

МЕДИЦИНСКИЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТА ЭКИПАЖА МКС-60/61/62 (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-60/61/62. 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.

Medical Aspects of Ensuring Safety of the ISS-60/61/62 Crew Members in a Space Flight (Express Analysis). V.V. Bogomolov, V.I. Pochuev, I.V. Alferova, E.G. Khorosheva, V.V. Krivolapov

The paper shows results of medical support of the ISS-60/61/62 Expedition and gives a brief description of the medical support system. As well, the paper sums up results of the implementation of the program for monitoring of cosmonauts' health state and use of onboard means meant for maintaining the health and performance of humans in space.

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

Выполнение программы полета

Полет в составе экспедиций:

– экспедиция МКС-60 и ЭП-19 – с 25.09.2019 года по 02.10.2019 года в составе девяти человек (три представителя Роскосмоса, четыре представителя NASA, один представитель ЕКА и один представитель ОАЭ);

– экспедиция МКС-61 – с 03.10.2019 года по 06.02.2020 года в составе шести человек (два представителя Роскосмоса, три представителя NASA и один представитель ЕКА);

– экспедиция МКС-62 – с 05.02.2020 года по 09.04.2020 года в составе 3 человек (один представитель Роскосмоса и два представителя NASA), с 09.04.2020 года по 17.04.2020 года в составе 6 человек (три представителя Роскосмоса и три представителя NASA).

Длительность полета одного российского и одного американского членов экипажа, прибывших на корабле «Союз МС-15», составила 204 суток.

Этапы полета экспедиции

25.09.2019 г. – выведение ТПК «Союз МС-15» № 744 – 16:57:43 ДМВ/
13:57:43 GMT.

Стыковка ТПК № 744 к АО СМ – 19:43 GMT/22:43 ДМВ.

17.04.2020 г. – расстыковка ТПК № 744 от АО СМ – 01:53 GMT/04:53 ДМВ.

Время посадки – 08:17 ДМВ.

Основные динамические операции

28.09.2019 г. – стыковка НТВ-8 к Node2 манипулятором SSRMS – 11:12 GMT/14:12 ДМВ.

03.10.2019 г. – расстыковка ТПК № 742 от МИМ1 – 07:37:35 GMT/
10:37:35 ДМВ.

01.11.2019 г. – расстыковка НТВ-8 от МКС от Node2 – 17:21 GMT/
20:21 ДМВ.

02.11.2019 г. – выведение корабля «Cygnus» (NG-12) – 13:59 GMT/
16:59 ДМВ.

04.11.2019 г. – стыковка «Cygnus» (NG-12) к Node1.

29.11.2019 г. – расстыковка ТПК № 442 от СО1 – 10:25 GMT/13:25 ДМВ.

05.12.2019 г. – выведение корабля SpX-19 «Dragon» – 17:29 GMT/
20:51 ДМВ.

06.12.2019 г. – выведение ТПК «Прогресс МС-13» № 443 – 12:34:11 ДМВ.

08.12.2019 г. – стыковка корабля SpX-19 «Dragon». Установка на Node2 с помощью SSRMS.

09.12.2019 г. – стыковка ТПК № 443 к СО1 – 10:40 GMT/13:40 ДМВ.

20.12.2019 г. – выведение корабля USCV «Boeing CST-100» – 11:36:43 GMT/
14:36:43 ДМВ.

Стыковка корабля USCV «Boeing CST-100» с МКС не состоялась в связи с проблемами при выведении. 22.12.2019 г. CST-100 вернулся на Землю.

07.01.2020 г. – расстыковка корабля SpX-19 «Dragon» – 05:51 GMT (перенесена с 06.12.2020 г. из-за погодных условий на месте посадки). SpaceX-19 «Dragon» успешно приводнился в Тихом океане в 15:42 GMT.

31.01.2020 г. – расстыковка корабля «Cygnus» (NG-12) – 11:35 GMT/
14:35 ДМВ.

06.02.2020 г. – расстыковка ТПК № 746 от МИМ2 – 05:50 GMT/08:50 ДМВ.

09.02.2020 г. – выведение корабля «Cygnus» (NG-13) – отложено по техническим причинам.

15.02.2020 г. – выведение корабля «Cygnus» (NG-13) – 20:20:01 GMT.

18.02.2020 г. – стыковка корабля «Cygnus» (NG-13) – 11:18 GMT.

07.03.2020 г. – выведение корабля SpX-20 «Dragon» – 04:59 GMT/
07:59 ДМВ.

09.03.2020 г. – стыковка SpX-20 «Dragon» – 12:16 GMT/15:16 ДМВ.
ОПЛ – 18:04 GMT.

07.04.2020 г. – расстыковка корабля SpX-20 «Dragon» от Node2 – 10:27:37 GMT/13:27:37 ДМВ.

09.04.2020 г. – выведение ТПК № 745 – 11:05 ДМВ/08:05 GMT.

Стыковка корабля «Союз МС-16» № 745 к МИМ2 – 14:13 GMT/17:13 ДМВ.

Внекорабельная деятельность (ВКД)

ВКД в СК «Орлан-МКС» не проводилась.

ВКД в СК ЕМУ:

21.08.2019 г. ВКД-55 АС – БИ-9, БИ-5. Продолжительность – 6 ч 29 мин.

06.10.2019 г. ВКД-56 АС – БИ-3, БИ-9. Продолжительность – 6 ч 58 мин.

11.10.2019 г. ВКД-57 АС – БИ-3, БИ-9. Продолжительность – 6 ч 38 мин.

18.10.2019 г. ВКД-58 АС – БИ-3, БИ-8. Продолжительность – 7 ч 14 мин.

15.11.2019 г. ВКД-59 АС – КЭ, БИ-9. Продолжительность – 6 ч 38 мин.

22.11.2019 г. ВКД-60 АС – КЭ, БИ-9. Продолжительность – 6 ч 33 мин.

02.12.2019 г. ВКД-61 АС – КЭ, БИ-9. Продолжительность – 6 ч 03 мин.

15.01.2020 г. ВКД-62 АС – БИ-3, БИ-8. Продолжительность – 7 ч 28 мин.

20.01.2020 г. ВКД-63 АС – БИ-3, БИ-8. Продолжительность – 6 ч 58 мин.

25.01.2020 г. ВКД-64 АС – КЭ, БИ-9. Продолжительность – 6 ч 12 мин.

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

Старт ТПК «Союз МС-15» № 744 состоялся 25.09.2019 г. в 16:57 ДМВ/13:57 GMT. Сближение и стыковка к АО СМ проведены по 4-витковой схеме в автоматическом режиме в 22:42 ДМВ/19:42 GMT.

В сутки старта и стыковки РТО был напряженный. Период бодрствования с момента пробуждения на Байконуре в день старта до отхода ко сну на МКС составил около 26 часов. После выполнения предписанных после стыковки работ и приема пищи БИ-7 спал около 8 часов. В остальные дни этой недели БИ-7 работал в штатном режиме, дополнительно выполнял эксперименты по программе Task List, на что затрачивал по 30 минут ежедневно.

В составе экипажа корабля «Союз МС-15» на Международную космическую станцию прибыл участник экспедиции посещения ЭП-19.

В период с 25.09.2019 г. по 02.10.2019 г. режим работы БИ-7 был напряженным. Вместе с другими российскими космонавтами оказывал необходимую помощь УКП ЭП-19 в выполнении программы «UAE mission 1», проведении видео- и фотосъемок, организации ТВ-сеансов.

Для обеспечения работ по расстыковке ТПК «Союз МС-12» № 742 РТО экипажа был изменен. 02.10.2019 г. – подъем в 7:30 (до этого – сон 10 часов), дневной отдых длительностью 5 часов. 03.10.2019 г. после посадки ТПК «Союз МС-12» № 742 экипажу МКС-61 было предоставлено время для сна/

отдыха с 11:30 GMT 03.10.2019 г. до 06:00 GMT 04.10.2019 г. продолжительностью 18,5 часа.

После расстыковки ТПК «Союз МС-12» режим работы стал спокойным и размеренным, за исключением РВР БД-2 в день отдыха (06.10.2019 г. проведена замена торсионов, работоспособность тренажера восстановлена).

Последующие три недели у БИ-7 отмечалось увеличение фактического времени работ как в будни, так и в дни отдыха за счет выполнения дополнительных работ и увеличения времени при выполнении плановых работ. На это затрачивалось от 30 минут до двух часов. Фактическое время работ увеличивалось 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 двух часов.

Для компенсации переработок в предыдущие дни 21.10.2019 г. по рекомендации ГМО российскому экипажу был запланирован дополнительный день отдыха. 22.10.2019 г. БИ-1 и БИ-7 отметили, что у них от трех дней отдыха впечатления противоречивые. С одной стороны, свободное время было, с другой – работы по экспериментам «Великое начало», «УФ-атмосфера», аудиометрическое исследование и некоторые другие вносили в дни отдыха значимые краски рабочего дня, включая запланированное раннее пробуждение для переговоров со специалистами на Земле.

В дальнейшем БИ-7 оценивал режим труда и отдыха, а также режим сна и бодрствования как штатный. Дни отдыха в основном использовал для отдыха и выполнения работ по Task List, а также по собственному желанию для дополнительных работ по разгрузке ТПК «Прогресс МС-13». Выполнял дополнительные работы и в рабочие дни, в том числе в pre sleep периоде. Выполнение БИ-7 дополнительных работ не приводило к существенным переработкам и накоплению признаков утомления.

Для обеспечения расстыковки и посадки ТПК «Союз МС-13» № 746 РТО экипажа был изменен: 05.02.2020 г. подъем состоялся в 07:30 GMT (рис. 1).

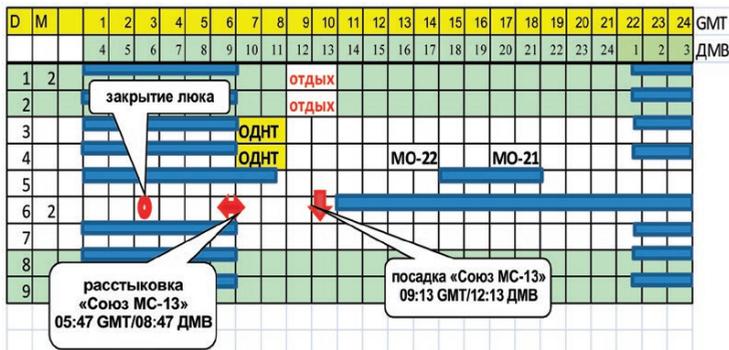


Рис. 1. РТО (предварительный) для обеспечения расстыковки и посадки ТПК «Союз МС-13» № 746

После выполнения ряда запланированных работ состоялась церемония передачи командования, функции КЭ МКС-62 возложены на БИ-7 МКС-61.

Экипажу было предоставлено четыре часа дневного отдыха/сна с 14:00 до 18:00 GMT.

Расстыковка ТПК «Союз МС-13» № 746 от МИМ2 МКС состоялась в 05:50 GMT/08:50 ДМВ (06.02.2020 г.). Посадка СА в заданном районе – в 12:12 ДМВ 06.02.2020 г.

Оставшись единственным российским членом экипажа КЭ выполнял все запланированные полетные операции в штатном режиме. В дни отдыха в основном отдыхал. Сохранялись обычные доклады КЭ о хорошем самочувствии и достаточном ночном отдыхе. Эпизодически отмечалась практика КЭ иногда продолжать работать в зоне pre sleep и, возможно, с заходом в зону сна (КЭ докладывал об этих работах на следующий день утром). При этом работоспособность КЭ не снижалась, в рабочие дни усталость не накапливалась, хотя иногда КЭ отмечал, что некоторые дни ему казались длинными и напряженными.

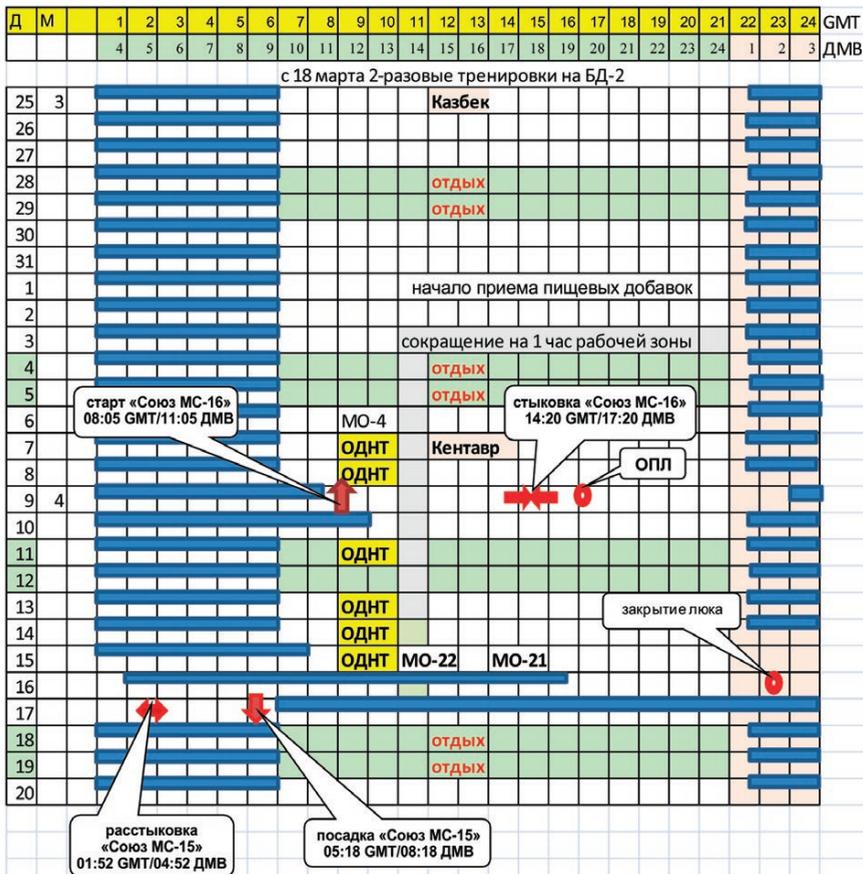


Рис. 2. РТО заключительного этапа полета КЭ МКС-62

С 03.04.2020 г. для КЭ в рабочем плане выделялось время (1 час) на подготовку к возвращению на Землю.

В сутки стыковки пилотируемого корабля «Союз МС-16» с экипажем 63-й экспедиции МКС РТО был напряженным, плановая и фактическая длительность работ для КЭ составила 9 часов 50 минут.

15.04.2020 г. состоялось подписание акта о передаче смены по РС МКС от КЭ к БИ-1 и церемония передачи командования.

В сутки расстыковки и посадки (16/17.04.2020 г.) РТО у КЭ МКС-62 был напряженным (рис. 2). Расстыковка ТПК «Союз МС-15» № 744 от АО МКС состоялась в 01:52 GMT. Посадка СА состоялась 17.04.2020 г. в 08:18 ДМВ в заданном районе.

Общее полетное время у БИ-7/КЭ МКС-61/62 составило 204 суток.

Напряженность РТО в отдельные периоды полета была связана с проведением погрузочно-разгрузочных работ с грузовыми и пилотируемыми кораблями, с выполнением дополнительных работ по указанию Земли, заданий по программе Task List. Большой объем дополнительных работ, выполненных в полете, во многом обеспечивался ограничением свободного времени как в рабочие дни, так и в дни отдыха.

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).

БИ-7/КЭ выполнил 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 № 744 25.09.2019 г.;

– при проведении ОДНТ-тренировок: 07.04.2020 г., 08.04.2020 г., 11.04.2020 г., 13.04.2020 г., 14.04.2020 г., 15.04.2020 г.;

– во время расстыковки и спуска на Землю ТПК № 744 16–17.04.2020 г.;

– при проведении научных экспериментов МБИ-33 «Биокард»: 17.10.2019 г., 05.12.2019 г., 30.01.2020 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 729–748 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 °С на 10 °С.

Жалоб на сухость воздуха от экипажа не поступало. Для оптимизации влажностного режима периодически отключалась СКВ в РС.

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 кислородом и азотом из ТКК и азотом из АС.

При повышении уровня РСО₂ до 3 мм рт. ст. (01.10.2019 г. на АС) включались поглотительные патроны на РС МКС.

Замечаний на температурно-влажностный дискомфорт от экипажа ТПК не поступало.

Замечания по работе СОЖ, СОГС и СТР

Датчик СО газоанализатора ГЛ 21–06 в СМ был демонтирован 28.05.2018 г. в связи с неработоспособностью и возвращен на Землю для проведения ремонтно-восстановительных работ. После доставки на борт был установлен и включен в работу 07.10.2019 г.

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, «нули». Срабатывание сигнализации расценивалось как ложное.

Срабатывание сигнализации, возможно, было связано с увеличением количества пыли при работах экипажа за панелями и при чистке вентиляционных решеток. 28.09.2019 г. зафиксирован переход датчика дыма ИДЭ-4 № 2 в СО1 в состояние «неисправен». В настоящее время в СО1 в ТМ-режиме работает только один датчик дыма – ИДЭ-4 № 1.

Отмечалась нештатная работа СКВ1 и СКВ2: неоднократно происходило самопроизвольно отключение («температура хладона ниже нормы», «температура компрессорной установки выше нормы», «ток компрессорной установки больше нормы»). Проводились перезапуски, тестирования и РВР

(09.10.2019 г. – дренаж хладона из СКВ1, 11.11.2019 г. – замена блока теплообменных агрегатов СКВ1).

СРВ-К2М. 02.11.2019 г. в 19:17 GMT экипаж доложил, что СРВ-К2М не дает горячую воду. Временно российскому экипажу было разрешено использовать горячую воду из АС. В 21:57 экипаж сообщил, что после очередного перезапуска СРВК работает нормально, горячая вода поступает.

07.04.2020 г. КЭ доложил о наличии влаги на шланге, идущем к СРВ-К2М. 10.04.2020 г. проведена замена МФР (мембранного фильтра-разделителя) СРВ-К2М.

УОВ «Поток 150МК». 19.11.2019 г. экипаж доложил о нештатной работе установки в СМ: «Поток моргает и сбросил все настройки». После перезапуска под руководством специалиста установка включена в автоматический режим работы.

06.12.2019 г. в 09:17 GMT БИ-7 сообщил о неисправности АСУ в РС МКС. После согласования с ЦУПом-Х, экипажу РС МКС было дано разрешение использовать WHC в LAB АС МКС. Проведены РВР (замена МНР). В 13:35 GMT БИ-7 доложил о восстановлении работы АСУ в РС МКС.

19.01.2020 г. в 19:32 GMT БИ-1 сообщил о подтекании урины в разъеме шланга-тройника АСУ. Проведены РВР (замена шланга-тройника); работа АСУ восстановлена (21:02 GMT).

На время отключения АСУ РС (по согласованию с ЦУПом-Х) экипажу было дано разрешение использовать АСУ в АС МКС.

04.02.2020 г. зафиксирован отказ БМП из-за перегрева. 07.02.2020 г. проведены РВР, БМП включен в штатную работу.

Радиационная обстановка (РО) на МКС

За время полета РО внутри станции оставалась спокойной.

Накопленная поглощенная доза за полет у КЭ (БИ-7) составила 7,61 сГр (7614 мрад), что не превышает допустимые значения доз, определенных согласно Flight Rules В 14.2.2–12 и Гост 25645.215–85.

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

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

Взаимная калибровка датчиков дозиметра «Пилле-МКС» проведена 30.10–14.11.2019 г.

В работе использован комплект дозиметрических датчиков в количестве 14 ед.

Все датчики были размещены на панели 329 в РОБД.

Замена карты памяти дозиметра «Пилле-МКС» проведена 24.01.2020 г., установлена карта 35–016 (00075911R). Укладка карты памяти 33–016 (00073229R) возвращена на ТПК № 746 (МКС-61).

Санитарно-гигиеническое состояние МКС

Еженедельно экипаж проводил плановую уборку станции.

При плановом контроле качества атмосферы РС МКС (в СМ) пробоотборниками:

- ИПД-СО (ежемесячно) монооксида углерода не обнаружено;
- ИПД-ННЗ (каждые 3 месяца) 29.10.2019 г. и 31.01.2020 г. аммиака не обнаружено, 13.04.2020 г. – показания 0,25 ppm (0,17 мг/м³), что ниже ПДК (1,0 мг/м³).

При контроле атмосферы трубками Дрегера в корабле «Супнус» (NG-12) во время первого входа 04.11.2019 г. по докладу астронавтов аммиак не обнаружен.

28.02.2020 г. из МГ ИМБП получена рекомендация по проведению дезинфекционной обработки поверхностей левой каюты СМ.

16.03.2020 г. проведена санитарная обработка фунгицидом поверхностей левой каюты СМ.

Замечания экипажа в сеансах радиосвязи

01.10.2019 г. – космонавты отметили достаточно стесненные условия жизнедеятельности в связи с работой на РС МКС четырех человек.

24.10.2019 г. – БИ-7 МКС-61 оценил работу пылесоса, доставленного с ТПК № 744: «шумит меньше, тянет лучше».

04.11.2019 г. – по докладу астронавтов, при контроле атмосферы с использованием трубок Дрегера в корабле «Супнус» (NG-12) во время первого входа аммиак не обнаружен.

21.11.2019 г. – при замене пылефильтров в ФГБ было обнаружено большое количество пыли.

По данным частных медицинских конференций российского врача экипажа БИ-7/КЭ санитарно-гигиеническую обстановку на станции в основном оценивал как комфортную. Для защиты органа слуха использовал индивидуальные наушники с активным подавлением шума в период сна, периодически использовал беруши или наушники при работе с шумящим оборудованием. Спал в правой каюте СМ.

Для мытья головы использовал шампунь «Аэлита», отмечает его хорошие качества. Бритье осуществлял в основном электрической бритвой, но также, периодически, использовал станок.

10.12.2019 г. – БИ-7 отметил достаточно заметное количество пыли в грузовом корабле «Прогресс МС-13».

21–23.10.19 г. – (26–28-е сутки полета БИ-7 МКС-61) определение индивидуальной акустической нагрузки у БИ-7 проводилось за дневной и ночной периоды времени с использованием акустического монитора в режиме акустической дозиметрии.

Место сна БИ-7 на момент проведения исследований – правая каюта СМ.

Анализ полученных данных показал, что у БИ-7 шумовая нагрузка за дневной период превышает предельно допустимый уровень (ПДУ) на 6,7 дБА, а за ночной период – на 5,0 дБА.

Статические измерения эквивалентных уровней звука за дневной и ночной периоды выполнены в следующих модулях МКС:

- ФГБ (район пылесборника, п. 402 закрыта);
- Columbus (Rack Bay 1);
- US LAB (Rack Bay 1).

Анализ полученных данных показал, что в ФГБ РС МКС в районе пылесборника при закрытой п. 402 эквивалентный уровень звука превышает ПДУ как за дневной, так и за ночной период на 5,7 дБА и на 5,6 дБА, соответственно.

Сравнение с предыдущими за мерами (от 13–15.05.2019 г.) показало снижение эквивалентного уровня звука в районе пылесборника при закрытой п. 402 как за дневной, так и за ночной период на 2,7 дБА и 2,6 дБА, соответственно.

17–23.12.2019 г. – выполнено определение индивидуальной акустической нагрузки у БИ-7 на 83–89-е сутки полета.

Анализ полученных данных показал, что шумовая нагрузка за дневной период превышает предельно допустимый уровень (ПДУ) на 8,4–9,1 дБА, а за ночной период – на 2,6–14,1 дБА.

Сравнение с предыдущими за мерами (21–23.10.2019 г.) показало у БИ-7 повышение шумовой нагрузки как за дневной, так и за ночной период на 1,7 дБА и 9,1 дБА, соответственно.

Статические измерения эквивалентных уровней звука за дневной и ночной периоды выполнены в следующих модулях МКС:

- СМ (район СОА «Воздух», пп. 221/222);
- МИМ1 (центр);
- Columbus (Rack Bay 1);
- JPM (stbd Endcone Closeout Panel);
- Airlock (Equipment Lock).

В МИМ1 РС МКС в центре модуля эквивалентный уровень звука превышает ПДУ как за дневной, так и за ночной период на 8,7 дБА и на 8,9 дБА, соответственно.

Сравнение с предыдущими за мерами (от 31.08.2018 г.) показало снижение эквивалентного уровня звука в центре модуля как за дневной, так и за ночной период на 3,3 дБА и 3,1 дБА, соответственно.

11–14.02.2020 г. (139–142-е сутки полета КЭ МКС-62) проведено определение индивидуальной акустической нагрузки за дневной и ночной периоды времени с использованием акустического монитора в режиме акустической дозиметрии.

Анализ полученных данных показал, что у КЭ на 139–142-е сутки полета шумовая нагрузка за дневной период превышала предельно допустимый уровень (ПДУ) на 8,4 дБА, а за ночной период – на 5,2 дБА.

Сравнение с предыдущими за мерами (от 17–23.12.2019 г.) показало снижение шумовой нагрузки за ночной период на 8,9 дБА и отсутствие динамики шумовой нагрузки за дневной период.

Статические измерения эквивалентных уровней звука за дневной и ночной периоды выполнены в следующих модулях МКС:

- СМ («район СКВ», п. 404 – закрыта);
- Node1 (NOD103);
- US LAB (LAB 101, ExPRESS Rack 2A).

В СМ РС МКС при закрытой панели 404 в районе СКВ эквивалентный уровень звука превышает ПДУ как за дневной, так и за ночной период на 3,6 дБА и на 2,9 дБА, соответственно.

Сравнение с предыдущими за мерами (от 13–15.05.2019 г.) показало незначительное снижение эквивалентного уровня звука в районе СКВ как за дневной, так и за ночной период на 0,3 дБА и 0,8 дБА, соответственно.

08–10.04.2020 г. (196–197-е сутки полета) проведено определение индивидуальной акустической нагрузки у КЭ за дневной и ночной периоды времени с использованием акустического монитора в режиме акустической дозиметрии.

Место сна КЭ на момент проведения исследований: правая каюта СМ.

Анализ полученных данных показал, что у КЭ на 196–197-е сутки полета шумовая нагрузка за дневной период превышала предельно допустимый уровень (ПДУ) на 7,1 дБА, а за ночной период – на 3,6 дБА.

Статические измерения эквивалентных уровней звука за дневной и ночной периоды выполнены в следующих модулях МКС:

- СМ (район рабочего стола);
- Node2 (NOD2S3);
- JPM (stbd endcone).

В СМ РС МКС в районе рабочего стола эквивалентный уровень звука превышает ПДУ как за дневной, так и за ночной период на 5,9 дБА и на 4,7 дБА, соответственно.

Сравнение с предыдущими за мерами (от 12–14.03.2019 г.) показало снижение эквивалентного уровня звука в районе рабочего стола как за дневной, так и за ночной период на 3,5 дБА и 3,3 дБА, соответственно.

Вывод: у КЭ на 196–197-е сутки полета было отмечено снижение шумовой нагрузки за дневной период на 1,3 дБА, а за ночной период – на 1,6 дБА.

В районе рабочего стола эквивалентный уровень звука имел тенденцию к снижению как за дневной, так и за ночной период на 3,5 дБА и 3,3 дБА, соответственно.

19.12.19 г. и 22.12.19 г. проводилось исследование акустической обстановки в модулях JPM и СМ МКС с использованием акустического монитора режима измерений уровней шума (SLM).

Акустические за меры проводились по общему уровню (L_w , 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 на рабочих местах в СМ РС МКС уровни звука превышали допустимые значения на 1,6–4,9 дБА с максимальным значением в районе СОА «Воздух».

По сравнению с предыдущими замерами от 04.09.2019 г. уровни звука на рабочих местах СМ понизились практически во всех контрольных точках на 1,1–2,1 дБА, максимально в районе панелей 412–413. Исключение составил коридор ПрК, где было отмечено повышение уровня звука на 1,6 дБА.

В каютах СМ РС МКС уровни звука превышали допустимые значения на 1,1–1,4 дБА.

По сравнению с предыдущими замерами от 04.09.2019 г. уровни звука в каютах понизились на 3,5 дБА в левой каюте, а в правой каюте практически не изменились.

Вывод: в СМ РС МКС уровни звука имели тенденцию к снижению как на рабочих местах на 1,1–2,1 дБА, так и в каютах до 3,5 дБА.

12.02.2020 г. (140-е сутки полета КЭ МКС-62) проводилось исследование акустической обстановки в модулях Node2, US Lab (частичные замеры) АС и МИМ1 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_p , 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 на рабочих местах в МИМ1 РС МКС уровни звука превышали допустимые значения на 2,7–10,5 дБА с максимальным значением в центре 4-го отсека.

Вывод: в МИМ1 РС МКС уровни звука на рабочих местах имели тенденцию к снижению на 2,5–4,7 дБА.

По результатам МО–21 («Контроль микроэкоосферы среды обитания»), проведенной 01.10.2019 г. (6-е сутки полета БИ-7 МКС-61), бактерии были обнаружены в 13 из 16 исследованных зон. Количественный уровень обсемененности воздушной среды представителями бактериальной флоры колебался от 60 до 960 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 1 из 16 исследованных зон. Содержание микромицетов в воздушной среде находилось в пределах 100 КОЕ в 1 м³, что не превышало регламентируемый SSP 50260 MORD уровень для плесневых форм грибов, равный 100 КОЕ в 1 м³.

Средний уровень контаминации воздуха с бактериями составлял 315 КОЕ в 1 м³. Средний уровень грибов составлял 7 КОЕ в 1 м³.

Вывод: содержание бактерий и фрагментов плесневых грибов в воздушной среде соответствовало нормативному показателю, регламентируемому SSP 50260 MORD.

Питание и водопотребление

На всем протяжении полета у космонавта замечаний по питанию и водопотреблению не было. Продукты питания на МКС в достаточном количестве. КЭ отмечает отличное качество продуктов питания.

Использование средств профилактики

БИ-7 планировались ознакомительные занятия на БД-2 (28.09.2019 г.) и на ВБ-3М (29.09.2019 г.). С 30.10.2019 г. физические тренировки ему планировались по российской программе 2 раза в день общей продолжительностью 2,5 часа на БД-2 и ВБ-3М/ARED (с чередованием).

С 18.03.2020 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 07.04.2020 г.).

Профилактическое изделие «Браслет» использовал в период бодрствования в первый и второй день на станции, с третьего дня (с 27.09.2019 г.) «Браслет-М» не использовал. Примерка и подгонка изделия «Кентавр» у КЭ, БИ-8 и БИ-9 проведена 08.04.2020 г. без замечаний.

По ежедневным докладом ФТ выполнял в полном объеме и в соответствии с рекомендациями. БИ-7 выразил готовность и желание делать больше тренировок на тренажере ARED, в том числе и в дни отдыха.

Информация по работе тренажеров

01.10.2019 г. БИ-1 МКС-60 сообщил, что во время тренировок на БД-2 с периодичностью примерно раз в 3 недели происходит неожиданное прерывание тренировки, как правило, бега. Без каких-либо предвестников БД-2 аварийно останавливается, на ПУ загорается красный индикатор и появляется сообщение примерно такого содержания: «Прервана связь с программным обеспечением». Как правило, одного перезапуска для устранения неполадки было достаточно, однако были эпизоды, когда для возобновления тренировки перезапуск приходилось повторять 3 раза подряд.

05.10.2019 г. БИ-1 МКС-61 доложил: «У нас есть проблемы на беговой дорожке. Еще вчера было что-то непонятное. Ее очень сильно мотает, она бьет по станции, по корпусу. Она очень неустойчивая и ее сильно кидает. Аварийной сигнализации нет». После проведения внешнего осмотра БД-2, БИ-1 сообщил, что «причина ясна – обломлен торсион, ...два торсиона на одной и той же стороне». 06.10.2019 г. проведена замена торсионов, работо-

способность тренажера была восстановлена. После выполнения тренировки на БД-2 БИ-1 доложил: «По беговой дорожке хорошая новость, работает прекрасно, даже еще лучше, чем до ремонта».

14.10.2019 г. БИ-1 МКС-61 сообщил, что на БД-2 «обнаружил полотно, которое рвется! Я думаю на ней бегать нельзя, она здорово порвалась!» После анализа полученных с борта фотографий специалистами ИМБП и РКК «Энергия» экипажу было дано разрешение на использование тренажера.

17.11.2019 г. БИ-7 сообщил, что на его кроссовке оторвался кусочек подошвы (пластик в районе пятки), но пока это не критично. Полученные фотографии переданы специалистам ИМБП для анализа.

17.12.2019 г. проведена замена полотна БД-2 и ТО БД-2.

20.12.2019 г. БИ-1 сообщил: «Беговая дорожка работает хорошо. Есть вопросы по притягу. Есть ощущение, что притяг не соответствует заявленному на дисплее, завывает, на пульте показывает 50, а по ощущениям 58, под 60».

25.12.2019 г. проведена проверка прокладки кабелей системы тензоизмерений БД-2, после чего БИ-1 сообщил: «На фото окошка «Тензосистема» достаточно разные показатели на усилиях. Пусть специалисты посмотрят и оценят, что-то настораживает немножко. А кабели тут не причем. Будем ждать рекомендаций».

30.12.2019 г. проведена проверка и регулировка усилия натяжения полотна БД-2.

16.01.2020 г. после проведения ТО ВБ-3М, БИ-1 сообщил, что велотренажер «работает хорошо, без замечаний».

17.01.2020 г. при проверке прокладки кабелей системы тензоизмерений тренажера БД-2 БИ-7 доложил, что кабели, идущие между тензоусилителем и плитой, перекручены между собой.

11.02.2020 г. КЭ доложил, что у него не запускается БД-2. Рекомендовано проконтролировать закрытие крышки отсека разъемов. После плотного закрытия крышки тренажер включился штатно.

06.03.2020 г. проведена перекладка кабелей системы тензоизмерений БД-2. После последующего выполнения ФУ на тренажере КЭ сообщил, что БД-2 работает штатно.

10.03.2020 г. КЭ доложил, что физические упражнения выполняет в соответствии с планом. Нагрузка притяга БД-2 после перекладки кабелей системы тензоизмерений субъективно воспринимается как правильная, соответствует выставленной.

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.

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

МКС – Международная космическая станция
NASA – космическое агентство США
JAXA – Японское космическое агентство
БИ – бортовой инженер
КЭ – командир экипажа
ТПК – транспортный пилотируемый корабль
ТГК – транспортный грузовой корабль
ДМВ – декретное московское время
GMT – время Гринвичского меридиана
МИМ1 – малый исследовательский модуль 1
МИМ2 – малый исследовательский модуль 2
АО СМ – агрегатный отсек служебного модуля
РС МКС – российский сегмент МКС
СК – скафандр
ВКД – внекорабельная деятельность
ЕМУ – американский скафандр для ВКД
ОВЛ – открытие выходного люка
ЗВЛ – закрытие выходного люка

РТО – режим труда и отдыха
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
ФТ – физические тренировки
СА – спускаемый аппарат
БО – бытовой отсек
ГОГУ – Главная оперативная группа управления
ISS MORD – документ требований к медицинским операциям МКС
ОДНТ – отрицательное давление на низ тела
МБИ – медико-биологические исследования
ГМО – группа медицинского обеспечения
СМ – служебный модуль
ФГБ – функционально-грузовой блок
СО1 – стыковочный отсек

СОТР – система обеспечения терморегулирования	ТБО – температура в бытовом отсеке в градусах Цельсия
КОХ – контур охлаждения	CSA-CP – американский анализатор состава атмосферы
РРЖ – регулятор расхода жидкости	ЕДВ – емкость для воды
СКВ – система кондиционирования воздуха	БРП – блок раздачи и подогрева
БМП – блок удаления микропримесей	БРП-М – блок раздачи и подогрева воды модернизированный
СРВ-К2М – система регенерации воды из конденсата	РО – радиационная обстановка
СОА «Воздух» – система очистки атмосферы	АСУ – ассенизационно-санитарное устройство
СКО «Электрон-ВМ» – система обеспечения кислородом	ИПД – индикаторный пробоотборник Дрейгера
УОВ «Поток 150МК» – устройство очистки воздуха	СПН – сменная панель насосов
РВР – ремонтно-восстановительные работы	КОБ – контур обогрева
ТМ – телеметрия	СОЖ – система обеспечения жизнедеятельности
ДРО – общее давление в рабочем отсеке служебного модуля	ПДУ – предельно допустимый уровень
ДПХО – общее давление в переходном отсеке служебного модуля	МО – медицинская операция
РОБД – рабочий отсек большой диаметр	БД-2 – бегущая дорожка РС МКС
ДСА – давление в спускаемом аппарате	ARED – силовой тренажер АС МКС
ДБО – давление в бытовом отсеке	ВБ-3М – велоэргометр бортовой
РО ₂ – парциальное давление кислорода	ИМБП – Институт медико-биологических проблем
РСО ₂ – парциальное давление углекислоты	ЦПК – Центр подготовки космонавтов
РН ₂ O – парциальное давление паров воды	ТНК-У-1М – российский тренировочно-нагрузочный костюм для бегущей дорожки
ОВ % – относительная влажность воздуха	Harness – американский тренировочно-нагрузочный костюм для бегущей дорожки
ТСА – температура в спускаемом аппарате в градусах Цельсия	