

УДК 61:629.78.007

МЕДИЦИНСКИЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТА ЭКИПАЖА МКС-66 (ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗ)

О.В. Котов, В.В. Богомолов, А.П. Гришин, В.И. Почуев,
О.А. Савенко, Е.Г. Хорошева, А.В. Сальников, Т.Г. Шушунова

Канд. мед. наук О.В. Котов; докт. мед. наук, профессор В.В. Богомолов;
канд. мед. наук В.И. Почуев; О.А. Савенко; Е.Г. Хорошева;
канд. мед. наук А.В. Сальников; 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 МКС-66. 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 Ensuring In-Flight Safety of the ISS Crew for Expedition 66 (Express Analysis)

**O.V. Kotov, V.V. Bogomolov, A.P. Grishin, V.I. Pochuev,
O.A. Savenko, E.G. Khorosheva, A.V. Salnikov, T.G. Shushunova**

The paper presents the results of medical support of the ISS-66 expedition crew. It gives a brief description of the medical support system and the outcome of the implementation of the program of monitoring cosmonauts' health status and the ISS RS environment while in flight, work-rest schedule, as well as the use of onboard preventive means for maintaining the crew members' performance and health.

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

Выполнение программы полета

Полет в составе экспедиций:

- экспедиция МКС-65 с 05–17.10.2021 в составе 10 человек (пять представителей Роскосмоса, из них два участника космического полета и пять представителей НАСА);
- экспедиция МКС-66 с 17.10.2021–30.03.2022 в составе 7 человек (два представителя Роскосмоса и пять представителей НАСА);
- экспедиция МКС-66 с 08–20.12.2021 в составе 10 человек (три представителя Роскосмоса, два участника космического полета и пять представителей НАСА).

Длительность полета российского члена экипажа (БИ-4/КЭ), прибывшего на корабле «Союз МС-19», составила 176 суток.

Длительность полета российского члена экипажа (БИ-5), прибывшего на корабле «Союз МС-18», составила 355 суток.

Этапы полета экспедиции

- 05.10.2021 – старт «Союза МС-19» – 08:55 GMT.
Стыковка к МИМ1 МКС – 12:22 GMT.
17.10.2021 – расстыковка «Союза МС-18» от МЛМ – 01:14 GMT.
Время посадки – 04:35 GMT
- 18.03.2022 – Выведение «Союза МС-21» – 15:55 GMT.
Стыковка к УМ – 19:12 GMT.
30.03.2022 – расстыковка «Союза МС-19» от МИМ1 – 07:21 GMT.
Время посадки – 11:28 GMT.

Внекорабельная деятельность (ВКД) в СК «Орлан-МКС»

19.01.2022 ВКД-51 – КЭ, БИ-5.
ОВЛ – 12:17 GMT, ЗВЛ – 19:28 GMT.
Продолжительность ВКД-51 – 7 ч 11 мин.

Организация режима труда и отдыха (РТО) экипажа

БИ-4/КЭ «Союза МС-19» старт, выведение, автономный полет и стыковку с МКС перенес хорошо, перегрузки на этапе выведения соответствовали ожидаемым, средства медицинских упаковок АБ и БД не использовал. После снятия скафандра использовал изделие «Браслет-М» в течение первых суток пребывания на станции.

Космонавт выполнил весь объем запланированных работ стартового дня и первого дня на станции, сонливости и усталости не отмечал. Для сна разместился в левой каюте СМ. Сон в эти сутки был полноценным, глубоким, без пробуждений, принес чувство достаточного отдыха.

В первую неделю пребывания на МКС работы выполнялись совместно с экипажем предыдущей экспедиции. В связи с запланированным интенсивным графиком работ на начальном этапе полета БИ-4/КЭ по одному часу времени для адаптации и ознакомления с МКС не планировалось.

Для обеспечения работ по расстыковке «Союза МС-18» (16–17.10.2021) РТО экипажа был изменен:

15.10.2021 подъем – 06:00 GMT, сон – 23:30 GMT.

16.10.2021 подъем – 13:00 GMT (рис. 1).

С 17–19.10.2021, после ухода предыдущего экипажа, космонавтам было предоставлено время для сна и отдыха с 05:00 GMT 17.10.2021 до 06:00 GMT 18.10.2021, общей продолжительностью 25 ч. В этот период БИ-4/КЭ и БИ-5 затратили по 4 ч (каждый) на уборку станции. Оставшееся время было использовано по назначению.

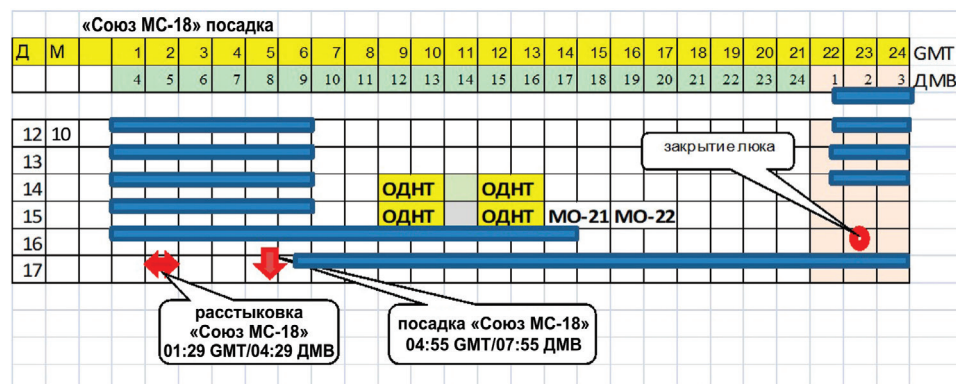


Рис. 1. РТО экипажей МКС на период расстыковки и посадки корабля «Союз МС-18»

В последующие два дня (18–19.10.2021) рабочая нагрузка у БИ-4/КЭ в среднем составила 5 ч 40 мин, у БИ-5 – 6 ч 45 мин. В этот период БИ-4/КЭ выделял по 1 ч в день для адаптации и ознакомления со станцией.

В связи с перестыковкой «Прогресса МС-17» планировалось следующее изменение распорядка сна:

- подъем 20.10.2021 в 10:30 GMT, отход ко сну 21.10.2021 в 02:00 GMT (сдвиг начала сна вправо на 4,5 ч);
- подъем 21.10.2021 в 10:30 GMT (продолжительность сна 8,5 ч);
- дневной сон/отдых 21.10.2021 с 18:00 до 22:00 GMT (продолжительность сна/отдыха 4 часа);
- отход ко сну 22.10.2021 в 10:00 GMT и далее – сон/отдых до 06:00 GMT следующих суток продолжительностью 20 ч.

Отстыковка «Прогресса МС-17» от МИМ2 состоялась 20.10.2021 в 23:47 GMT.

В связи с ночными работами по стыковке «Прогресса МС-17» с МЛМ, 22.10.2021 экипажу был предоставлен дополнительный день отдыха.

Стыковка «Прогресса МС-17» с МЛМ была выполнена 22.10.2021 в 04:21 GMT. Операции, связанные со стыковкой, проводились в ночное время. Суммарная продолжительность нормативной и сверхнормативной плановой работы у БИ-4/КЭ составила 9 ч 05 мин, а у БИ-5 – 10 ч 15 мин.

Ежесуточная плановая нагрузка в рабочие дни этой недели составила у БИ-4/КЭ в среднем 7 ч, у БИ-5 – 7 ч 39 мин; фактическая нагрузка 8 ч 15 мин и 8 ч 35 мин соответственно, что превышало нормативный лимит (6 ч 30 мин) на 1 ч 45 мин и на 2 ч 05 мин.

Дни отдыха планировались с 22–24.10.2021. Необходимо отметить, что дополнительно к плану, как в рабочие, так и выходные дни, БИ-4/КЭ и БИ-5 выполняли работы по программе Task List, на что в целом за неделю БИ-4/КЭ затратил 12 ч, а БИ-5 – 8 ч 20 мин. В субботу 23 октября и в воскресенье

24 октября 2021 года космонавты ежедневно расходовали на Task List – 4 ч БИ-4/КЭ, и 3 ч БИ-5. Таким образом, календарные выходные дни у обоих космонавтов были наполовину заняты работой.

29.10.2021 космонавтам были выделены 5 ч дополнительного сна/отдыха в период с 16:00 GMT до 21:00 GMT, в связи с предстоящим прибытием на станцию «Прогресса МС-18» в ночное время 30.10.2021. Стыковка «Прогресса МС-18» с агрегатным отсеком служебного модуля (АО СМ) была выполнена в штатном режиме 30.10.2021 в 01:31 GMT, открытие переходного люка (ОПЛ) – в 04:26 GMT.

Суммарное фактическое время выполнения работ, непосредственно связанных с подготовкой и осуществлением процедуры стыковки, у БИ-4/КЭ составило 11 ч 30 мин, а у БИ-5 – 9 ч.

25.11.2021 в 11:22 GMT «Прогресс МС-17» отстыковался от МЛМ с последующим сведением с орбиты и затоплением. Вместо него 26.11.2021 в 15:19 GMT к МЛМ пристыковался модифицированный транспортный грузовой корабль «Прогресс М» с узловым модулем УМ («Прогресс М-УМ»).

08.12.2021 в 07:38 GMT состоялся старт «Союза МС-20». Стыковка с МИМ2 была осуществлена по 4-витковой схеме в автоматическом режиме 08.12.2021 в 13:40 GMT. После ОПЛ 08.12.2021 в 16:22 GMT, участники экспедиции посещения перешли на станцию и приступили к выполнению служебных операций.

По окончании запланированных работ отход ко сну российских членов основного экипажа и японских участников экспедиции посещения состоялся 08.12.2021 в 22:30 GMT, подъем – 09.12.2021 в 07:00 GMT. Продолжительность сна составила 8,5 ч.

В сутки стыковки (08.12.2021) фактическое время работы у БИ-4/КЭ составило 8 ч 05 мин, у БИ-5 – 8 ч 20 мин.

19.12.2021 началась подготовка к завершению экспедиции посещения. БИ-4/КЭ и БИ-5 проводили текущие работы по подготовке экспедиции посещения к спуску. После завершения укладки грузов в «Союз МС-20», была проведена расконсервация корабля с закрытием переходного люка между «Союзом МС-20» и МИМ2 в 17:20 GMT.

Расстыковка состоялась 19.12.2021 в 23:50 GMT, посадка спускаемого аппарата состоялась 20.12.2021 в 03:13 GMT в заданном районе.

В связи с проведением расстыковки распорядок сна экипажа был изменен:

– 18.12.2021 подъем состоялся в штатное время в 06:00 GMT, отход ко сну – в 23:30 GMT;

– 19.12.2021 подъем состоялся в 11:30 GMT (продолжительность сна/отдыха составила 11 ч), отход ко сну произошел позже штатного срока на 6 ч 20.12.2021 в 03:30 GMT.

После ухода ЭП оставшимся на борту членам основного экипажа было предоставлено время для сна 20.12.2021 с 03:30 GMT до 12:00 GMT, продолжительностью 8 ч 30 мин. В этот день работы космонавтам не планиро-

вались. БИ-4/КЭ и БИ-5 затратили по 2 ч на приведение в порядок РС МКС после ухода ЭП-20.

19.01.2022 состоялось ВКД-51. ОВЛ – в 12:17 GMT, ЗВЛ – в 19:28 GMT. Плановая продолжительность ВКД составляла 6 ч 40 мин, фактически операция продолжалась 7 ч 11 мин. В ходе ВКД поставленные задачи были большей частью выполнены.

День проведения ВКД был напряженным: космонавты работали чуть больше 17,5 ч (7 ч 40 мин – до ВКД, 7 ч 11 мин – продолжительность ВКД и 2 ч 45 мин – после ВКД).

В связи с подготовкой и проведением ВКД плановый распорядок сна космонавтов предусматривал отклонения от штатного расписания:

- в сутки, предшествующие ВКД (18.01.2022), отход ко сну был запланирован на 17:30 GMT;

- в сутки ВКД (19.01.2022) пробуждение экипажа в 02:00 GMT (плановая продолжительность сна составила 8,5 ч), а отход ко сну состоялся в 22:30 GMT;

- на следующее утро (20.01.2022) космонавты встали в 7:30 GMT (длительность сна составила 9 ч), а вечером вернулись к штатному расписанию с отходом ко сну в 21:30 GMT.

Автоматическая система терморегулирования СК О-МКС № 4, в котором работал БИ-5, была включена в 15:40 и работала успешно до завершения выхода. В СК О-МКС № 5, в котором работал БИ-4/КЭ, автоматическая система терморегулирования не включалась из-за нештатной работы датчика CO₂. По этой же причине у БИ-4/КЭ не рассчитывался уровень энергозатрат.

По данным радиопереговоров, во время ВКД самочувствие обоих членов экипажа оставалось хорошим.

Днем 20.01.2022 экипажу была запланирована половина рабочего дня/половина дня отдыха. В этот день плановое время работы у БИ-4/КЭ составило 4 ч 50 мин, а у БИ-5 – 5 ч 55 мин; таким образом, объем сверхнормативного планирования составил соответственно 1 ч 35 мин и 2 ч 40 мин.

В дополнение к плану БИ-4/КЭ затратил 2 ч по программе Task List, а БИ-5 – 45 минут на заключительные мероприятия с инструментами и оборудованием после завершения ВКД. Таким образом, 20.01.2022 на выполнение плановых и внеплановых работ БИ-4/КЭ затратил 6 ч 50 мин, а БИ-5 – 6 ч 40 мин.

17.02.2022 состоялась стыковка «Прогресса МС-19» с МКС. В связи с этим наблюдались отклонения от штатного распорядка сна/бодрствования:

- 16.02.2022 после подъема в обычное время члены экипажа приступили к работам по подготовке к стыковке. Продолжительность выполнения подготовительных работ у БИ-4/КЭ составила 4 ч 25 мин, у БИ-5 – 5 ч 15 мин.

- 16.02.2022 с 18:30 GMT космонавтам было предоставлено время для отдыха и сна продолжительностью 8,5 ч. Таким образом, момент отхода ко сну опережал штатный график на 3 ч.

– 17.02.2022 космонавты встали в 3:20 GMT и продолжили работы по подготовке к стыковке. Работы выполнялись в ночные и ранние утренние часы.

Стыковка «Прогресса МС-19» с МИМ2 состоялась в автоматическом режиме 17.02.2022 в 07:03 GMT. Открытие переходного люка между «Прогрессом МС-19» и стыковочным узлом МИМ2 было выполнено 17.02.2022 в 11:09 GMT. В этот день космонавты продолжали работать до 18:30 GMT. Начиная с 18:30 GMT 17.02.2022 до 06:00 GMT 18.02.2022, экипажу было предоставлено время для сна/отдыха общей продолжительностью 11,5 ч.

18.02.2022 экипаж перешел к штатному распорядку сна/бодрствования с отходом ко сну в 21:30 GMT и подъемом на утро 19.02.2022 в 6:00 GMT.

17.02.2022 рабочий период у БИ-4/КЭ продолжался 9 ч 15 мин (на 2 ч 45 мин больше нормативного лимита), у БИ-5 – 8 ч 35 мин (на 2 ч 05 мин больше нормативного лимита).

В связи с этим дни отдыха планировались 19-го и 20 февраля 2022 г. Сверхнормативные работы образовались за счет разгрузки прибывшего «Прогресса МС-19» и программы Task List.

Согласно требованиям «Основных правил и ограничений» у БИ-4/КЭ и БИ-5 рабочая зона, начиная с 16.03.2022, была сокращена на один час, для подготовки к возвращению на Землю.

18.03.2022 состоялось прибытие на станцию экипажа «Союза МС-21» в составе трех россиян. С этого момента численность российских членов экипажа увеличилась до пяти человек.

В связи с подготовкой к прибытию новых членов экипажа у БИ-4/КЭ и БИ-5 отмечалось следующее изменение РТО:

– 17.03.2022 отход ко сну состоялся в 20:30 GMT;

– 18.03.2022 подъем – в 05:00 GMT (продолжительность сна составила 8,5 ч). После выполнения ряда работ по подготовке к стыковке ТПК с МКС космонавтам было предоставлено время для дневного сна/отдыха с 11:30 GMT до 15:30 GMT (продолжительностью 4 ч).

После выполнения всех плановых заданий космонавты легли спать в 06:00 GMT 19.03.2022. Сон/отдых продолжался 9 ч. Подъем 19.03.2022 состоялся в 15:00 GMT. После этого члены экипажа продолжили запланированную работу, на что каждый затратил в среднем не более 1,5 ч.

В ночь с 18–19.03.2022 суммарная продолжительность работ у БИ-4/КЭ составила 6 ч 15 мин, у БИ-5 – 7 ч 50 мин.

Вечером 19.03.2022 экипаж перешел к штатному распорядку сна.

На заключительной неделе МКС-66 для БИ-4/КЭ и БИ-5 дни отдыха не планировались – все семь дней были рабочими.

Согласно требованиям «Основных правил и ограничений» у БИ-4/КЭ и БИ-5 рабочая зона на этой неделе должна была быть сокращена на 1 ч. Это время планировалось на подготовку к возвращению на Землю (рис. 2).

29.03.2022 подъем экипажа произошел в штатное время (в 6:00 GMT).

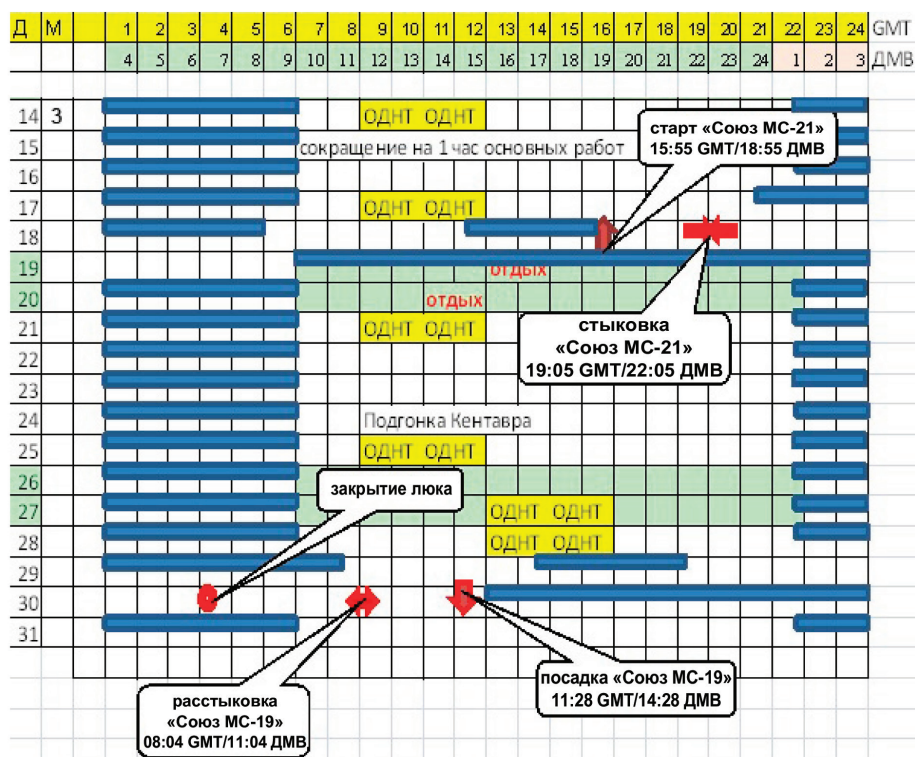


Рис. 2. РТО экипажей МКС на период старта и стыковки корабля «Союз МС-21» и посадки корабля «Союз МС-19»

В течение всего дня БИ-4/КЭ занимался укладкой возвращаемого оборудования в «Союз МС-19». Остальные космонавты выполняли текущие работы. В период с 15:00 GMT до 20:00 GMT космонавтам было предоставлено время для сна/отдыха продолжительностью 5 ч.

После завершения укладки грузов в «Союз МС-19» БИ-4/КЭ и БИ-5, перешли в спускаемый аппарат «Союз МС-19». Расстыковка состоялась 30.03.2022 в 07:21 GMT.

РТО в сутки расстыковки был напряженный, космонавты работали в ночное время. Общая продолжительность работы у БИ-4/КЭ составила 11 ч 25 мин (8 ч 25 мин на МКС и 3 ч в ТПК), у БИ-5 – 6 ч 35 мин.

Посадка «Союза МС-19» состоялась в 11:28 GMT в заданном районе.

Медицинский контроль

Медицинское обеспечение осуществлялось в соответствии с требованиями по медицинским операциям на Международной космической станции (International Space Station Medical Operations Requirements Documents – ISS MORD). 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 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-19» – 05.10.2021;
- выведения и стыковки с МКС «Союза МС-20» – 08.12.2021;
- расстыковки с МКС и спуска «Союза МС-18» – 16.10.2021/17.10.2021;
- расстыковки с МКС и спуска «Союза МС-20» – 19.12.2021/20.12.2021;
- выведения и стыковки с МКС «Союза МС-21» – 18.03.2022;
- расстыковки с МКС и спуска «Союза МС-19» – 30.03.2022;
- проверка через СК – 11.01.2022;
- тренировки в СК – 14.01.2022;
- подготовки и проведения ВКД-51 – 19.01.2022;
- ОДНТ-тренировок: 11, 14, 17, 21, 23, 25, 27 и 28.03.2022.

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 723–770 мм рт. ст.

07.03.2022 БИ-4/КЭ обратил внимание на сухой воздух в СМ. Для оптимизации влажностного режима в РС периодически отключались СКВ.

Повышение температуры воздуха в основном отмечалось в периоды «солнечной» орбиты станции. Для снижения температуры воздуха в СМ СОТР переводилась в максимальный режим работы.

При жалобах экипажа на температурный дискомфорт проводилась перенастройка СОТР.

Функционировали постоянно действующие системы российского сегмента: БМП, СРВ-К2М, СКВ1 и 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 СТР

Периодически происходило отключение СКВ1 и СКВ2 (по причине «температура хладагента ниже нормы» и «из-за переполнения мембранной емкости БРПК») (29.11.2021). Проводились переключение и перезапуск СКВ1, СКВ2 и РВР, после чего системы включались в работу.

После проведенных плановых работ по замене комплекта АСУ СМ, выполненных 05.11.2021, запустить систему в рабочее состояние не удалось. Экипажу рекомендовалось пользоваться АСУ МЛМ.

09.11.2021 проведено тестирование АСУ СМ. По результатам проверки система была неработоспособна. В результате чего была запланирована работа по замене электрического кабеля.

24.11.2021 проведены РВР АСУ в СМ. АСУ СМ и АСУ МЛМ приведены в рабочее состояние.

17.12.2021 в 09:47 GMT произошло самопроизвольное отключение СКВ2 по причине «температура хладагента ниже нормы». Проведена запланированная дозаправка СКВ2 хладагентом из баллонов, после чего система была включена в работу.

19.12.2021 БИ-4/КЭ доложил о неисправности АСУ МЛМ. Работа по анализу неисправности была запланирована на 23.12.2021.

22.12.2021 при попытке включения СКВ2 произошло ее нештатное автоматическое отключение по причине «давление масла компрессорной установки ниже нормы».

24.12.2021 после замены компрессорной установки включилась СКВ1.

28.12.2021 включение и отключение УОВ «Поток 150МК» в МЛМ в автоматическом режиме по заданному времени прошло штатно, однако экипаж сообщил, что дисплей установки отображает некорректные данные.

28.01.2022 после проведенных РВР восстановлена работоспособность АСУ МЛМ.

20.02.2022 в 13:26 GMT сработала аварийная сигнализация «Пожар в Columbus». По докладу экипажа запаха гари, дыма и других признаков возгорания не обнаружено, проведен анализ воздуха газоанализатором CSA-CP – показания нулевые. Срабатывание сигнализации расценено как ложное.

Радиационная обстановка на МКС

За время полета РО внутри станции в основном оставалась спокойной. Накопленная поглощенная доза за полет у БИ-4/КЭ составила 6714 мрад, у БИ-5 – 12 506 мрад, что не превышает допустимые значения доз, определенных согласно Flight Rules В 14.2.2-12 и ГОСТ 25645.215-85.

06.10.2021 БИ-4/КЭ достал индивидуальный дозиметр ИД-3МКС из контейнера № 1 БО «Союз МС-19», носил с собой.

22.03.2022 БИ-4/КЭ и БИ-5 сделано напоминание об укладке ИД-3МКС в скафандры для возвращения.

Ежемесячно проводился дозиметрический контроль радиационной обстановки в РС МКС с использованием аппаратуры дозиметра «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 МЛМ и в МЛМ были комфортные, уровень шума субъективно казался меньше, чем в СМ. Ежедневно 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.

14.11.2021 на витке 3189/14 в 15:30 GMT в канале ШСС экипаж доложил, что примерно в 12:30 GMT появился запах в районе центрального поста. БИ-5 сделал замер с помощью прибора СССР и доложил что, все показатели по нулям, а по СО уходит в отрицательные. Произведен осмотр СКВ, источника запаха не нашли. По рекомендации специалиста СОЖ на 2 ч был включен АФОТ-2М с противопожарным фильтром. Позднее, при осмотре за панелью № 226, обнаружили, что ПТАБ верхний слева очень горячий на ощупь, ощущался запах. По рекомендации специалиста СЭП ПТАБ отключили. На витке 3193/3 в 17:20 GMT в канале ШСС БИ-5 доложил, что все хорошо, запах ослаб.

26.11.2021 при контроле качества воздуха в УМ при первом входе пробоотборником ИПД содержание СО-1 ppm (1,15 мг/м³), что ниже ПДК. В докладе экипажа сообщается, что индикаторный слой немного потемнел на уровне половины одного деления. В модуле на 1,5 ч был включен фильтр А2. Отобраны пробы воздуха пробоотборниками АК-1М до включения и после отключения А2.

Исследование акустической обстановки

Определение индивидуальной акустической нагрузки проводилось за дневной и ночной период времени с использованием акустического монитора в режиме акустической дозиметрии.

Места сна российских членов экипажа на момент проведения исследований:

- БИ-4/КЭ – левая каюта СМ;
- БИ-5 – правая каюта СМ.

Анализ полученных данных показал, что у российских членов экипажа на 15/16 и 194/195 сутки полета шумовая нагрузка превышала предельно-допустимый уровень (ПДУ) за дневной период на 6,6–7,2 дБА, а за ночной период на 12,6–13,2 дБА.

Сравнение с предыдущими замерами от 16–17.09.2021 показало отсутствие динамики шумовой нагрузки за дневной период и повышение шумовой нагрузки за ночной период у БИ-5 на 13,0 дБА.

07.12.2021 проводилось исследование акустической обстановки в модулях US Lab, Airlock AC и CM PC МКС с использованием акустического монитора в режиме измерений уровней шума (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 и SSP 50094.

Результаты анализа полученных данных показали, что на рабочих местах в CM уровни звука превышали допустимые значения на 2,1–5,3 дБА, с максимальным значением в районе СОА «Воздух».

По сравнению с предыдущими замерами от 13.05.2021 уровни звука на рабочих местах CM повысились на 1,8–4,1 дБА, максимально в районе ПХО и СОА «Воздух».

В каютах CM PC МКС уровни звука не превышали допустимые значения.

По сравнению с предыдущими замерами от 13.05.2021 отмечено повышение уровня звука в правой каюте на 2,0 дБА, а в левой каюте – практически без изменений.

На рабочих местах в Lab AC МКС (отсеки 5–7) уровни звука превышали допустимые значения на 1,0–4,1 дБА, максимально в КТ8 (район расположения блоков РРА и ССАА, 6-й отсек).

По сравнению с предыдущими замерами от 28.07.2021 уровни звука в Lab AC повысились на 1,4–1,8 дБА, максимально в КТ8 (район расположения РРА и ССАА, 6-й отсек).

В Airlock AC МКС уровни звука не превышали допустимые значения.

Определение индивидуальной акустической нагрузки за дневной и ночной период времени проводилось с 29–30.12.2021 с использованием акустического монитора (AM hardware) в режиме акустической дозиметрии.

Места сна российских членов экипажа на момент проведения исследований:

- БИ-4/КЭ – левая каюта CM;
- БИ-5 – каюта МЛМ (перешел из правой каюты CM 19.10.2021).

Анализ полученных данных показал, что у российских членов экипажа на 86/265–87/266 сутки полета КЭ/БИ-5 шумовая нагрузка превышала предельно-допустимый уровень за дневной период на 7,7–13,3 дБА, а за ночной период – на 12,6–14,2 дБА.

Сравнение с предыдущими замерами от 19–20.10.2021 показало повышение шумовой нагрузки за дневной период на 1,1–6,1 дБА, максимально

(на 6,1 дБА) у БИ-5. Кроме того, продолжалось повышение шумовой нагрузки за ночной период у БИ-4/КЭ на 1,0 дБА при отсутствии динамики у БИ-5.

Статические измерения эквивалентных уровней звука за дневной и ночной периоды проводились в центре МИМ2 по продольной оси и в Node3 в UWMS (новый туалет).

Анализ полученных данных показал, что в центре МИМ2 эквивалентные уровни звука за дневной и ночной периоды превышали допустимые значения на 3,4 дБА и 12,0 дБА соответственно.

Сравнение с предыдущими замерами от 28–30.04.2020 показало отсутствие динамики эквивалентного уровня звука, как за дневной, так и за ночной период. В Node3 в UWMS (новый туалет) эквивалентные уровни звука за дневной период превышали допустимые значения на 5,3 дБА, а за ночной период соответствовали допустимым значениям.

Исследование акустической обстановки проводилось 02.02.2022 в модулях ФГБ, JLP AC и МИМ1, МИМ2 РС МКС с использованием акустического монитора в режиме измерений уровней шума (SLM).

Результаты анализа полученных данных показали, что на рабочих местах в МИМ1 РС МКС уровни звука превышали допустимые значения на 2,1–5,7 дБА, с максимальным значением в КТ5 (район перехода из 3-го в 4-й отсек).

По сравнению с предыдущими замерами от 12.02.2020 уровни звука на рабочих местах в МИМ1 повысились на 1,4–3,6 дБА, максимально в КТ1 (в районе переходного люка в ФГБ) и понизились на 2,1 дБА в КТ5 (район перехода из 3-го в 4-й отсек).

На рабочих местах в МИМ2 РС МКС уровни звука превышали допустимые значения на 1,7–2,7 дБА, с максимальным значением в КТ3 (в центре верхнего отсека).

По сравнению с предыдущими замерами от 09.04.2020 уровни звука на рабочих местах в МИМ2 понизились на 1,8–3,2 дБА, максимально в КТ3 (в центре верхнего отсека).

На рабочих местах в ФГБ AC МКС уровни звука превышали допустимые значения на 2,6–5,9 дБА, максимально в КТ9.

По сравнению с предыдущими замерами от 14.07.2020 уровни звука в ФГБ AC повысились на 1,3–2,2 дБА, максимально в КТ6.

По сравнению с предыдущими замерами от 09.04.2020 отмечено повышение уровней звука на 1,2–3,9 дБА, максимально в КТ3 (в центре перехода в камеру со стойкой, микрофон направлен в сторону верхней части модуля).

Контроль микрокосферы среды обитания

15.10.2021 проведены микробиологические отборы проб газовой среды в 16 зонах и отбор проб микрофлоры с внутренних поверхностей интерьера и оборудования в 24 зонах, с последующей укладкой в спускаемый аппарат и возвратом на Землю «Союза МС-18». По результатам установлено, что на

190-е сутки работы экипажа МКС-65 содержание бактерий и фрагментов плесневых грибов на поверхностях интерьера и оборудования не превышало нормативный показатель, регламентируемый SSP 50260 MORD, за исключением одной поверхности: МЛМ, вентиляционная решетка в районе панели № 403 ($1,9 \times 10^4$ КОЕ на 100 см^2), где было зарегистрировано превышение нормативного показателя.

Бактерии были обнаружены на шести из 24 исследованных поверхностях интерьера и оборудования, и их содержание колебалось в пределах – от $5,0 \times 10^1$ до $1,9 \times 10^4$ колониеобразующих единиц (КОЕ) на 100 см^2 , что не превышало нормативный показатель, регламентируемый SSP 50260 MORD, равный $1,0 \times 10^4$ КОЕ на 100 см^2 , за исключением одной поверхности: МЛМ, вентиляционная решетка в районе панели № 403 ($1,9 \times 10^4$ КОЕ на 100 см^2).

Жизнеспособные фрагменты плесневых грибов были обнаружены на двух из 24 исследованных поверхностях интерьера и оборудования, и их содержание колебалось в пределах – от $2,5 \times 10^1$ до $1,0 \times 10^2$ КОЕ на 100 см^2 , что не превышало нормативный показатель, регламентируемый SSP 50260 MORD, равный $1,0 \times 10^2$ КОЕ на 100 см^2 , за исключением одной поверхности: МЛМ, вентиляционная решетка в районе панели № 403 ($1,0 \times 10^2$ КОЕ на 100 см^2).

В связи с вышеизложенным, была рекомендована обработка поверхностей одной зоны с помощью комплекта «Фунгистат»: МЛМ, вентиляционная решетка в районе панели № 403.

Питание и водопотребление

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

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

20.01.2021 во время ВКД БИ-4/КЭ воду не использовал по причине пролива воды из-за дефекта шва водяного бачка. БИ-5 воду пил.

Использование средств профилактики

БИ-4/КЭ планировалось по одной ознакомительной тренировке на ВБ-3М (08.10.2021) и БД-2 (09.10.2021), обзор ФУ и инструктаж по тренажеру ARED (09.10.2021).

С 10.10.2021 БИ-4/КЭ и БИ-5 физические тренировки планировались по российской программе, общей продолжительностью 2,5 ч (преимущественно блоком) на БД-2 и ВБ-3М/ARED с чередованием, за исключением периодов проведения МБИ-32 «Профилактика», когда планирование ФТ осуществлялось в соответствии с требованиями эксперимента.

По ежедневным докладам экипажа и данным объективного контроля ФТ выполнялись в полном объеме. По данным частных медицинских кон-

ференций российского врача экипажа на протяжении всего полета: БИ-4/КЭ и БИ-5 физические тренировки выполняли согласно форме 24 и рекомендаций специалистов ИМБП.

Информация по работе тренажеров

16.12.2021 проведена замена главного двигателя БД-2; заменен также задний торсион БД-2 (старый был сломан). Вместо нового шкива установили старый (с более подходящим диаметром). 16 и 17.12.2021 БИ-4/КЭ и БИ-5 рекомендовано заниматься на БД-2 по индивидуальным протоколам (без пассивного режима).

17.12.2021 во время занятий БИ-5 на БД-2, выкрутился один из винтов, которыми крепится цилиндр виброизоляции к круглым накладкам блока полотна.

18.12.2021 проведены РВР БД-2, работоспособность тренажера восстановлена.

21.12.2021 после занятий на БД-2 БИ-5 отметил в OPTIMIS Viewer, что дорожка стала работать в активном режиме хуже. При установочной скорости до 9 км/ч скорость плавает в диапазоне плюс-минус 1 км/ч. На 10 км/ч плавает от 6–10 км/ч. На 14 км/ч плавает в диапазоне 4–15 км/ч. Причем, чем выше установочная скорость, тем резче скачки. Выше 9 км/ч постоянная скорость в принципе отсутствует, идут постоянные изменения. Это наблюдается только под нагрузкой, если уйти с полотна, то скорости стабильны. В пассивном режиме полотно стало двигаться тяжелее и что приходится сильнее наклоняться вперед при тех же скоростях.

15.02.2022 БИ-5 сообщил, что во время бега на БД-2 при переходе с пассивного режима в активный дорожка останавливалась два раза (на 12-й и 22-й минутах тренировки по протоколу второго дня). Для включения тренажера приходилось нажимать на кнопку изменения скорости на пульте. Такое повторилось дважды за одну сессию.

Выводы

Обеспечение безопасности космического полета на борту МКС определяется качеством организации медицинского обеспечения космического полета, проведением санитарно-гигиенических и лечебно-профилактических мероприятий. Изучение и оценка потенциальных рисков, мониторинг среды обитания космонавтов позволили нивелировать неблагоприятные факторы космического полета и снизить их влияние на организм космонавтов.

Медицинские и санитарно-гигиенические средства, система обеспечения питанием, лечебно-профилактические мероприятия в целом обеспечили нормальную жизнедеятельность и работоспособность космонавтов на протяжении всего полета.

Результаты медицинского контроля свидетельствовали об адекватных физиологических реакциях и достаточных функциональных резервах организма как в ходе полета, так и на завершающем его этапе.

ГМО ГОГУ проводила комплексную оценку состояния здоровья и работоспособности космонавтов, а также основных параметров среды обитания, контролировала соблюдение РТО и использование средств профилактики, участвовала в формировании решений по медицинскому обеспечению и выдаче медицинских заключений о степени годности членов экипажа к выполнению запланированных элементов программы полета.

Программа медицинского контроля, медицинских операций и научных медико-биологических исследований выполнена в полном объеме. Психологический климат в экипаже на протяжении всего полета был позитивным. В целом полет выполнен без медицинских проблем, влияющих на безопасность космического полета. Замечания и предложения экипажа приняты к реализации. Уровень предполетной подготовки экипажа был достаточным и адекватным задачам полета.

Успешному завершению полета способствовали коллегиальные взаимоотношения участников полета, продуктивный деловой контакт со специалистами и операторами наземных служб и высокая ответственность космонавта и его партнеров за выполнение профессиональных задач.

ПЕРЕЧЕНЬ СОКРАЩЕНИЙ

АС – американский сегмент	МИМ2 – малый исследовательский модуль 2
АСУ – ассенизационно-санитарное устройство	МКС – Международная космическая станция
БД-2 – бегущая дорожка РС МКС	МЛМ – многоцелевой лабораторный модуль
БИ – бортовой инженер	МО – медицинская операция
БМП – блок удаления микропримесей	НАСА – космическое агентство США
БО – бытовой отсек	ОВЛ – открытие выходного люка
БРПК – блок разделения и перекачки конденсата	ОДНТ – отрицательное давление на нижнюю часть тела
ВБ-3М – велоэргометр бортовой	ОПЛ – открытие переходного люка
ВКД – внекорабельная деятельность	ПДК – предельно допустимая концентрация
ГМО – группа медицинского обеспечения	ПДУ – предельно допустимый уровень
ГОГУ – Главная оперативная группа управления	ПхО – переходный отсек
ЗВЛ – закрытие выходного люка	РВР – ремонтно-восстановительные работы
ИД-3МКС – индивидуальный дозиметр	РО – радиационная обстановка
ИМБП – Институт медико-биологических проблем	РРЖ – регулятор расхода жидкости
ИПД – индикаторный пробоотборник Дрейгера	РС МКС – российский сегмент МКС
КОЕ – колониобразующая единица	РТО – режим труда и отдыха
КОХ – контур охлаждения	СА – спускаемый аппарат
КЭ – командир экипажа	СК – скафандр
МБИ – медико-биологические исследования	СК О-МКС – скафандр «Орлан-МКС»
МИМ1 – малый исследовательский модуль 1	СКВ – система кондиционирования воздуха
	СКО «Электрон-ВМ» – система кислородного обеспечения
	СМ – служебный модуль
	СОА «Воздух» – система очистки атмосферы

СОГС – система обеспечения газового состава	ЦПК – Центр подготовки космонавтов
СОЖ – система обеспечения жизнедеятельности	ШСС – широкополосная система связи
СОТР – система обеспечения теплового режима	ЭП – экспедиция посещения
СТР – система терморегулирования	ARED – силовой тренажер АС МКС
СРВ-К2М – система регенерации воды из конденсата атмосферной влаги	CSA-CP – американский анализатор состава атмосферы
ТГК – транспортный грузовой корабль	GMT – время Гринвичского меридиана
ТПК – транспортный пилотируемый корабль	ISS MORD – документ требований к медицинским операциям на МКС
УМ – узловой модуль	PMC – приватная медицинская конференция
УОВ «Поток 150МК» – устройство очистки воздуха	Task List – перечень работ, подготовленный группой планирования. Содержит задачи, которые могут быть выполнены на усмотрение экипажа во время рабочего дня или в личное время вне рабочих часов экипажа
ФГБ – функционально-грузовой блок	
ФТ – физические тренировки	
ФУ – физические упражнения	