

МЕДИЦИНСКИЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТА ЭКИПАЖА МКС-62/63 (ЭКСПРЕСС-АНАЛИЗ)

В.В. Богомолов, В.И. Почуев, И.В. Алферова,
Е.Г. Хорошева, В.В. Криволапов

Докт. мед. наук, профессор В.В. Богомолов (ГНЦ РФ–ИМБП РАН)
Канд. мед. наук В.И. Почуев (ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина»)
Канд. мед. наук И.В. Алферова; ст.н.с. Е.Г. Хорошева;
ст.н.с. В.В. Криволапов (ГНЦ РФ–ИМБП РАН)

В статье представлены результаты медицинского обеспечения полета экипажа МКС-63. Дается краткая характеристика системы медицинского обеспечения – приводятся основные итоги выполнения программы контроля состояния здоровья космонавтов и среды обитания РС МКС во время полета, 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.

Aspects of Medical Support for Expedition 62/63 (Express Analysis). V.V. Bogomolov, V.I. Pochuev, I.V. Alferova, E.G. Khorosheva, V.V. Krivolapov

The paper presents the results of medical support for Expedition 63 crew members. It gives a brief description of the medical support system, summarizes the monitoring data of cosmonauts' health status and the ISS RS environment during the flight, as well as the application of preventive measures to maintain the performance and health of cosmonauts in flight.

Keywords: medical support, medical monitoring, preventive measures, living space, work-rest regime.

Выполнение программы полета

Полет в составе экспедиций:

- экспедиция МКС-62 – с 09.04.20 г. по 16.04.20 г. в составе 6 человек (три представителя «Роскосмоса» и три представителя NASA);
- экспедиция МКС-63 – с 17.04.20 г. по 30.05.20 г. в составе 3 человек (два представителя «Роскосмоса» и один представитель NASA);
- с 31.05.20 г. по 01.08.20 г. в составе 5 человек (с экипажем SpX Demo-2, два представителя NASA);
- с 02.08.20 г. по 13.10.20 г. в составе трех человек (два представителя «Роскосмоса» и один представитель NASA);

– с 14.10.20 г. по 21.10.20 г. в составе 6 человек (четыре представителя «Роскосмоса» и два представителя NASA).

Длительность полета двух российских и одного американского членов экипажа, прибывших на корабле «Союз МС-16», составила 196 суток.

Этапы полета экспедиции

09.04.20 г. – выведение «Союз МС-16» ТПК № 745 – 11:05 ДМВ/08:05 GMT.

Стыковка к МИМ2 – 14:13 GMT/17:13 ДМВ.

21/22.10.20 г. – расстыковка «Союз МС-16» ТПК № 745 от МИМ2 – 23:32 GMT/02:32 ДМВ.

Время посадки – ~05:54:12 ДМВ/02:54:12 GMT (22.10.20 г.).

Основные динамические операции

17.04.20 г. – расстыковка ТПК № 744 от АО СМ – 01:53 GMT/04:53 ДМВ.

25.04.20 г. – выведение ТГК № 448 – 04:51:41 ДМВ/01:51:41 GMT.

25.04.20 г. – стыковка ТГК № 448 к АО СМ – 05:11:56 GMT/08:11:56 ДМВ.

11.05.20 г. – расстыковка корабля NG-13 (Cygnus) – 16:10 GMT.

20.05.20 г. – старт корабля НТВ-9 – 17:31 GMT/20:31 ДМВ.

25.05.20 г. – стыковка корабля НТВ-9 к АС МКС – 15:25 GMT/18:25 ДМВ.

30.05.20 г. – выведение корабля SpX Demo-2 (Dragon-2) – 19:22:45 GMT.

31.05.20 г. – стыковка корабля SpX Demo-2 к АС – 17:16:30 GMT.

08.07.20 г. – расстыковка ТГК № 443 от СО1 – 18:23:30 GMT/21:23:30 ДМВ

23.07.20 г. – старт ТГК «Прогресс МС-15» № 444 – 17:26 ДМВ/14:26 GMT.

Стыковка ТГК «Прогресс МС-15» № 444 к СО1 – 17:45 GMT/20:45 ДМВ.

01.08.20 г. – расстыковка корабля SpX Demo-2 – 23:35 GMT/02:35 ДМВ.

02.08.20 г. – приводнение корабля SpX Demo-2 – 18:48 GMT/21:48 ДМВ.

18.08.20 г. – расстыковка НТВ-9 от МКС.

03.10.20 г. – старт корабля «Cygnus» NG-14 – 01:16 GMT.

05.10.20 г. – стыковка корабля NG-14 и установка к надирному порту Node1 в 11:59 GMT.

14.10.20 г. – старт ТПК № 747 – 08:45 ДМВ/05:45 GMT.

Стыковка ТПК № 747 к МИМ1 – 08:49 GMT/11:49 ДМВ.

Внекорабельная деятельность (ВКД):

ВКД в СК «Орлан-МК» не планировалась.

ВКД в ЕМУ:

26.06.20 г. ВКД-65 АС – КЭ, БИ-11 МКС-63. Продолжительность – 6 ч 07 мин.

01.07.20 г. ВКД-66 АС – КЭ, БИ-11. Продолжительность – 5 ч 59 мин.

16.07.20 г. ВКД-67 АС – КЭ, БИ-11. Продолжительность – 5 ч 59 мин.

21.07.20 г. ВКД-68 АС – КЭ, БИ-11. Продолжительность – 5 ч 29 мин.

Выполнение программы полета и организация режима труда и отдыха (РТО) экипажа

Старт ТПК «Союз МС-16» № 745 состоялся 09.04.2020 г. в 11:05 ДМВ. Сближение с МКС проведено по 4-витковой схеме, стыковка к МИМ2 в автоматическом режиме состоялась в 14:13 GMT/17:13 ДМВ.

БИ-1 разместился в левой каюте СМ, БИ-2 – в каюте на АС. После напряженного РТО (бодрствование в день старта около 24 часов) у обоих накопилась усталость, сон в эти сутки был полноценным, принес чувство достаточного отдыха.

В первую неделю пребывания на МКС космонавты работали вместе с экипажем предыдущей экспедиции без выходных дней. Для БИ-1 и БИ-2 по 1 часу ежедневно выделялось время на адаптацию и ознакомление со станцией. Дополнительно к плановым заданиям оба выполняли эксперименты по программе Task List, на что затрачивали в среднем от 30 до 90 минут ежедневно. 15.04.20 г. состоялась передача смены по РС МКС от КЭ МКС-62 к БИ-1 МКС-63.

Для обеспечения работ по расстыковке ТПК «Союз МС-15» РТО экипажа был изменен (рис. 1).

После расстыковки ТПК «Союз МС-15» РТО экипажа МКС стал спокойным и размеренным, БИ-2 переместился для проживания с АС в правую каюту СМ. Первые выходные дни провели по своему усмотрению, выполнили большой объем работ по уборке на станции, отдыхали.

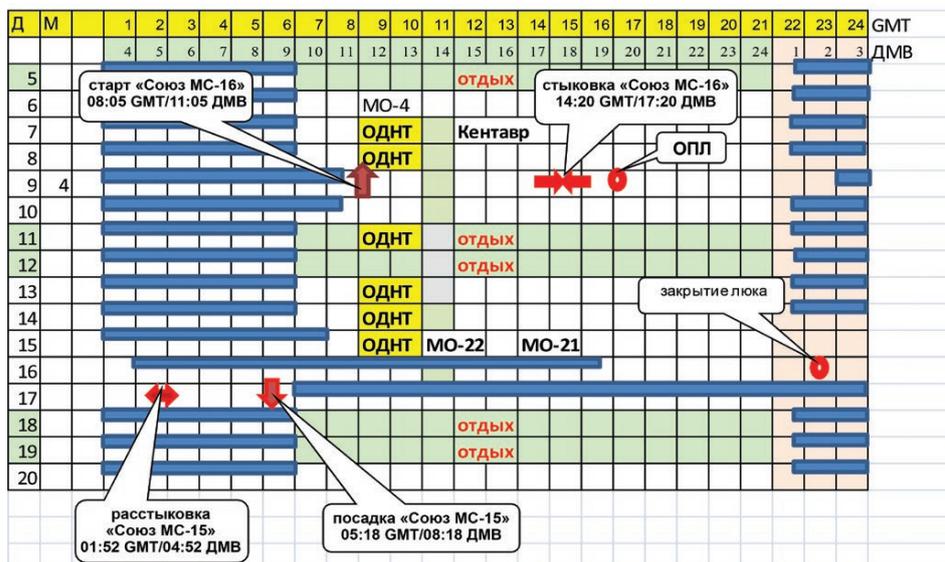


Рис. 1. РТО экипажей МКС на период старта и стыковки корабля «Союз МС-16» и расстыковки корабля «Союз МС-15»

Изменения РТО в связи со стартом и стыковкой ТПК «Прогресс МС-14» перенесли хорошо.

Планировавшийся экипажу РТО оценивается как штатный – еженедельно планировалось 5 рабочих и 2 дня отдыха. Соблюдалась штатная последовательность основных элементов бытовой зоны. В среднем время выполнения основных работ в суточном плане в рабочие дни у БИ-1 и БИ-2 не превышало 6 ч 30 мин. На сон планировалось по 8,5 часа в штатное время. Фактически при реализации детальных планов программы полета отмечалось увеличение рабочего времени как в будни, так и в дни отдыха, за счет выполнения БИ-1 и БИ-2 дополнительных внеплановых работ и увеличения времени при выполнении отдельных плановых работ. Дополнительно к этому рабочая нагрузка периодически превышала штатные нормативы из-за выполнения работ и экспериментов по программе Task List, на что ежедневно как в будни, так и в дни отдыха затрачивалось от 30 минут до 2 часов.

Напряженность РТО в отдельные периоды полета была связана с проведением погрузочно-разгрузочных работ с грузовыми и пилотируемыми кораблями, с выполнением заданий по программе Task List и дополнительных работ по указанию Земли. Большой объем дополнительных работ, выполненных в полете (мероприятия в целях определения источника бензола в атмосфере МКС, поиском места утечки атмосферы МКС) во многом обеспечивался ограничением свободного времени как в рабочие дни, так и в дни отдыха.

На заключительном этапе полета с 08.10.20 г. для БИ-1 и БИ-2 в суточном рабочем плане выделялся 1 час времени на подготовку к возвращению на Землю.

Предоставленные 10 и 11.10.20 г. выходные дни БИ-1 и БИ-2 использовали на поиск места утечки атмосферы, на подготовку возвращаемых грузов, РВР АСУ, работы по программе Task List.

Для обеспечения стыковки ТПК «Союз МС-17» изменения РТО были незначительными и не оказали заметного влияния на работоспособность экипажа МКС-63.

14.10.20 г. впервые для пилотируемого корабля успешно выполнена сверхбыстрая двухвитковая схема сближения и стыковка корабля «Союз МС-17» с модулем МИМ1 РС МКС.

В период совместной деятельности с новым экипажем экспедиции МКС-64 все дни недели планировались рабочими, т.е. без отдыха в выходные дни.

Основной вид деятельности экипажей характеризовался емкими работами по укладке возвращаемого и удаляемого оборудования в ТПК «Союз МС-16». Дополнительно к основным работам экипаж продолжал работы по поиску негерметичности в ПрК и выполнял некоторые работы по Task List.

В сутки расстыковки и посадки ТПК «Союз МС-16» (21/22.10.20 г.) РТО экипажей оценивался как напряженный, поскольку деятельность осуществ-

лялась с временным сдвигом на ночной период суток: 21.10.20 г. подъем в 12:00 GMT, расстыковка в 23:32 GMT/02:32 ДМВ (22.10.20 г.). Посадка спускаемого аппарата ТПК «Союз МС-16» в заданном районе состоялась в 05:54:12 ДМВ (22.10.20 г.).

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-1 и БИ-2 выполнили весь объем запланированных штатных операций периодического медицинского контроля состояния здоровья и среды обитания.

Оперативный медицинский контроль проводился:

– во время выведения автономного полета и стыковки с МКС ТПК № 745 (09.04.20 г.);

– при проведении ОДНТ-тренировок: 06.10.20 г., 09.10.20 г., 13.10.20 г., 16.10.20 г., 19.10.20 г., 20.10.20 г.;

– во время расстыковки и спуска ТПК № 745 (21/22.10.20 г.);

– при проведении научных экспериментов – МБИ-33 «Биокард»: у БИ-1 – 29.04.20 г., 08.05.20 г., 02.07.20 г., 03.09.20 г.; у БИ-2 – 03.09.20 г., 02.07.20 г., 03.09.20 г.

Результаты динамического медицинского контроля свидетельствовали об адекватных физиологических реакциях, достаточных функциональных резервах организма и отсутствии каких-либо существенных отклонений в функциональном состоянии организма космонавта, 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 (эпизодически, в некоторых местах на станции, на нескольких витках температура воздуха превышала нормальные величины) и пониженной относительной влажности

Общее давление в СМ по данным мановакуумметра колебалось в пределах 726–734 мм рт. ст.

Жалоб на сухость воздуха в сеансах радиосвязи от экипажа не поступало, однако БИ-1 отметил, что периодически испытывает сухость в носу, воз-

можно, из-за пониженной относительной влажности воздуха. Для оптимизации влажностного режима в РС периодически отключались СКВ.

Повышение температуры воздуха 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 °С на 10 °С.

При жалобах экипажа на температурный дискомфорт проводилась перенастройка СОТР.

Повышение уровня РСО₂ (в пределах допустимых величин) отмечалось в периоды разделения межмодульной вентиляции американского и российского сегментов для поиска места утечки атмосферы МКС и нахождения на РС 3 членов экипажа в течение нескольких дней:

– с 18:52 GMT 21.08.20 г. до 08:42 GMT 25.08.20 г. в объеме СМ – МИМ-2 – ТПК № 745;

– 25–28.09.20 г. в РС при отключенной СОА «Воздух».

При повышении уровня РСО₂ выше 3 мм рт. ст., а также в период отключения СОА «Воздух» (25–29.10.20 г. в соответствии с алгоритмом поиска места утечки атмосферы в РС МКС) включались поглотительные патроны на РС МКС.

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 часов.

Периодически проводились наддувы станции воздухом, кислородом и азотом из ТГК, а также азотом средств АС.

В апреле 2020 года на МКС в воздухе был зафиксирован бензол. Сначала его концентрация держалась на уровне 65 микрограммов на кубический метр, после чего стала повышаться. Однако концентрация не превышала предельно допустимую норму и не угрожала экипажу.

В начале июня 2020 года от американской стороны поступила информация, что по данным газоанализатора AQM1, расположенного в LAV, в течение месяца отмечается повышение содержания бензола.

В целях определения источника бензола в атмосфере МКС проводились мероприятия в соответствии с процедурой, согласованной специалистами ЦУПа-Х и ЦУПа-М.

11.06.20 г. выполнено разделение межмодульной вентиляции американского и российского сегментов на несколько часов; после восстановления объединенной межмодульной вентиляции убран воздухопровод и прикрыт люк ТГК «Прогресс МС-14».

15.06.20 г. прикрыт люк ТПК «Союз МС-16».

С 10.06.20 г. проводились замеры уровня бензола газоанализатором AQM1 в СМ; получаемые данные анализировались специалистами. Отобраны пробы воздуха пробоотборниками АК-1М в СМ во время работы AQM1 и в ФГБ.

17–18.06.20 г. проводились замеры уровня бензола газоанализатором AQM1 в СМ; затем прибор вышел из строя, был демонтирован и перенесен на АС.

18.06.20 г. (16:57 GMT) повторно выполнено разделение межмодульной вентиляции (IMV) американского и российского сегментов. Отобраны пробы воздуха пробоотборниками АК-1М в СМ в районе AQM1 сразу после разделения межмодульной вентиляции и через два часа.

19.06.20 г. утром на несколько часов включался АФОТ-2М. Отобраны пробы воздуха пробоотборниками АК-1М в СМ в районе AQM1 перед включением и после отключения АФОТ-2М. Проведено измерение вредных примесей с помощью SMS в СМ. В 19:00 GMT межмодульная вентиляция была восстановлена.

22.06.20 г. открыты люки и отобраны пробы воздуха пробоотборниками АК-1М в ТПК № 745 и ТГК № 448 перед прокладкой воздуховодов.

07.07.20 г. по запросу американской стороны отобрана проба воздуха в ТГК № 443 (перед закрытием люков) пробоотборником GSC; одновременно взята проба воздуха российским пробоотборником АК-1М.

На ТГК «Прогресс МС-15», прибывшем на станцию 23.07.2020 г., были доставлены два новых газоанализатора Draeger и 90 тест-пластинок для поиска источника бензола.

В целях получения характеристик по бензолу в атмосфере МКС проведены:

- 24.07.20 г. первоначальный анализ ситуации:
- измерения уровня бензола газоанализатором SMS в СМ и Lab – результаты замеров: менее 50 ppb ($0,16 \text{ мг/м}^3$);
 - отбор проб воздуха пробоотборником АК-1М в СМ и Lab;
 - отбор проб воздуха пробоотборником GSC в Lab.

25.07.20 г. (09:00 GMT) выполнено разделение объединенной межмодульной вентиляции и проведены:

- измерения уровня бензола газоанализатором SMS в СМ и Lab через 1, 3, 6 и 9 часов, результаты всех замеров менее 50 ppb ($0,16 \text{ мг/м}^3$); в 19:19 GMT межмодульная вентиляция восстановлена.

30.07.20 г. НАСА сообщило, что американские газоанализаторы не обнаружили токсичный бензол в атмосфере Международной космической станции.

Замечания по работе СОЖ, СОГС и СТР

07.04.20 г. КЭ МКС-62 доложил о наличии влаги на шланге, идущем к СРВК-2М.

10.04.20 г. проведена замена МФР (мембранного фильтра-разделителя) СРВК-2М.

19.07.20 г. БИ-1 доложил, что СВО-3В долго не пил, вчера попробовал – вода с запахом резины и горьковатая на вкус. 20.07.20 г. проведена замена СВО-3В.

14.10.20 г. в 18:33 GMT зафиксировано отключение газоанализатора ГЛ 21-06.

Периодически фиксировались срабатывания датчиков дыма в РС, срабатывание пожарной сигнализации в АС. По докладам экипажа, запаха гари, дыма и других признаков возгорания обнаружено не было, проводился анализ воздуха газоанализатором CSA-CP – показания были в норме. Срабатывание сигнализации расценивалось как ложное и возможно было связано с увеличением количества пыли при работах экипажа за панелями и при чистке вентиляционных решеток.

06.08.20 г. в 19:24 GMT на АС МКС сработала пожарная сигнализация «FIRE», по докладу ЦУПа-Х были проведены отборы проб прибором CSA-CP – продукты горения и вредные примеси не обнаружены. КЭ доложил об отсутствии задымления и открытого огня. Срабатывание пожарной сигнализации признано ложным. Действий российского экипажа не потребовалось.

26.09.20 г. отмечалось ложное срабатывание двух датчиков дыма в ФГБ.

01.10.20 г. зафиксирован переход датчика дыма ИДЭ-4 № 2 в МИМ1 в состояние «неисправен». В настоящее время в МИМ1 в ТМ-режиме работают два датчика из трех. Ситуация анализируется специалистами.

01.10.20 г. сработала аварийно-предупредительная сигнализация «Пожар» в ПхО. По докладу экипажа показания газоанализатора CSA-CP в норме. Срабатывание сигнализации расценено как ложное.

21.10.20 г. в 19:15 GMT по ТМИ зафиксировано подрабатывание датчика дыма ИДЭ-3 № 9, в это же время экипаж доложил о прохождении аварийного сообщения «SMOKE» на ПСС ФГБ из-за ложного срабатывания датчиков дыма ИДЭ-3 № 8 и № 9 в ФГБ. По докладу экипажа запаха гари и дыма в ФГБ не обнаружено. Показания газоанализатора CSA-CP в норме. В настоящее время в ФГБ работает 2 датчика ИДЭ-3 № 8 и № 9, остальные 7 датчиков ИДЭ-3М отключены.

СКВ2 в начале полета МКС-63 включалась в режиме четверо суток работы/сутки выключена. 26.04.20 г.–30.05.20 г. отмечалось неоднократное нештатное самопроизвольное отключение системы по признаку – «температура хладона ниже нормы». В дальнейшем в работу не включалась.

СКВ1 с 30.05.20 г. включалась в режиме трое суток работы/трое суток выключена.

СОА «Воздух». Периодически отмечались нештатные отключения СОА «Воздух» (21.06.20 г., 21.08.20 г.). После реализации рекомендаций специалистов система включалась в работу.

В связи с обнаружением 20.08.20 г. небольшой утечки воздуха из атмосферы МКС для поиска негерметичного модуля/отсека проведена временная изоляция модулей МКС. С 21.08.20 г. (18:52 GMT) до 25.08.20 г. (08:42 GMT) все 3 члена экипажа находились на РС в объеме СМ – МИМ-2 – ТПК № 745.

24.09.20 г. в связи с продолжением утечки воздуха из АС специалистами ЦУПа-М и ЦУПа-Х принято решение о необходимости продолжения поиска места утечки.

25.09.20 г. КЭ перешел в СМ МКС и экипаж выполнил работы по изоляции объемов МИМ1, СО1+ТГК № 444 и объемов РС и АС МКС.

25–30.09.20 г. СОА «Воздух» была отключена, что требовал алгоритм поиска места утечки атмосферы в РС МКС; вместо нее был включен поглотительный патрон ВП-1.

СКО «Электрон-ВМ». Периодически отмечались нештатные отключения системы.

26.09.20 г. БИ-1 выполнил поиск места утечки атмосферы ультразвуковым прибором ULD на российском сегменте и доложил, что ничего интересного не нашли. Единственное – сзади 9-го иллюминатора в сторону задней части станции есть сектор, где достаточно сильно шумит, но это не от иллюминатора, а из-за шума от вентиляторов, прибор на вентиляторы хорошо срабатывает.

28.09.20 г. проведено открытие объема МИМ1; открытие объемов СО1+ТГК № 444; объединение объемов РС и АС. Состоялась изоляция объема ТГК № 448. Закрытие люка ПрК-СУ.

29.09.20 г. экипаж в течение дня выполнял работы по поиску места утечки воздуха ультразвуковым прибором ULD в РО-ПрК-ПхО на российском сегменте. Место утечки воздуха не было обнаружено.

30.09.20 г. закрыты люки ПрК СУ и РО ПрК, проведена проверка герметичности СОА «Воздух». По заключению специалистов СОА «Воздух» герметична, а источником утечки является ПрК. Люки ПрК СУ и РО ПрК были открыты, проводились работы по поиску места утечки в ПрК. БИ-1 сообщил, что не нашли утечку.

01.10.20 г. расконсервация ТГК «Прогресс МС-14» и демонтаж воздуховода; закрытие переходных люков ПрК-СУ и СУ-ТГК «Прогресс МС-14» и контроль герметичности.

03.10.20 г. экипаж выполнил поиск негерметичности в ПрК с использованием полиэтиленовых пакетов и ультразвукового течеискателя ULD. По согласованию ЦУПа-М с ЦУПом-Х было принято решение люк РО-ПрК не закрывать до 04.10.20 г.

04.10.20 г. экипаж обследовал подозрительные места утечек, загерметизировал липкой лентой стык стыковочного узла и шпангоута ПрК, после чего закрыли люк ПрК и оставили под контролем телекамер до утра. Результаты поиска отрицательные, а падение давления в ПрК продолжалось.

05.10.20 г. БИ-1 выполнил поиск негерметичности ультразвуковым течеискателем ULD, стетоскопом и методом «пленки» (участок корпуса или узла накрывается герметичной пленкой или скотчем с последующим контролем изменения формы) – место утечки не обнаружено.

06.10.20 г. экипаж провел поиск места утечки в ПрК с помощью измерителя потока ИП-1. Люк РО-ПрК при этом оставался открытым. Место утечки воздуха не было обнаружено. Специалистами было рекомендовано датчики потока закрепить в направлении ШСС. Люк РО-ПрК на ночь закрыт.

07.10.20 г. открытие люка РО-ПрК и продолжение поиска места негерметичности в ПрК с использованием полиэтиленовых пакетов, измерителей потока и телекамеры. Место утечки воздуха не было обнаружено.

08.10.20 г. поиск места негерметичности в ПрК с помощью американского механического индикатора утечки. Место утечки воздуха не было обнаружено. Установленный в ПрК мановакуумметр контролировался двумя телекамерами GoPro.

09.10.20 г. проведена герметизация предполагаемых мест утечки с помощью DuxSeal (легкоосъемный парафиновый воск); демонтаж оборудования ШСС для герметизации гермоволновода и гермоввода; установка двух камер GoPro и индикаторов направления движения воздуха.

10.10.20 г. открытие люка РО-ПрК; монтаж волновода ШСС; герметизация скотчем и пластиковой пленкой сварочных швов оболочки ПрК. Во время вечерней ДРС БИ-2 доложил, что обклеил примерно одну треть всех швов и также обклеил швы вокруг иллюминатора и КВД.

11–12.10.20 г. продолжена герметизация скотчем в ПрК.

13.10.20 г. поиск места негерметичности в ПрК продолжен.

14.10.20 г. за время изоляции ПрК отмечалось снижение давления по мановакуумметру до 610 мм рт. ст. После открытия люка РО-ПрК давление поднялось до 732 мм рт. ст. Проведена герметизация серой лентой и пластиковой пленкой гермоплаты F14 и свободного пространства под ящиком и воздуховодом по 1 плоскости в ПрК. Люк РО-ПрК оставлен открытым.

15.10.20 г. БИ-1 сообщил, что вчера нашли возможное место негерметичности. Мы распределили пакетик с чаем при закрытии РО-ПрК и БИ-2 определил, что чайинки скопились в районе ШСС.

16.10.20 г. БИ-1 доложил, что давление продолжает уменьшаться, хотя темп падения заметно уменьшился. Ситуация анализируется специалистами, готовятся рекомендации по герметизации места утечки.

СКО «Электрон-ВМ»

Периодически отмечались нештатные отключения системы.

14.10.20 г. зафиксирован отказ СКО «Электрон-ВМ». 15.10.20 г. после реализации рекомендаций специалистов система включена в работу в режиме 24А. 16.10.20 г. переведена в режим 32А.

21.10.20 г. по ТМИ зафиксировано нештатное отключение системы по признаку «повышенное давление кислорода», после чего СКО «Электрон-ВМ» отключена с продувкой без включения. Ситуация анализируется специалистами.

АСУ

01.08.20 г. БИ-1 сообщил о неисправности АСУ. По рекомендации специалистов установка была отключена. 02.08.20 г. проведены РВР.

07.10.20 г. экипажу рекомендовано заменить мочеприемник и фильтр-вставку. После реализации рекомендаций специалистов работоспособность восстановлена.

10.10.20 г. БИ-1 доложил, что АСУ не включается. Работы по устранению неисправности АСУ проведены утром 11.10.20 г. После реализации рекомендаций специалистов, замены мочеприемника, БИ-1 доложил, что все работает.

19.10.20 г. экипаж сообщил о срабатывании сигнализации «консервант некачественный» в АСУ. После проведения РВР, БИ-1 доложил о штатной работе АСУ.

По согласованию с американской стороной, в периоды неработоспособности АСУ РС российские члены экипажа пользовались WNC в АС.

Радиационная обстановка (РО) на МКС

За время полета РО внутри станции в основном оставалась спокойной.

Накопленная поглощенная доза за полет у БИ-1 составила 8,57 сГр (8571 мрад), у БИ-2 – 7,17 сГр (7169 мрад), что не превышает допустимые значения доз, определенных согласно Flight Rules В 14.2.2-12 и Гост 25645.215-85.

23.04.20 г. БИ-1 сообщил, что в указанном месте размещения в ТПК № 745 найден только один дозиметр ИД-3МКС – № 352 (предназначен для БИ-1), второй дозиметр не найден (№ 353 для БИ-2). Экипажу сообщены другие возможные места размещения ИД-3МКС в ТПК.

11.05.20 г. БИ-2 доложил, что его индивидуальный дозиметр ИД-3МКС (№ 353) пока не найден в ТПК № 745.

21.08.20 г. БИ-2 доложил, что индивидуальный дозиметр № 353 отсутствовал изначально. Его искали в самом начале полета в корабле, не нашли и больше его не искали.

14.09.20 г. был проведен поиск индивидуального дозиметра ИД-3МКС № 353, БИ-1 доложил: «По поиску дозиметра результат отрицательный».

18.10.20 г. во время приватной медицинской конференции БИ-1 было сделано напоминание об укладке ИД-3МКС в скафандр.

Ежемесячно проводился дозиметрический контроль радиационной обстановки в РС МКС с использованием аппаратуры «Дозиметр «Пилле-МКС». Все датчики находятся в работоспособном состоянии. Значения измеренной мощности поглощенной дозы остаются в пределах, установленных полетными правилами (Flight Rules В 14.2.2-12).

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

08.09.20 г.–28.09.20 г. датчики «Пилле» А0154, А0307, А0313, А0314 были размещены возле блоков ДБ8 для сличения показаний датчиков «Пилле» и дозиметров ДБ8 (по рекомендации СРБ).

По результатам проверки выявлены различия в показаниях ДБ8-1 и датчика «Пилле» на панели 409, что объясняется дополнительной защитой датчика «Пилле» материалами панели. Различия в показаниях других датчиков объясняются различными ионизационными потерями в кремниевых детекторах дозиметров ДБ8 и в термолюминесцентном стекле датчиков «Пилле».

Санитарно-гигиеническое состояние МКС

Еженедельно экипаж проводил плановую уборку станции.

При плановом контроле качества атмосферы РС МКС (в СМ) пробоотборниками ИПД-СО монооксида углерода не обнаружено; пробоотборниками ИПД-ННЗ 13.04.20 г. – показания 0,25 *ppm* (0,17 *мг/м³*), что ниже ПДК (1,0 *мг/м³*). 29.07.20 г. и 16.10.20 г. – аммиака не обнаружено.

Замечания экипажа в сеансах радиосвязи

22.07.20 г. БИ-2 отметил наличие белых и коричневых разводов (налета) за панелями 435–436 СМ; при работе с БПК отметил, что на входе Г1 и на разъеме Х3 имеются коричневатые капли воды. При чистке датчиков дыма в МИМ2 за панелями обнаружил много пыли; убрал ее пылесосом.

23.07.20 г. после открытия переходного люка ТГК № 444 БИ-1 доложил, что стыковочный агрегат очень пыльный снаружи. В грузовике тоже много пыли, которая похожа на мелкую деревянную пыль. При работе в ТГК экипаж использовал респираторы.

10.09.20 г. БИ-2 отметил, что воздухопроводы в каютах, левой и правой, можно чистить чаще. Там пыли много скапливается. И, в целом, воздухопроводы организованы так, что обратный поток воздуха образуется по краям, и этот обратный поток засасывает обратно за решетку и там вся эта пыль скапливается. Если решетку поворачивать, то вся пыль начинает вылетать на голову, поэтому надо на будущее подумать с вентиляцией. В каюты затягивает крошки со стола, если дверь открыта.

15.10.20 г. экипаж сообщил, что во время работы аппаратуры «Каскад», произошло задымление БКУ. Аппаратура была обесточена, а блок БКУ удален. БИ-1 произвел измерения прибором CSA-CP.

19.10.20 г. при проведении работ с использованием пылесоса сильно нагрелся кабель и ощущался слабый запах, пылесос был выключен. БИ-1 выполнил контроль воздуха с использованием CSA-CP. Экипажу было рекомендовано включить поглотитель А-2 до проведения вечерней конференции по планированию.

На протяжении всего полета БИ-1 и БИ-2 санитарно-гигиеническую обстановку на станции оценивали в основном как комфортную.

15.08.20 г. проведена дополнительная дезинфекционная обработка с использованием комплекта «Фунгистат» левой и правой кают СМ.

Исследование акустической обстановки

Исследование проводилось в модулях АС и РС МКС с использованием акустического монитора в режиме измерений уровней шума (SLM).

Акустические замеры проводились по общему уровню (L_a , дБА) и уровням звукового давления (L , дБ) в октавных полосах со среднегеометрическими значениями частот 63–8000 Гц в контрольных точках (КТ) вдоль продольной оси указанных модулей.

Полученные результаты оценивались на соответствие ГОСТ Р 50804-95 и SSP 50094.

Результаты анализа полученных данных показали, что:

– 09.04.20 г. в МИМ2 РС МКС уровни звука на рабочих местах превышали допустимые значения на 1,8–3,5 дБА. По сравнению с предыдущими замерами от 26.10.2017 г. уровни звука на рабочих местах МИМ2 повысились во всех контрольных точках на 0,9–3,6 дБА.

– 16.06.20 г. в СМ РС МКС уровни звука превышали допустимые значения на 3,7–7,0 дБА на рабочих местах и на 2,1 дБА в левой каюте. По сравнению с предыдущими замерами от 19.12.2019 г. уровни звука в левой каюте СМ повысились на 1,0 дБА, а в правой каюте понизились на 2,4 дБА.

– 14.07.20 г. в ФГБ МКС уровни звука на рабочих местах превышали допустимые значения на 1,9–4,7 дБА. По сравнению с предыдущими замерами от 10.03.2019 г. уровни звука на рабочих местах ФГБ повысились практически во всех контрольных точках на 0,7–2,3 дБА.

Определение индивидуальной акустической нагрузки

Проводилось для БИ-1 и БИ-2 за дневной и ночной период времени с использованием акустического монитора (АМ) в режиме акустической дозиметрии.

Места сна российских членов экипажа на момент проведения исследований:

БИ-1 – левая каюта СМ;

БИ-2 – правая каюта СМ.

Анализ полученных данных показал:

– 28–30.04.20 г. у российских членов экипажа на 20–22-е сутки полета шумовая нагрузка превышала предельно допустимый уровень (ПДУ) как за дневной период, так и за ночной период на 8,9–9,8 дБА и 4,1–8,8 дБА, соответственно.

– 22–24.06.20 г. у российских членов экипажа на 75–77-е сутки полета шумовая нагрузка превышала предельно допустимый уровень (ПДУ) как за дневной период, так и за ночной период на 8,4–10,2 дБА и 5,5–5,6 дБА, соответственно.

Высокий уровень шума (85–87 дБА), зарегистрированный в период определения шумовой нагрузки за дневной период у БИ-2, был связан с чист-

кой вентилятора в МИМ1 пылесосом. При этом БИ-2 использовал наушники с активным шумоподавлением.

Сравнение с предыдущими замерами (от 28–30.04.2020 г.) показало отсутствие динамики шумовой нагрузки за дневной период у обоих космонавтов. Шумовая нагрузка за ночной период повысилась у БИ-1 на 1,5 дБА, а у БИ-2 снизилась на 3,3 дБА.

– 13–15.07.20 г. у российских членов экипажа на 96–98-е сутки полета шумовая нагрузка превышала предельно допустимый уровень (ПДУ) как за дневной период, так и за ночной период на 7,5–9,5 дБА и 2,7–4,9 дБА, соответственно.

Сравнение с предыдущими замерами (от 22–24.06.2020 г.) показало отсутствие существенной динамики шумовой нагрузки как за дневной, так и за ночной период у обоих космонавтов.

– 16–18.09.20 г. у российских членов экипажа на 161–163-и сутки полета шумовая нагрузка превышала предельно допустимый уровень (ПДУ) как за дневной период, так и за ночной период на 7,4–8,8 дБА и 6,0–6,1 дБА, соответственно.

Сравнение с предыдущими замерами (от 13–15.07.2020 г.) показало у БИ-1 повышение шумовой нагрузки как за дневной, так и за ночной период на 1,3 дБА и 1,2 дБА, соответственно, а у БИ-2 снижение шумовой нагрузки за дневной период на 2,1 дБА, при отсутствии динамики за ночной период.

Статические измерения эквивалентных уровней звука за дневной и ночной периоды

Результаты анализа полученных данных показали, что:

– в СМ РС МКС в районе ЦП эквивалентный уровень звука превышает ПДУ как за дневной, так и за ночной период на 2,8 дБА и на 2,2 дБА, соответственно.

– в МИМ2 РС МКС в центральном отсеке эквивалентный уровень звука превышает ПДУ как за дневной, так и за ночной период на 2,3 дБА и на 2,2 дБА, соответственно.

– в СМ РС МКС в районе СОА «Воздух» эквивалентный уровень звука превышает ПДУ как за дневной, так и за ночной период на 6,1 дБА и на 6,4 дБА, соответственно.

– в МИМ1 РС МКС в центральном отсеке эквивалентный уровень звука превышает ПДУ как за дневной, так и за ночной период на 10,4 дБА и на 8,1 дБА, соответственно.

– в ФГБ (п. 404) РС МКС эквивалентный уровень звука превышает ПДУ как за дневной, так и за ночной период на 13,0 дБА и на 12,1 дБА, соответственно.

Контроль микроэкоферы среды обитания

По результатам МО-21 («Контроль микроэкоферы среды обитания») проведенной 28.07.20 г. на 111-е сутки полета МКС-63 бактерии были обнаружены

в 11 из 15 исследованных зон. Количественный уровень обсемененности воздушной среды представителями бактериальной флоры колебался от 10 до 150 КОЕ в 1 м³, что не превышало регламентируемый SSP 50260 MORD уровень для бактерий, равный 1000 КОЕ в 1 м³.

Плесневые формы грибов были обнаружены в 4 из 15 исследованных зон. Содержание микромицетов в воздушной среде находилось в пределах 10 КОЕ в 1 м³, что не превышало регламентируемый SSP 50260 MORD уровень для плесневых форм грибов, равный 100 КОЕ в 1 м³.

Вывод: на 110-е сутки работы экипажа МКС-62/63 содержание бактерий и фрагментов плесневых грибов в воздушной среде не превышало нормативный показатель, регламентируемый SSP 50260 MORD.

Питание и водопотребление

В сеансах радиосвязи замечаний от экипажа на всем протяжении полета не поступало.

14.06.20 г. БИ-1 сообщил, что постоянно рвутся упаковки с супом.

Использование средств профилактики

Для БИ-1 и БИ-2 10.04.20 г. проведен инструктаж по пользованию тренажера ARED, 12 и 13.04.20 г. – по одной ознакомительной тренировке на БД-2/ВБ-3М.

С 14.04.20 г. физические тренировки планировались по российской программе, общей продолжительностью 2,5 часа преимущественно блоком (периодически два раза в день) на БД-2 и ВБ-3М/ARED с чередованием.

С 24.09.20 г. в соответствии с требованиями на заключительном этапе полета и рекомендациями специалистов ИМБП планировались двухразовые тренировки на бегущей дорожке БД-2 с заменой через день одного занятия тренировкой на ARED и ОДНТ-тренировки с 06.10.20 г.

В связи с временной изоляцией модулей МКС с 21.08.20 г. до 25.08.20 г. все 3 члена экипажа находились на РС в объеме СМ – МИМ-2 – ТПК № 745. 22.08.20 г. проведен инструктаж КЭ по выполнению ФУ на БД-2 и 22, 23 и 24.08.20 г. КЭ выполнял физические тренировки на БД-2 продолжительностью по 1 часу.

Изменения в планировании физических тренировок в связи с изменением РТО:

- 16 и 17.04.20 г. ФТ не планировались (расстыковка ТПК № 744).
- 25.04.20 г. – не планировались (стыковка ТПК № 448).
- 23.07.20 г. – по одной тренировке (стыковка ТПК № 444).

Профилактическое изделие «Браслет-М» БИ-1 использовал в первые сутки полета – несколько раз по 60 минут (степень затяга 1), БИ-2 использовал с первых суток на станции практически постоянно в течение нескольких дней, на ночь снимал.

Примерка и подгонка изделия «Кентавр» у КЭ, БИ-1, БИ-2 проведена 12.10.20 г. БИ-1 сообщил, что изделие подогнано, замечаний нет. БИ-2 – шнуровку нижней трети шорт расслабил и переподогнал.

По ежедневным докладам экипажа и данным объективного контроля ФТ выполнялись в полном объеме.

Информация по работе тренажеров

16.07.20 г. БИ-1 отметил, что после ТО БД-2 работает хорошо.

18.08.20 г. БИ-1 сообщил, что левая педаль ВБ-3М уже в не очень хорошем состоянии, нужно прислать новые педали.

18.10.20 г. экипаж сообщил, что во время выполнения ФУ на ВБ-3М, было повторное соскакивание правой педали. Вернули на место, зафиксировали. БИ-2 добавил, что уже третий раз шатун соскакивает с оси после замены пружины т.е. это становится более или менее регулярным.

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 запланированном объеме.

Психологический климат в экипаже на протяжении всего полета был позитивным.

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

МКС – Международная космическая станция	УОВ «Поток 150МК» – устройство очистки воздуха
NASA – космическое агентство США	РВР – ремонтно-восстановительные работы
JAXA – Японское космическое агентство	ТМ – телеметрия
БИ – бортовой инженер	ДРО – общее давление в рабочем отсеке служебного модуля
КЭ – командир экипажа	ДПХО – общее давление в переходном отсеке служебного модуля
ТПК – транспортный пилотируемый корабль	РОБД – рабочий отсек большой диаметр
ТГК – транспортный грузовой корабль	ДСА – давление в спускаемом аппарате
ДМВ – декретное московское время	ДБО – давление в бытовом отсеке
GMT – время Гринвичского меридиана	PO ₂ – парциальное давление кислорода
МИМ1 – малый исследовательский модуль 1	PCO ₂ – парциальное давление углекислоты
МИМ2 – малый исследовательский модуль 2	PH ₂ O – парциальное давление паров воды
АО СМ – агрегатный отсек служебного модуля	ОВ % – относительная влажность воздуха
РС МКС – российский сегмент МКС	ТСА – температура в спускаемом аппарате в градусах Цельсия
СК – скафандр	ТБО – температура в бытовом отсеке в градусах Цельсия
ВКД – внекорабельная деятельность	CSA-CP – американский анализатор состава атмосферы
EMU – американский скафандр для ВКД	ЕДВ – емкость для воды
ОВЛ – открытие выходного люка	БРП – блок раздачи и подогрева
ЗВЛ – закрытие выходного люка	БРП-М – блок раздачи и подогрева воды модернизированный
РТО – режим труда и отдыха	РО – радиационная обстановка
Task List – перечень работ, подготовленный группой планирования. Он содержит задачи, которые могут быть выполнены на усмотрение экипажа во время рабочего дня или в личное время вне рабочих часов экипажа	АСУ – ассенизационно-санитарное устройство
ФТ – физические тренировки	ИПД – индикаторный пробоотборник Дрейгера
СА – спускаемый аппарат	СПН – сменная панель насосов
БО – бытовой отсек	КОБ – контур обогрева
ГОГУ – Главная оперативная группа управления	СОЖ – система обеспечения жизнедеятельности
ISS MORD – документ требований к медицинским операциям МКС	ПДУ – предельно допустимый уровень
ОДНТ – отрицательное давление на низ тела	МО – медицинская операция
МБИ – медико-биологические исследования	БД-2 – бегущая дорожка РС МКС
ГМО – группа медицинского обеспечения	ARED – силовой тренажер АС МКС
СМ – служебный модуль	ВБ-3М – велоэргометр бортовой
ФГБ – функционально-грузовой блок	ИМБП – Институт медико-биологических проблем
СО1 – стыковочный отсек	ЦПК – Центр подготовки космонавтов
СОТР – система обеспечения терморегулирования	ТНК-У-1М – российский тренировочно-нагрузочный костюм для бегущей дорожки
КОХ – контур охлаждения	Harness – американский тренировочно-нагрузочный костюм для бегущей дорожки
РРЖ – регулятор расхода жидкости	
СКВ – система кондиционирования воздуха	
БМП – блок удаления микропримесей	
СРВ-К2М – система регенерации воды из конденсата	
СОА «Воздух» – система очистки атмосферы	
СКО «Электрон-ВМ» – система обеспечения кислородом	