуации анализировались и предпринимались меры по их исправлению. Информация об эпизодах нештатной работы систем представлена в табл.

Замечания по работе СОЖ, СОГС и СОТР

Наименование систем	Нештатная работа	Отключена	Ремонтно-восстановительные работы	Включена
СКВ1	27.04.2023	07.10.2022	27.10.2022	27.10.2022
СКВ2	09.10.2022	–	–	–
	10.10.2022	10.10.2022	–	–
	–	–	26.10.2022	26.10.2022
	10.01.2023	–	–	–
	30.07.2023	–	–	–
	31.07.2023	–	–	–
	–	–	23.08.2023	–
	–	–	–	24.08.2023
23.09.2023	–	–	–	–

Окончание табл.

Наименование систем	Нештатная работа	Отключена	Ремонтно-восстановительные работы	Включена
СКО «Электрон-ВМ» (СМ)	–	–	–	18.11.2022
	–	–	–	03.02.2023
СКО «Электрон-ВМ» (МЛМ)	–	16.11.2022	–	–
	02.02.2023	02.02.2023	–	–
УОВ «Поток 150МК» (СМ)	11.01.2023	11.01.2023	–	–
	–	–	12.01.2023	12.01.2023
СОА «Воздух»	–	23.12.2022	–	–
	–	–	05.01.2022	–
	–	–	–	11.01.2023
АСУ (СМ)	25.04.2023	–	–	–
	27.04.2023	–	–	–
	–	02.05.2023	–	–
	–	–	05.05.2023	05.05.2023
	25.06.2023	–	–	–
	26.06.2023	–	–	–
	–	25.07.2023	–	25.07.2023
26.07.2023	–	26.07.2023	26.07.2023	
АСУ (МЛМ)	10.02.2023	10.02.2023	–	–
	–	–	13.03.2023	13.03.2023
	24.04.2023	–	–	–
	–	27.04.2023	–	–
	–	–	28.04.2023	28.04.2023
	25.06.2023	–	–	–
	29.06.2023	29.06.2023	–	–
	–	–	17.07.2023	–
	20.07.2023	–	–	–
	–	–	01.08.2023	01.08.2023
03.08.2023	03.08.2023	–	–	
–	–	14.09.2023	14.09.2023	
Срабатывание аварийно-предупредительной сигнализации о пожаре (ФГБ)*	23.11.2022	–	–	–
	21.07.2023	–	–	–
	29.07.2023	–	–	–

\* – Ложное срабатывание сигнализации. Признаки задымления отсутствовали, показания газоанализатора CSA-CP в норме.

***Радиационная обстановка на МКС***

За время полета РО внутри станции в основном оставалась спокойной. Накопленная поглощенная доза за полет у БИ-4/КЭ – 98,72 мГр, у БИ-5/БИ-2 – 108,89 мГр, что не превышает допустимые значения доз, определенных согласно Flight Rules В 14.2.2-12 [2] и ГОСТ 25645.215-85 [3].

Ежемесячно проводился дозиметрический контроль радиационной обстановки в РС МКС с использованием аппаратуры дозиметр «Пилле-МКС».

Во время выполнения ВКД проводился контроль радиационной безопасности экипажа с использованием датчиков дозиметра «Пилле-МКС».

***Санитарно-гигиеническое состояние МКС***

На протяжении всего полета санитарно-гигиеническую обстановку на станции экипаж оценивал в основном как комфортную. Санитарно-гигиенические условия в каюте в МЛМ и в самом МЛМ были комфортные. Еженедельно экипаж проводил плановую уборку станции.

При плановом контроле качества атмосферы РС МКС (в СМ) пробоотборниками ИПД-СО (ежемесячно) монооксида углерода не обнаружено, пробоотборниками ИПД-ННЗ (каждые 3 месяца) аммиака не обнаружено.

***Исследование акустической обстановки***

Определение индивидуальной акустической нагрузки проводилось на 195–196-е сут полета за дневной и ночной период времени с использованием АМ hardware в режиме акустической дозиметрии.

Места сна российских членов экипажа на момент проведения исследований: КЭ – правая каюта СМ; БИ-2 – левая каюта СМ.

Анализ полученных данных показал, что у российских членов экипажа шумовая нагрузка превышала ПДУ за дневной период на 7,2–7,7 дБА, а за ночной период на 0,7–2,7 дБА с максимальными значениями за дневной и ночной период у БИ-2.

У всех уровень шумовой нагрузки в дневное время был ниже уровня опасности (85 дБА).

В ночной период у всех членов экипажа уровни шумовой нагрузки были выше уровня нарушения сна, но ниже уровня, необходимого для адекватного слухового отдыха/восстановления слуха. По сравнению с предыдущими исследованиями от 03–05.01.2023 шумовая нагрузка у обоих понизилась за дневной период на 3,0–8,0 дБА, а за ночной период – на 11,0 дБА у КЭ, при отсутствии динамики у БИ-2.

Статические измерения эквивалентных уровней звука в модулях за дневной и ночной периоды в данном исследовании не проводились.

Выводы:

1. Шумовая нагрузка у российских членов экипажа на 195–196-е сут полета имела тенденцию к снижению как за дневной, так и за ночной период.
2. Снижение шумовой нагрузки за ночной период у КЭ может быть связано с закрытой дверью каюты в период сна.

Рекомендации КЭ и БИ-2 по снижению акустической нагрузки:

1. Продолжать использовать СИЗ от шума (беруши/наушники с активным шумоподавлением) в период работы с шумящим оборудованием и при открытых панелях, а также во время занятий на спортивных тренажерах.

2. КЭ контролировать положение двери каюты на период сна и устанавливать комфортный режим работы каютного вентилятора как по воздушному потоку, так и по уровню шума.

На 233-е сут полета исследование акустической обстановки проводилось в модулях РММ, Node3, Node1 и Airlock АС МКС и ФГБ РС МКС с использованием АМ hardware в SLM.

Акустические замеры проводились по общему уровню (La, дБА) и уровням звукового давления (L, дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими значениями частот 63–8000 Гц в контрольных точках вдоль продольной оси указанных модулей. Полученные результаты оценивались на соответствие ГОСТ Р 50804-95 [4] и SSP 50094 [5].

Результаты анализа полученных данных показали, что:

1. На рабочих местах в ФГБ РС МКС уровни звука превышали допустимые значения на 1,1–6,9 дБА, максимально в КТ1 (район люка в СМ – со стороны ФГБ). По сравнению с предыдущими замерами от 02.02.2022 уровни звука на рабочих местах в ФГБ РС МКС имели тенденцию к снижению на 2,4–5,3 дБА, за исключением КТ1 и КТ2 (район люка в СМ – со стороны ФГБ; в СМ – со стороны СМ), где отмечено повышение на 1,4–4,3 дБА.

2. На рабочих местах в РММ АС МКС уровни звука не превышали допустимые значения.

3. На рабочих местах в Node3 АС МКС уровни звука не превышали допустимые значения, за исключением КТ3 (4-й отсек), где отмечено превышение на 1,0 дБА. По сравнению с предыдущими замерами от 01.07.2022 уровни звука на рабочих местах в Node3 АС МКС имели разнонаправленную динамику с максимальным повышением на 1,9 дБА в КТ6 (ниша модуля) и максимальным снижением на 3,6 дБА в КТ7 (район стойки с европейским оборудованием LSR).

4. На рабочих местах в Node1 АС МКС уровни звука не превышали допустимые значения. По сравнению с предыдущими замерами от 22.09.2021 уровни звука на рабочих местах Node1 АС МКС понизились на 1,0–1,7 дБА.

5. В Airlock АС МКС уровни звука не превышали допустимые значения. По сравнению с предыдущими замерами от 07.12.2021 и 06.04.2022 уровни звука в Airlock АС МКС понизились на 5,0 дБА в отсеке для экипажа, а повысились в отсеке для оборудования на 1,9 дБА.

Выводы:

1. В ФГБ РС МКС по сравнению с предыдущими замерами от 25.03.2022 уровни звука на рабочих местах понизились на 2,4–5,3 дБА во всех КТ, за исключением КТ1 и КТ2, где отмечено повышение на 1,4–4,3 дБА.



2. В АС МКС в РММ, Node3, Node1 и Airlock уровни звука не превышали допустимые значения и имели тенденцию к снижению, за исключением РММ. На 289-е сут полета исследование акустической обстановки проводилось на рабочих местах в JLP, Colambus и в каютах Node2 АС МКС и ФГБ РС МКС с использованием АМ hardware в SLM.

Акустические замеры проводились по общему уровню (La, дБА) и уровням звукового давления (L, дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими значениями частот 63–8000 Гц в контрольных точках вдоль продольной оси указанных модулей. Полученные результаты оценивались на соответствие ГОСТ Р 50804-95 [4] и SSP 50094 [5].

Результаты анализа полученных данных показали, что:

1. На рабочих местах в ФГБ РС МКС уровни звука превышали допустимые значения на 1,7–4,4 дБА, максимально в КТ1 (район люка в СМ со стороны ФГБ).

2. На рабочих местах в JLP АС МКС уровни звука не превышали допустимые значения. По сравнению с предыдущими замерами от 02.02.2022 уровни звука на рабочих местах в JLP АС МКС имели тенденцию к снижению на 2,3–6,7 дБА в КТ2 (2-й отсек, верхняя стойка).

3. На рабочих местах в Colambus АС МКС уровни звука не превышали допустимые значения.

4. В каютах Node2 АС МКС уровни звука превышали допустимые значения на 1,6 дБА в верхней каюте. По сравнению с предыдущими замерами от 06.10.2022 уровни звука в каютах Node2 АС МКС понизились на 1,5–2,0 дБА, максимально в верхней каюте.

Выводы:

– в ФГБ РС МКС по сравнению с предыдущими замерами от 11.05.2023 уровни звука на рабочих местах понизились на 1,1–3,4 дБА, максимально в КТ6 (район панелей 204/205) после замены вентиляторов ЦВ1 и ЦВ2 на малошумные;

– АС МКС в JLP, Colambus и в каютах Node2 уровни звука не превышали допустимые значения, за исключением верхней каюты Node2, где отмечено превышение на 1,6 дБА.

Определение индивидуальной акустической нагрузки проводилось на 288–289-е сут полета за дневной и ночной период времени с использованием АМ hardware в режиме акустической дозиметрии.

Места сна российских членов экипажа на момент проведения исследований: КЭ – правая каюта СМ; БИ-2 – левая каюта СМ.

Анализ полученных данных показал, что у российских членов экипажа на 288–290-е сут полета шумовая нагрузка превышала предельно допустимый уровень за дневной период на 8,3–8,5 дБА, а за ночной период – на 15,2 дБА у БИ-2.

У всех уровень шумовой нагрузки в дневное время был ниже уровня опасности (85 дБА), а за ночной период уровень шумовой нагрузки у БИ-2

превышал как уровень нарушения сна, так и уровень, необходимый для адекватного отдыха слухового анализатора. По сравнению с предыдущими исследованиями от 03–04.04.2023 шумовая нагрузка у обоих космонавтов за дневной период имела тенденцию к повышению на 0,6–1,3 дБА. Шумовая нагрузка за ночной период у БИ-2 повысилась на 12,5 дБА, при снижении на 1,3 дБА у КЭ.

Статические измерения эквивалентных уровней звука за дневной и ночной периоды показал, что:

1. В районе БД-2 в СМ эквивалентные уровни звука за дневной и ночной периоды превышали допустимые значения на 6,5 и 5,9 дБА, соответственно.

2. В районе рабочего стола в СМ эквивалентные уровни звука за дневной и ночной периоды превышали допустимые значения на 7,7 и 4,6 дБА, соответственно. Сравнение с предыдущими замерами от 05–07.04.2022 показало снижение эквивалентного уровня звука как за дневной, так и за ночной период на 1,0 и 2,3 дБА, соответственно.

3. В районе CDRA в US Lab эквивалентный уровень звука за дневной период превышал допустимые значения на 6,0 дБА.

Выводы:

1. Шумовая нагрузка у российских членов экипажа на 288–290-е сут полета имела тенденцию к повышению за дневной период.

2. Повышение шумовой нагрузки за ночной период у БИ-2 может быть связано с открытой дверью каюты в период сна.

3. В СМ РС МКС в районе БД-2 и рабочего стола эквивалентные уровни звука превышали допустимые значения как за дневной, так и ночной период.

4. В US Lab в районе CDRA эквивалентный уровень звука превышал допустимые значения за дневной период. Рекомендации КЭ и БИ-2 по снижению акустической нагрузки: продолжать использовать СИЗ от шума (беруши/наушники с активным шумоподавлением) в период работы с шумящим оборудованием и при открытых панелях, а также во время занятий на спортивных тренажерах.

### ***Контроль микроэкоферы среды обитания***

03.07.2023 проведены микробиологические отборы проб газовой среды в 16 зонах с последующим инкубированием проб, фотосъемкой выросших колоний микроорганизмов членами экипажа на борту МКС и передачей изображения на Землю.

Бактерии были обнаружены в 12 зонах из 16 исследованных. Количественный уровень обсемененности воздушной среды представителями бактериальной флоры колебался от 10 до 180 КОЕ в 1 м<sup>3</sup>, что не превышало регламентируемый SSP 50260 MORD [6] уровень для бактерий, равный 1000 КОЕ в 1 м<sup>3</sup>.

Фрагменты плесневых грибов были обнаружены в 4 зонах из 16 исследованных. Содержание микромицетов в воздушной среде колебалось от 10 до 30 КОЕ в 1 м<sup>3</sup>, что не превышало регламентируемый SSP 50260 MORD [6] уровень для грибов, равный 100 КОЕ в 1 м<sup>3</sup>.

Вывод: на 186-е сут работы экипажа МКС-69 содержание бактерий и плесневых форм грибов в воздушной среде не превышало нормативный показатель, регламентируемый SSP 50260 MORD [6].

### **Питание и водопотребление**

В сеансах радиосвязи на всем протяжении полета замечаний по питанию и водопотреблению не поступало. У БИ-4/КЭ и БИ-5/БИ-2 аппетит оставался хорошим.

Вкус воды удовлетворял. Космонавты использовали буфетную систему, питаясь в соответствии со своими рационами. Продукты питания на МКС имелись в достаточном количестве.

### **Использование средств профилактики**

По ежедневным докладам экипажа и данным объективного контроля ФТ выполнялись в полном объеме. По данным частных медицинских конференций российского врача экипажа на протяжении всего полета БИ-4/КЭ и БИ-5/БИ-2 выполняли ФТ согласно форме 24 и рекомендациям специалистов ИМБП.

Для КЭ была разработана индивидуальная программа тренировок выполнения ФТ в недельном микроцикле. При составлении данной программы учитывался уровень физической работоспособности БИ-4/КЭ и использовалась классическая система периодизации физической нагрузки: повышение интенсивности и снижение объема нагрузки, кроме того, был использован волнообразный подход на 7-й месяц КП, интенсивность локомоторной нагрузки запланировано снижалась для профилактики эффекта переутомления (рис. 1).

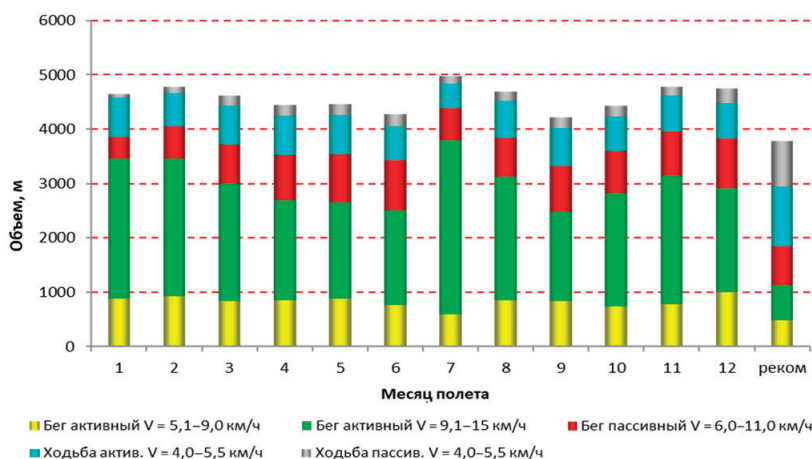


Рис. 1. Относительное распределение режимов локомоций за одну тренировку БИ-4/КЭ

БИ-5/БИ-2 выполнял ФТ на БД-2 согласно требованиям бортовой документации в 4-дневном микроцикле (рис. 2).

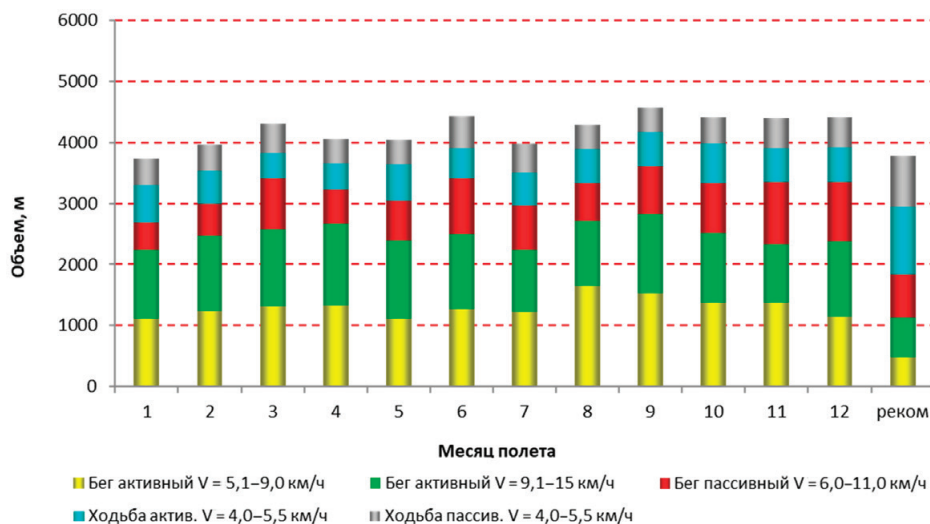
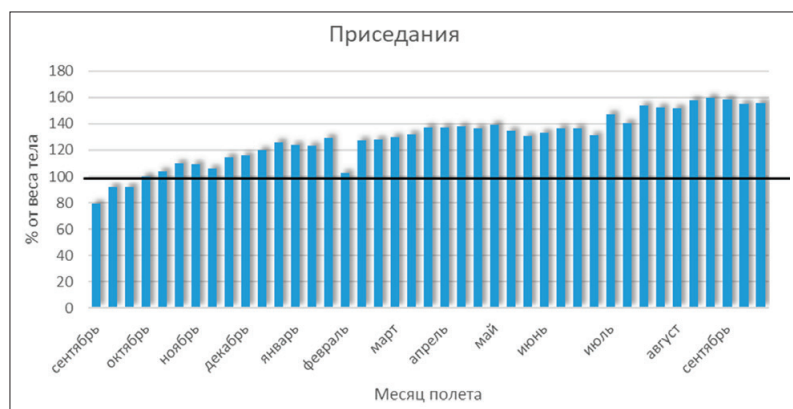


Рис. 2. Относительное распределение режимов локомоций за одну тренировку БИ-5/БИ-2

ФТ на ARED у БИ-4/КЭ и БИ-5/БИ-2 различались по параметрам нагрузки и набору упражнений. КЭ выполнял тренировки, ориентируясь на рекомендации специалистов, БИ-5/БИ-2 использовал личные протоколы тренировок и почти не использовал упражнения на верхний плечевой пояс. У БИ-4/КЭ вес отягощения при выполнении основных упражнений – приседания и подъемы на носки, со второго месяца полета превышал вес тела в условиях нормальной гравитации (рис. 3).

Максимальные значения данного показателя составили 160 % от веса тела в обоих упражнениях.



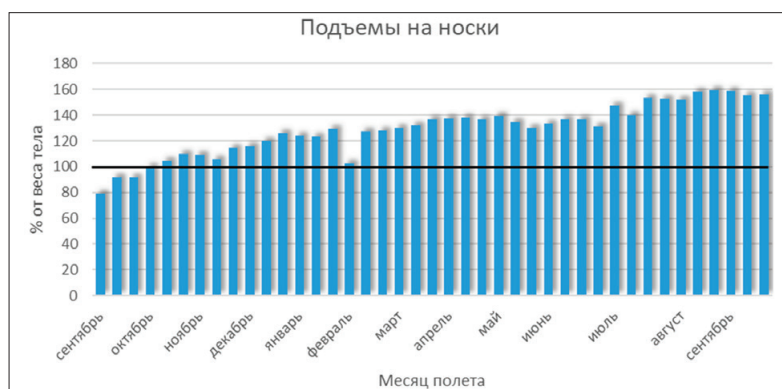


Рис. 3. Вес отягощения, используемый в тренировках БИ-4/КЭ на ARED

Вес отягощения в упражнении приседания у БИ-5/БИ-2 достигал веса тела на Земле на 7-м месяце полета, в упражнении подъемы на носки – на 5-м месяце полета (рис. 4).

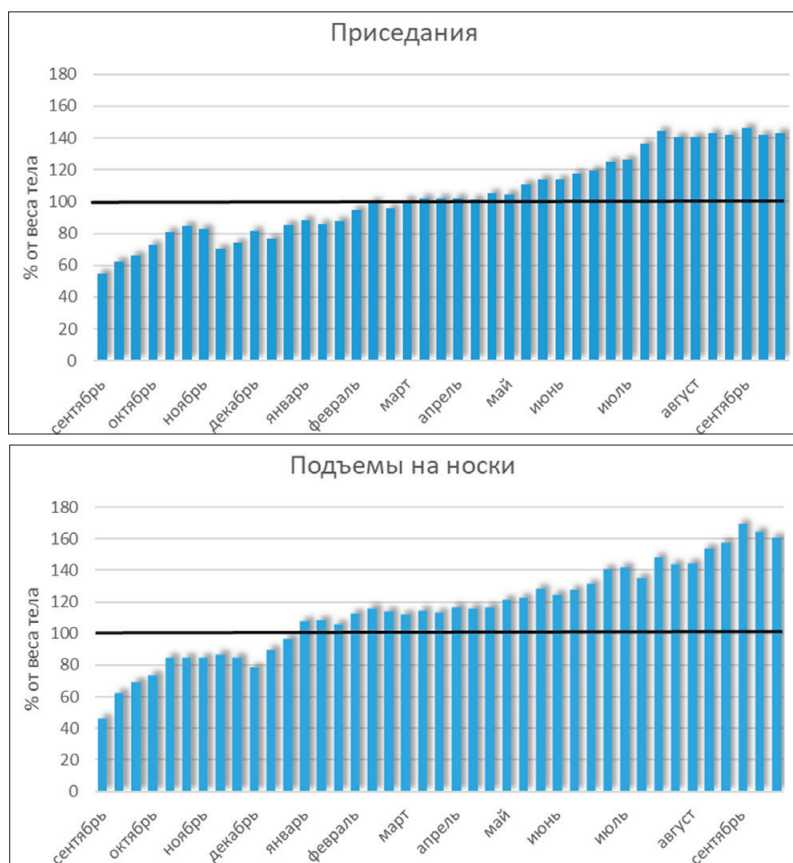


Рис. 4. Вес отягощения, используемый в тренировках БИ-5/БИ-2 на ARED

При этом максимальное значение данного показателя в приседаниях составило 143 % от веса тела, в подъемах на носки – 161 %.

### **Информация по работе тренажеров**

26.05.2023 на вечерней ДРС КЭ сообщил о нештатной работе БД-2, которая заключалась в возникновении ошибок. Код 12-0X800661F9 – ошибка опроса устройства бегущей дорожки. Код 12-0X800E61F9 – нарушен обмен с устройством. Код 10-0X1A002010 – ошибка записи. Возникающие во время тренировок ошибки потребовали перезагрузки компьютера БД-2.

27.05.2023 КЭ сообщил о нештатной работе БД-2 – возникновение ошибки опроса устройства бегущей дорожки (код 12-0X800661F9), что потребовало перезагрузки компьютера БД-2.

30.05.2023 выполнено фотографирование прокладки кабелей тренажера БД-2, полученные с борта фотографии были переданы специалистам для анализа.

### **Выводы**

Общая продолжительность космического полета БИ-4/КЭ и БИ-5/БИ-2 в составе экспедиций МКС-68/69 составила 370 сут.

В период работы на станции космонавты осуществили шесть ВКД, приняли два грузовых корабля «Прогресс» и два корабля «Союз», доставивших на МКС членов экипажа следующей долговременной экспедиции.

Полученные результаты свидетельствовали об адекватных физиологических реакциях и достаточных функциональных резервах организма на всем протяжении полета у всех членов экипажа. Российская система профилактики неблагоприятного воздействия факторов космического полета на организм человека в очередной раз показала свою эффективность и позволила выполнить программу медицинского контроля, медицинских операций и научных медико-биологических исследований в полном объеме.

### **ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ**

АС – американский сегмент	КТ – контрольная точка
АСУ – ассенизационно-санитарное устройство	КЭ – командир экипажа
БД-2 – бегущая дорожка РС МКС	МИМ1 – малый исследовательский модуль 1
БИ – бортовой инженер	МИМ2 – малый исследовательский модуль 2
ВКД – внекорабельная деятельность	МКС – Международная космическая станция
ЗВЛ – закрытие выходного люка	МЛМ – многоцелевой лабораторный модуль
ИМБП – Институт медико-биологических проблем	ОВЛ – открытие выходного люка
ИПД – индикаторный пробоотборник Дрейгера	ОДНТ – отрицательное давление на нижнюю часть тела
КОЕ – колониеобразующая единица	ПДУ – предельно допустимый уровень
КОХ – контур охлаждения	РО – радиационная обстановка
КП – космический полет	РРЖ – регулятор расхода жидкости
	РС МКС – российский сегмент МКС
	РТО – режим труда и отдыха

СИЗ – средства индивидуальной защиты	ФТ – физические тренировки
СК – скафандр	ЦВ1 – центральный вентилятор 1
СКВ – система кондиционирования воздуха	ЦВ2 – центральный вентилятор 2
СКО «Электрон-ВМ» – система обеспечения кислородом	AM hardware – акустический монитор
СМ – служебный модуль	ARED – силовой тренажер АС МКС
СОА «Воздух» – система очистки атмосферы	CDRA – система регенерации кислорода и удаления углекислого газа
СОГС – система обеспечения газового состава	DPC – ежедневная конференция по планированию
СОЖ – система обеспечения жизнедеятельности	GMT – время Гринвичского меридиана
СОТР – система обеспечения теплового режима	ISS MORD – документ требований к медицинским операциям МКС
СРВ-К2М – система регенерации воды из конденсата атмосферной влаги	LSR – стойка с европейским оборудованием
ТГК – транспортный грузовой корабль	Node1 – соединительный модуль «Юнити»
ТПК – транспортный пилотируемый корабль	Node2 – соединительный модуль «Гармония»
УОВ «Поток 150МК» – устройство очистки воздуха	Node3 – соединительный модуль «Транквилити»
ФГБ – функционально-грузовой блок	JLP – японский логистический модуль
	SLM – режим измерений уровня звука
	US Lab – американский модуль «Дестини»

## ЛИТЕРАТУРА

- [1] Основные правила и ограничения. International Space Station Generic Groundrules, and Constraints, Part 2: Execute Planning, SSP 50261-02. – 2007. – 207 с.
- [2] Flight Rules B 14.2.2-12. ISS Generic Operational Flight Rules, Vol. B, ISS Generic, Section 14, Aeromedical, NSTS 12820. – 2003.
- [3] ГОСТ 25645.215-85. Безопасность радиационная экипажа космического аппарата в космическом полете. Нормы безопасности при продолжительности полетов до трех лет. – 1987. – 7 с.
- [4] ГОСТ Р 50804-95. Среда обитания космонавта в пилотируемом космическом аппарате. Общие медико-технические требования. – 1995. – 117 с.
- [5] SSP 50094. Объединенный документ NASA/ПКА по спецификациям и стандартам для РС МКС (метеороидная модель NASA). – 1997.
- [6] SSP 50260. International Space Station Medical Operations Requirements Documents (ISS MORD). – 2000.

## REFERENCES

- [1] Ground Rules and Constraints. International Space Station Generic Ground Rules, and Constraints, Part 2: Execute Planning, SSP 50261-02. – 2007. – 207 p.
- [2] Flight Rules B 14.2.2-12. ISS Generic Operational Flight Rules, Vol. B, ISS Generic, Section 14, Aeromedical, NSTS 12820. – 2003.
- [3] GOST 25645.215-85. Radiation Safety of Spacecraft Crew During Space Flight. Safety Standards for Flight Duration up to Three Years. – 1987. – 7 p.
- [4] GOST P 50804-95. The Habitat of a Cosmonaut in a Manned Space Vehicle. General Medical and Technical Requirements. – 1995. – 117 p.
- [5] SSP 50094. Joint NASA/RSA Document on Specifications and Standards for the ISS RS (Meteoroid Model NASA). – 1997.
- [6] SSP 50260. International Space Station Medical Operations Requirements Documents (ISS MORD). – 2000.