

МЕДИЦИНСКИЕ АСПЕКТЫ ОБЕСПЕЧЕНИЯ БЕЗОПАСНОСТИ ПОЛЕТА ЭКИПАЖА МКС-60/61 (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. 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 Flight Safety for the ISS-60/61 Crew Members (Express Analysis). V.V. Bogomolov, V.I. Pochuev, I.V. Alferova, E.G. Khorosheva, V.V. Krivolapov

The article presents the results of medical support for the ISS-60/61 expedition-crew. It gives a brief description of the medical support system, shows the main results of the program of monitoring the cosmonauts' health status and the ISS RS environment during the flight. The description of using on-board preventive means to maintain cosmonauts' well-being and performance in space flight is given as well.

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

Выполнение программы полета

Полет в составе экспедиций:

– экспедиция МКС-60 – с 21 июля 2019 года по 02 октября 2019 года в составе шести человек (два представителя Роскосмоса, два представителя NASA и один представитель ЕКА);

– экспедиция МКС-60 и ЭП-19 – с 25 сентября 2019 года по 02 октября 2019 года в составе девяти человек (три представителя Роскосмоса, четыре представителя NASA, один представитель ЕКА и один представитель ОАЭ);

– экспедиция МКС-61 – с 03 октября 2019 года по 06 февраля 2020 года в составе шести человек (два представителя Роскосмоса, два представителя NASA и один представитель ЕКА).

Длительность полета одного российского и одного американского членов экипажа, прибывших на корабле «Союз МС-13», составила 200 суток.

Этапы полета экспедиции

20.07.19 г. – выведение ТПК «Союз МС-13» № 746 – 19:28 ДМВ.

21.07.19 г. – стыковка ТПК «Союз МС-13» № 746 к МИМ1 – 01:41 ДМВ (4-витковая схема сближения и стыковки).

06.02.20 г. – расстыковка ТПК «Союз МС-13» № 746 от МИМ2 – 08:50 ДМВ и посадка – 12:12 ДМВ.

Основные динамические операции

25.07.19 г. – выведение американского корабля «Dragon» (SpX-18) – 22:01:56 GMT.

27.07.19 г. – стыковка корабля «Dragon» (SpX-18) к Node2 манипулятором SSRMS – 13:13 GMT.

29.07.19 г. – расстыковка ТПК № 441 от СО1 – 10:43 GMT/13:43 ДМВ.

31.07.19 г. – старт ТПК «Прогресс МС-12» № 442 – 15:10 ДМВ/12:10 GMT.

Стыковка к СО1 – 15:29 GMT/18:29 ДМВ.

06.08.19 г. – расстыковка корабля NG-11 «Cygnus» от Node1 манипулятором SSRMS.

22.08.19 г. – выведение ТК «Союз МС-14» № 743 – 06:38 ДМВ/03:38 GMT.

24.08.19 г. – планировавшаяся стыковка ТК «Союз МС-14» № 743 к МИМ2 не состоялась в связи с неполадками системы стыковки «Курс» на МИМ2.

26.08.19 г. – перестыковка ТПК № 746 с АО СМ РС МКС на МИМ2 РС МКС.

Расстыковка – 03:35 GMT/06:35 ДМВ, стыковка – 03:59 GMT/06:59 ДМВ.

Данные операции были запланированы в связи с необходимостью освобождения стыковочного узла АО для стыковки ТК № 743 и смены позывного с БИ-7 на БИ-1 после перестыковки.

27.08.19 г. – стыковка ТК «Союз МС-14» № 743 к АО – 03:08:45 GMT/06:08:45 ДМВ.

27.08.19 г. – расстыковка корабля SpX-18 «Dragon» от Node2 манипулятором SSRMS.

06.09.19 г. – расстыковка ТК № 743 от АО СМ – 18:14 GMT/21:14 ДМВ.

Время посадки: 21:32 GMT/00:32 ДМВ (07.09.19).

10.09.19 г. – запланированный старт корабля НТВ-8 отложен по техническим причинам.

24.09.19 г. – старт корабля НТВ-8 – 16:05 GMT/19:05 ДМВ.

25.09.19 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.

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

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

01.11.19 г. – расстыковка НТВ-8 от МКС от Node2 – 17:21 GMT/20:21 ДМВ.
02.11.19 г. – выведение корабля «Cygnus» (NG-12) – 13:59 GMT/16:59 ДМВ.
04.11.19 г. – стыковка «Cygnus» (NG-12) к Node1.
29.11.19 г. – расстыковка ТГК № 442 от СО1 – 10:25 GMT/13:25 ДМВ.
05.12.19 г. – выведение корабля SpX-19 «Dragon» – 17:29 GMT/20:51 ДМВ.
06.12.19 г. – выведение ТГК «Прогресс МС-13» № 443 – 12:34:11 ДМВ.
08.12.19 г. – стыковка корабля SpX-19 «Dragon». Установка на Node2 с помощью SSRMS.

09.12.19 г. – стыковка ТГК № 443 к СО1 – 10:40 GMT/13:40 ДМВ.
20.12.19 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. 22.12.19 г. «CST-100» вернулся на Землю.

07.01.20 г. – расстыковка корабля SpX-19 «Dragon» – 05:51 GMT (перенесена с 06.01.20 г. из-за погодных условий на месте посадки). SpaceX-19 «Dragon» успешно приводнился в Тихом океане в 15:42 GMT.

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

Внекорабельная деятельность (ВКД)

ВКД в СК «Орлан-МКС» не проводилась.

ВКД в СК ЕМУ.

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

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

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

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

15.11.19 г. ВКД-59 АС – КЭ, БИ-9. Длительность – 6 ч 38 мин.

22.11.19 г. ВКД-60 АС – КЭ, БИ-9. Длительность – 6 ч 33 мин.

02.12.19 г. ВКД-61 АС – КЭ, БИ-9. Длительность – 6 ч 03 мин.

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

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

25.01.20 г. ВКД-64 АС – КЭ, БИ-9. Длительность – 6 ч 12 мин.

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

Старт ТПК «Союз МС-13» № 746 состоялся 20.07.19 г. в 19:28 ДМВ. Сближение по 4-витковой схеме и стыковка к АО СМ проведена штатно в автоматическом режиме в 22:41 GMT/01:41 ДМВ 21.07.19 г.

Стыковка проводилась в ночное время. Время выполнения работ у БИ-7 составило 11 ч 55 мин (в ТПК – 6 ч 40 мин и на МКС – 5 ч 15 мин). Экипажу было предоставлено время для сна и отдыха с 07:35 GMT 21.07.19 г. до 06:00 GMT 22.07.19 г. продолжительностью около 22,5 часа. В течение 2 недель БИ-7 выделялось время (1 час) для адаптации и ознакомления со станцией.

На 3-й неделе (31.07–06.08.19 г.) выполнял большой объем работ в день стыковки ТГК «Прогресс МС-12» № 442 к СО1 МКС. В дополнение к плановым работам БИ-7 дополнительно затратил 2 часа на разгрузку ТГК.

Последующие 2 недели БИ-7 работал в штатном режиме. Выполнения дополнительных работ и экспериментов по программе Task List не приводило к существенным переработкам.

На 6-й неделе (21.08–27.08.19 г.) – 23.08.19 г. не состоялась стыковка ТК «Союз МС-14» № 743 к МИМ2 в беспилотном варианте. В срочном порядке была запланирована перестыковка ТПК «Союз МС-13» № 746 с АО СМ на МИМ2, которую БИ-7 успешно выполнил в ручном режиме с 25 на 26.08.19 г. (расстыковка – 03:35 GMT; стыковка – 03:49 GMT – 26.08.19 г.).

На 7-й неделе (28.08–03.09.19 г.) экипажу РС МКС дни отдыха не планировались. Для обеспечения работ по подготовке к расстыковке ТПК № 743 от АО СМ в беспилотном варианте проведены изменения РТО для российских членов экипажа:

01.09.19 г. – подъем в 06:00 GMT и сон с 23:00 GMT.

С 02.09 по 04.09.19 г. – подъем в 07:30 GMT, сон с 23:00 GMT.

05.09.19 г. – подъем в 08:30 GMT, сон с 00:00 GMT.

Закрытие переходных люков ТПК № 743 с 18:40 GMT.

06.09.19 г. – подъем в 08:30 GMT, сон с 22:00 GMT.

Время расстыковки ТПК № 743 от АО СМ: 18:11:30 GMT/21:11:30 ДМВ.

Время посадки: 21:35:00 GMT/00:35:00 ДМВ (07.09.19 г.).

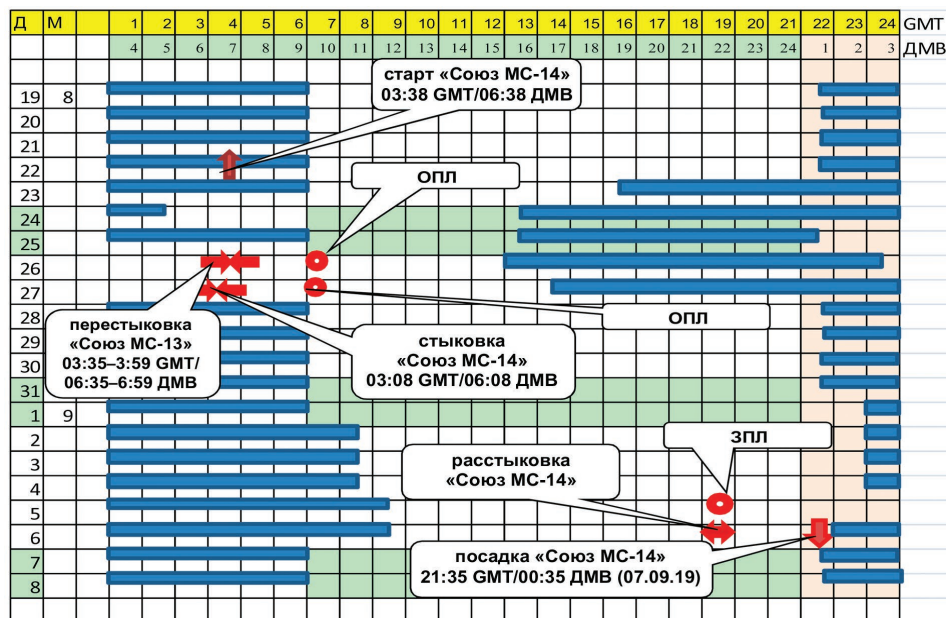


Рис.1. Особенности РТО экипажа МКС-60 в период деятельности с «Союз МС-14» ТПК № 743

09.09.19 г. – произведена смена позывного с БИ-7 на БИ-1 (в результате перестыковки с АО СМ на МИМ2).

Последующие 2 недели БИ-1 выполнял плановые работы в штатном режиме и дополнительные работы и эксперименты по программе Task List.

На 11-й неделе (25.09–01.10.19 г.) полноценных дней отдыха не было. Планировалось 6 рабочих дней и полдня отдыха после стыковки ТПК «Союз МС-15» № 744 с УКП ЭП-19.

Старт ТПК «Союз МС-15» № 744 состоялся в 16:57 ДМВ/13:57 GMT (25.09.19 г.). Стыковка к АО СМ проведена по 4-витковой схеме в автоматическом режиме в 22:42 ДМВ/19:42 GMT. В сутки стыковки РТО был напряженный. Рабочая нагрузка у БИ-1 составила 8 ч 50 мин; зона бодрствования – 18 часов. После завершения программы рабочего дня было предоставлено время для сна и отдыха с 05:00 GMT до 15:00 GMT (26.09.19 г.) продолжительностью 10 часов. В остальные дни этой недели БИ-1 работал в штатном режиме, дополнительно выполнял эксперименты по программе Task List, на что затрачивал по 30 мин ежедневно.

На 12-й неделе (02.10–08.10.19 г.) 03.10.19 г. РТО экипажа был изменен для обеспечения работ по расстыковке ТПК «Союз МС-12» № 742. Обязанности КЭ МКС-61 были возложены на бывшего БИ-2 МКС-60.

После посадки ТПК «Союз МС-12» № 742, экипажу МКС-61 было предоставлено время для сна/отдыха с 11:30 GMT 03.10.19 г. до 06:00 GMT 04.10.19 г. продолжительностью 18,5 часа.

Последующие 3 недели у БИ-1 отмечалось увеличение фактического рабочего времени 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 2 часов. Фактическое рабочее время 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 2 часов.

На 16-й неделе (30.10–05.11.19 г.) планировались 4 рабочих и 3 дня отдыха. Дополнительный день отдыха 04.11.19 г. – в связи с празднованием Дня народного единства. При нормативном планировании (6,5 часа) БИ-1 продолжал инициативно выполнять дополнительные работы и работы из Task List, в том числе и в дни отдыха.

В последующие недели выполнение БИ-1 дополнительных работ не приводило к существенным переработкам.

На 30-й неделе полета (06.02.2020 г.) состоялась расстыковка и посадка ТПК «Союз МС-13» № 746, в связи с чем РТО экипажа был изменен: 05.02.2020 г. подъем состоялся в 07:30 GMT, зона сна составила 10 часов.

После выполнения ряда запланированных работ (укладка возвращаемого оборудования в ТПК № 746 и др.) на станции состоялась церемония передачи командования, функции КЭ МКС-62 возложены на БИ-7 МКС-61.

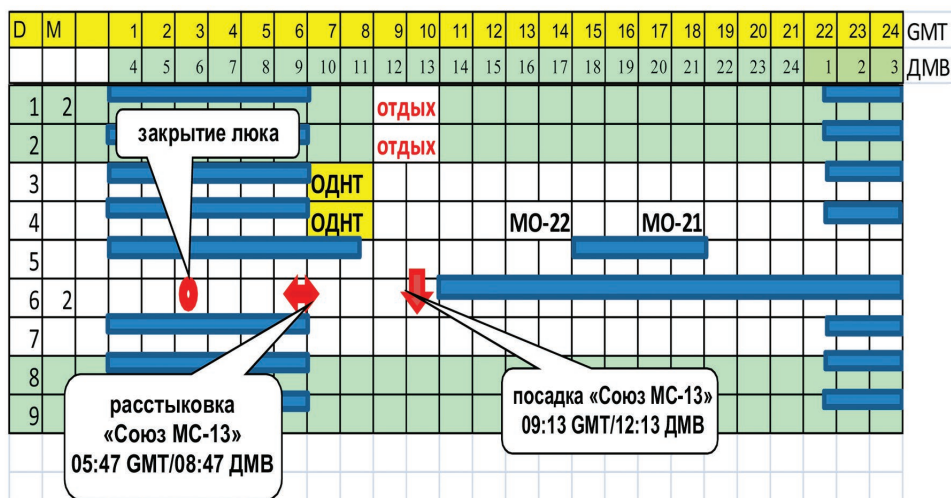


Рис.2. РТО для обеспечения расстыковки и посадки ТПК «Союз МС-13» № 746

Экипажу был предоставлен дневной сон с 14:00 до 18:00 GMT (продолжительность 4 часа).

После завершения укладки грузов в ТПК «Союз МС-13» № 746 и выполнения всех запланированных работ на МКС экипаж перешел в транспортный корабль.

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.).

Общее полетное время у БИ-7/БИ-1 МКС-60/61 составило 200 суток, из которых планировались 136 рабочих дней и 64 дня отдыха. Фактически, по сообщениям с борта и данным специалистов ГМО ГОГУ, из 64 дней отдыха у БИ-1 было всего 32 полноценных дня отдыха, когда время работы не превышало 2 часов; 22 неполных дня отдыха, когда фактическая продолжительность работ составляла от 2 до 4 часов. При этом 10 дней, предназначенных для отдыха, отмечались как рабочие дни, когда ежедневное время работы составляло 4,5 и более часов.

Суммарная плановая продолжительность работ в дни отдыха составила 61 ч 10 мин за весь полет. Фактическое время выполнения плановых и дополнительных работ в дни отдыха составило 170 ч 15 мин. Из них на работы и эксперименты по программе Task List в дни отдыха затрачено 74 ч 55 мин. На выполнение заданий по Task List в рабочие дни было затрачено 103 ч 50 мин.

За весь полет дополнительно к плану (внеплановые работы по указанию Земли, на работы, потребовавшие дополнительных временных затрат для их завершения, инициативные работы и задания по Task List) БИ-1

загратил 300 часов, что равноценно 46 рабочим дням при плановой рабочей нагрузке 6,5 часа на выполнение основных работ в день.

Из 29 полетных недель 10 недель были признаны с напряженным РТО, связанным с проведением погрузочно-разгрузочных работ с грузовыми и пилотируемыми кораблями, с выполнением 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. Непосредственно после выполнения напряженной деятельности (прием и отправка очередных экспедиций) экипажу предоставлялось время для продолжительного отдыха (сна) от 5 до 23 часов.

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).

Российский член экипажа выполнил весь объем запланированных штатных операций периодического медицинского контроля состояния здоровья и среды обитания.

Оперативный медицинский контроль проводился:

- во время выведения ТПК № 746 и стыковки с МКС (КК, БИ, БИ-2) 20.07/21.07.19 г.;
- во время перестыковки ТПК № 746 (КК, БИ, БИ-2) 26.08.19 г.;
- при проведении ОДНТ-тренировок: 22.01.20 г., 25.01.20 г., 28.01.20 г., 31.01.20 г., 03.02.20 г., 04.02.20 г.;
- во время расстыковки и спуска на Землю ТПК № 746 (КК, БИ, БИ-2) 06.02.20 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 (см. таблицу 1).

Таблица 1

Параметры микроклимата на РС МКС

Параметры	Минимально	Максимально	Норма
Д РО, мм рт. ст.	725	750	660–860
Д ПХО, мм рт. ст.	730	758	660–860
РО ₂ , мм рт. ст.	150	176	140–200
РСО ₂ , мм рт. ст.	0,9	2,9	<4,0–4,5*
РН ₂ О, мм рт. ст.	5,4	12,4	5–20
ОВ, %	26	54	40–75
СО, мг/м ³ (с 07.10.19) **	2,0	2,9	<5.0
Т 272, ПХО, °С	17,5	22,0	18–28
Т 276, РОБД, °С	19,8	26,8	18–28
Т 277, РОБД, °С	17,9	27,5	18–28
Т 278, над столом, °С	21,2	28,2	18–28
Т 282, каюта правая, °С	19,1	26,2	18–28
Т возд. ФГБ, °С	21,4	26,7	18–28
Т ЗС, СО1, °С	17,3	22,6	18–28

Общее давление в СМ по данным мановакуумметра колебалось в пределах 729–753 мм рт. ст.

Параметры микроклимата колебались в нормальных пределах за исключением температуры воздуха (в районе рабочего стола, однократно за полет на 2 витках температура воздуха превышала нормальные величины) и периодически пониженной относительной влажности (табл. 2, 3, 4).

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 ТГК и азотом из АС.

При повышении уровня РСО₂ до 3 мм рт. ст. (01.10.19 г. на АС) включались поглотительные патроны на РС МКС.

Таблица 2

Параметры микроклимата ТПК «Союз МС-13» № 746 на участке выведения, орбитального полета и стыковки с МКС 20.07/21.07.19 г.

Параметры	Минимально	Максимально	Допустимый диапазон
ДСА мм рт. ст.	755	837	450–970
ДБО мм рт. ст.	777	821	450–970
РО ₂ , мм рт. ст.	166	181	140–310
РСО ₂ , мм рт. ст.	1,6	3,6	<10
РН ₂ О, мм рт. ст.	15,8	19,8	<20
ОВ, %	63	81	40–75
ТСА, °С	21,7	27,1	18–25
ТБО, °С	17,8	20,3	18–25

Таблица 3

Параметры микроклимата «Союз МС-13» ТПК № 746 во время перестыковки с АО СМ на МИМ2 (26.08.19 г.)

Параметры	Минимально	Максимально	Допустимый диапазон
ДСА мм рт. ст.	743	757	660–860
ДБО мм рт. ст.	743	773	660–860
РО ₂ , мм рт. ст.	144	171	140–200
РСО ₂ , мм рт. ст.	1,4	3,1	<8
РН ₂ О, мм рт. ст.	8,5	11,7	<15
ОВ, %	42	57	40–75
ТСА, °С	20,9	25,1	18–25
ТБО, °С	19,3	21,1	18–25

Таблица 4

Параметры микроклимата «Союз МС-13» ТПК № 746 на этапе расстыковки и спуска (06.02.20 г.)

Параметры	Минимально	Максимально	Норма
ДСА мм рт. ст.	737	782	450–970
ДБО мм рт. ст.	672	743	450–970
РО ₂ , мм рт. ст.	151	203	140–310
РСО ₂ , мм рт. ст.	2,4	3,7	<10
РН ₂ О, мм рт. ст.	10,5	13,4	<15
ОВ, %	46	53	40–75
ТСА, °С	22,4	26,7	18–25
ТБО, °С	21,8	23,5	18–25

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 28.05.18 г. в связи с неработоспособностью и возвращен на Землю для проведения ремонтно-восстановительных работ. После доставки на борт был установлен и включен в работу 07.10.19 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 и, возможно, было связано с увеличением количества пыли при работах экипажа за панелями и при чистке вентиляционных решеток.

28.09.19 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.

СКВ1 – неоднократно происходило нештатное самопроизвольное отключение системы («температура хладагона ниже нормы», «температура компрессорной установки выше нормы»). Проводились перезапуски, тестирования и РВР (09.10.19 г. – дренаж хладагона из СКВ1; 11.11.19 г. – замена блока теплообменных агрегатов – БТА).

21.11.19 г. при осмотре СКВ1 БИ-1 отметил, что имеются места (в том числе компрессор) с нарушенной изоляцией – выступает влага. Проведена работа по дополнительной изоляции.

СКВ2 – периодически отмечалось нештатное самопроизвольное отключение в связи со срабатыванием токовой защиты компрессорной установки. Проводились перезапуски.

19.11.19 г. БИ-1 доложил о нештатной работе УОВ «Поток 150МК» в СМ: «Поток моргает и сбросил все настройки». После перезапуска под руководством специалиста установка включена в автоматический режим работы.

СРВ-К2М – 02.11.19 г. в 19:17 GMT БИ-1 доложил, что СРВ-К2М не дает горячую воду. Временно российскому экипажу было разрешено использовать горячую воду из АС. В 21:57 БИ-1 сообщил, что после очередного перезапуска СРВК работает нормально, горячая вода поступает.

АСУ – 06.12.19 г. в 09:17 GMT БИ-7 сообщил о неисправности в РС МКС. После согласования с ЦУПом-Х, экипажу РС МКС было дано разрешение использовать WNC в LAV АС МКС. Проведены РВР (замена МНР). В 13:35 GMT БИ-7 доложил о восстановлении работы АСУ в РС МКС. Неисправный МНР помещен в мешок КБО для последующего удаления.

Радиационная обстановка на МКС

За время полета РО внутри станции оставалась спокойной.

Накопленная поглощенная доза за полет у БИ-1 составила 8,5 сГр (8504 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 30.10–14.11.19 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 24.01.20 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 пробоотборниками ИПД-СО (ежемесячно) и ИПД-ННЗ (каждые 3 месяца) монооксида углерода и аммиака в СМ не обнаружено.

Замечания экипажа в сеансах радиосвязи:

26.08.19 г. КЭ МКС-60 сообщил, что обнаружил в ПрК текущую ЕДВ-У. Вытекающая жидкость – густая, зеленоватая. Поверхности, на которые попали капли жидкости, очищены салфетками для поверхностей. ЕДВ-У и использованные салфетки упакованы в двойной КБО и полиэтиленовый пакет. При проведении работ 19 КЭ МКС-60 использовал СИЗ – очки, респираторы, нитриловые перчатки.

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

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

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

По данным частных медицинских конференций российского врача экипажа: на протяжении всего полета БИ-7/БИ-1 санитарно-гигиеническую обстановку на станции в основном оценивал как комфортную. Для защиты органа слуха использовал индивидуальные наушники с активным подавлением шума в период сна.

24.09.19 г. БИ-1 отметил загрязненность внутренней поверхности двери его каюты (левая). По своей инициативе выполнил (23.09.19 г.) дополнительную уборку большого диаметра СМ и своей каюты, пропылесосил панели и некоторые запанельные пространства и протер санитарными салфетками некоторые поверхности и стол.

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

08.10.19 г. экипаж поинтересовался, когда ЦУП выдаст рекомендацию о начале использования доставленного на ТПК «Союз МС-15» нового пылесоса.

10.12.19 г. космонавты отметили достаточно заметное количество пыли в грузовом корабле «Прогресс МС-13».

Определение индивидуальной акустической нагрузки у БИ-7 проводилось за дневной и ночной периоды времени с использованием акустического монитора (AM hardware) в режиме акустической дозиметрии.

Место сна российского члена экипажа на момент проведения исследований: БИ-7 – левая каюта СМ. Анализ полученных данных показал, что у БИ-7 шумовая нагрузка за дневной период превышала предельно допустимый уровень (ПДУ) на 8,4–12,1 дБА. За ночной – на 2,6–14,1 дБА.

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

В СМ РС МКС внутри АСУ эквивалентный уровень звука превышает ПДУ как за дневной, так и за ночной период на 7,5 дБА и на 2,3 дБА, соответственно.

В СМ РС МКС в районе СОА «Воздух» (п. 221–222) эквивалентный уровень звука превышал ПДУ как за дневной, так и за ночной период на 12,6 дБА и на 14,4 дБА, соответственно.

Исследование акустической обстановки проводилось в модулях Node2, Columbus, US Lab, Node3 АС и СМ РС МКС с использованием акустического монитора в режиме измерений уровней шума (SLM) 04.09.19 г., 19 и 22.12.19 г.

Результаты анализа полученных данных показали следующее:

1. На рабочих местах в СМ РС уровни звука превышали допустимые значения на 1,0–5,1 дБА с максимальным значением в районе СОА «Воздух» и в районе медицинского шкафа.

По сравнению с предыдущими замерами от 10.03.2019 г., уровни звука на рабочих местах СМ повысились на 1,1–3,5 дБА.

2. В каютах СМ РС уровни звука превышали допустимые значения на 1,1–4,6 дБА.

По сравнению с предыдущими замерами от 10.03.2019 г., уровни звука в каютах повысились на 1,8 дБА в правой каюте, а в левой каюте практически не изменились.

В АС МКС также отмечено повышение уровней звука на рабочих местах и в каютах во всех исследованных модулях.

В связи с тем, что уровни звука в СМ РС МКС превышали допустимые значения, экипажу рекомендовалось использование индивидуальных средств защиты от шума (наушники с активным шумоподавлением), а также закрывать дверь каюты на время сна. КЭ использовал наушники с активным шумоподавлением во время сна, а в период бодрствования, как правило, средства защиты слуха не использовал.

По результатам контроля микробиологического состояния атмосферы МКС от 23.06.19 г., бактерии были обнаружены в 13 зонах из 16 исследованных зон. Количественный уровень обсемененности воздушной среды представителями бактериальной флоры колебался от 20 до 90 колониеобразующих единиц (КОЕ) в m^3 , что не превышало регламентируемый SSP 50260 MORD уровень для бактерий, равный 1000 КОЕ в m^3 .

Плесневые формы грибов были обнаружены в 1 из 16 исследованных зон. Содержание микромицетов в воздушной среде находилось в пределах до 100 КОЕ в m^3 , что не превышало регламентируемый SSP 50260 MORD уровень для плесневых форм грибов, равный 100 КОЕ в m^3 .

По результатам контроля санитарно-эпидемиологического состояния от 23.06.19 г., бактерии были обнаружены на всех исследованных поверхностях интерьера и оборудования из 24, и их содержание колебалось в пределах от $5,0 \times 10^1$ до $3,5 \times 10^3$ 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 .

Жизнеспособные фрагменты плесневых грибов не были обнаружены ни в одной из исследованных зон.

Питание и водопотребление

На всем протяжении полета у космонавта замечаний по питанию и водопотреблению не было. 06.08.19 г. КЭ сообщил, что использует буфетную систему, питаюсь в соответствии со своим рационом. Продукты питания на МКС в достаточном количестве. 08.10.19 г. БИ-1 высказал пожелание присылать в наборах свежих овощей и фруктов больше репчатого лука.

Использование средств профилактики

Профилактическое изделие «Браслет» надел через 3 часа после прибытия на МКС и использовал первые 3 дня (по данным РМС 22.07.19 г и 23.07.19 г.).

БИ-7 планировалось ознакомление с тренажером ARED (22.07.19 г.), ознакомительные занятия на БД-2 (23.07.19 г.) и на ВБ-3М (24.07.19 г.).

С 25.07.19 г. физические тренировки планировались по российской программе общей продолжительностью 2,5 часа, преимущественно блоком на БД-2 и ВБ-3М/ARED (с чередованием).

В связи с изменения РТО для обеспечения стыковки/расстыковки транспортных кораблей (ТК № 743, ТПК № 744, ТПК № 742) физические тренировки не планировались.

По ежедневным докладам ФТ выполнял в полном объеме по плану и в соответствии с рекомендациями.

С 07.01.20 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.

Примерка и подгонка изделия «Кентавр» у КЭ, БИ-1 и БИ-3 проведена 28.01.20 г.

По данным приватной медицинской конференции с российским врачом экипажа 28.01.20 г., у БИ-1 при подгонке изделия «Кентавр» явных замечаний нет. Шорты не подтягивал, гетры подтянул умеренно. В дальнейшем, при проверке герметичности скафандра, неудобств при использовании изделия «Кентавр» не было.

На всех этапах полета уровень физической тренированности космонавта оценивался как хороший.

Информация по работе тренажеров

01.10.19 г. БИ-1 сообщил, что во время тренировок на БД-2 с периодичностью 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». Для того, чтобы продолжить тренировку, сначала необходимо выключить БД-2, перезапустить и потом заново выбрать протокол какого-то дня 4-дневного цикла. Обычно выбирается первый день цикла, так как он самый короткий по времени и в условиях дефицита времени подходит для завершения беговой тренировки.

05.10.19 г. БИ-1 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». 06.10.19 г. проведена замена торсионов, работоспособность 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».

14.10.19 г. БИ-1 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.

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

20.12.19 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 под 60».

25.12.19 г. проведена проверка прокладки кабелей системы тензоизмерений БД-2 (рг 4361 группы ПДС), 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».

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

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

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.

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; контролировало 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	РОБД – рабочий отсек большой диаметр
ЗВЛ – закрытие выходного люка	ДСА – давление в спускаемом аппарате
РТО – режим труда и отдыха	ДБО – давление в бытовом отсеке
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	РО ₂ – парциальное давление кислорода
ФТ – физические тренировки	РСО ₂ – парциальное давление углекислоты
СА – спускаемый аппарат	РН ₂ O – парциальное давление паров воды
БО – бытовой отсек	ОВ, % – относительная влажность воздуха
ГОГУ – Главная оперативная группа управления	ТСА, °С – температура в спускаемом аппарате в градусах Цельсия
ISSMORD – документ требований к медицинским операциям МКС	ТБО, °С – температура в бытовом отсеке в градусах Цельсия
ОДНТ – отрицательное давление на низ тела	CSA-CP – американский анализатор состава атмосферы
МБИ – медико-биологические исследования	ЕДВ – емкость для воды
ГМО – группа медицинского обеспечения	БПИ – блок раздачи и подогрева
СМ – служебный модуль	БПИ-М – блок раздачи и подогрева воды модернизированный
ФГБ – функционально-грузовой блок	РО – радиационная обстановка
СО1 – стыковочный отсек	АСУ – ассенизационно-санитарное устройство
СОТР – система обеспечения терморегулирования	ИПД – индикаторный пробоотборник Дрейгера
КОХ – контур охлаждения	СПН – сменная панель насосов
РРЖ – регулятор расхода жидкости	КОБ – контур обогрева
СКВ – система кондиционирования воздуха	СОЖ – система обеспечения жизнедеятельности
БМП – блок удаления микропримесей	ПДУ – предельно допустимый уровень
СРВ-К2М – система регенерации воды из конденсата	МО – медицинская операция
СОА «Воздух» – система очистки атмосферы кислородом	БД-2 – бегущая дорожка РС МКС
УОВ «Поток 150МК» – устройство очистки воздуха	ARED – силовой тренажер АС МКС
РВР – ремонтно-восстановительные работы	ВБ-3М – велоэргометр бортовой
ТМ – телеметрия	ИМБП – Институт медико-биологических проблем
ДРО – общее давление в рабочем отсеке служебного модуля	ЦПК – Центр подготовки космонавтов
ДПХО – общее давление в переходном отсеке служебного модуля	ТНК-У-1М – российский тренировочно-нагрузочный костюм для бегущей дорожки
	Harness – американский тренировочно-нагрузочный костюм для бегущей дорожки