

ИТОГИ ПОЛЕТОВ ЭКИПАЖЕЙ МКС

RESULTS OF THE ISS CREW MISSIONS

УДК 629.78.007

DOI 10.34131/MSF.21.1.5-24

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПОДГОТОВКИ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЭКИПАЖА МКС-63 ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРОГРАММЫ КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЕТА

А.А. Иванишин, И.В. Вагнер, Г.Д. Орешкин, А.И. Кондрат,
А.А. Медведев, П.А. Сабуров

Герой Российской Федерации, летчик-космонавт Российской Федерации
инструктор-космонавт-испытатель отряда космонавтов Роскосмоса
А.А. Иванишин; космонавт-испытатель отряда космонавтов Роскосмоса
И.В. Вагнер; канд. техн. наук, доцент Г.Д. Орешкин; А.И. Кондрат;
А.А. Медведев; П.А. Сабуров (ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина»)

В статье приведены состав экипажа МКС-63, основные задачи, особенности и результаты его подготовки к полету. Представлены результаты деятельности экипажа на борту транспортного пилотируемого корабля (ТПК) «Союз МС-16» и Международной космической станции (МКС). Проведен предварительный анализ выполнения российской программы научно-прикладных исследований и экспериментов (НПИ). Кратко изложены работы по внекорабельной деятельности (ВКД) по программе американского сегмента (АС) МКС.

Ключевые слова: подготовка экипажа, космический полет, транспортный пилотируемый корабль, Международная космическая станция, деятельность экипажа, научная программа.

Main Results of Training and Activity of the ISS Crew for Expedition 63 When Carrying Out the Mission Plan.

**A.A. Ivanishin, I.V. Vagner, G.D. Oreshkin, A.I. Kondrat,
A.A. Medvedev, P.A. Saburov**

The paper represents the ISS crew for Expedition 63, main training tasks, activity of the crew aboard the Soyuz MS-16 manned transport vehicle (MTV) and the International Space Station (ISS). It also highlights the performance of EVA under the program of the US Segment and gives a preliminary analysis of the implementation of the Russian scientific-applied research and experiments.

Keywords: crew training, space flight, manned transport vehicle, International Space Station, crew activity, scientific program.

Состав экипажа

Члены экипажа МКС-63:

Иванишин Анатолий Алексеевич	командир ТПК «Союз МС-16», бортинженер экспедиции МКС-63 (Роскосмос, Россия);
Вагнер Иван Викторович	бортинженер ТПК «Союз МС-16», бортинженер экспедиции МКС-63 (Роскосмос, Россия);
Кэссиди Кристофер Джон	бортинженер-2 ТПК «Союз МС-16», командир экспедиции МКС-63 (НАСА, США)

выполнили космический полет длительностью 195 суток 18 часов 49 минут с 9 апреля по 22 октября 2020 года. Позывной экипажа – «Иркут».



Иванишин
Анатолий Алексеевич

Вагнер
Иван Викторович

Кэссиди
Кристофер Джон

Иванишин Анатолий Алексеевич – инструктор-космонавт-испытатель 1 класса Роскосмоса. В отряде космонавтов с 2003 года. 1-й космический полет продолжительностью 165 суток 7 часов 31 минута выполнил с 14 ноября 2011 года по 27 апреля 2012 года в составе экипажа МКС-29/30 в качестве бортинженера ТПК «Союз ТМА-22» и бортинженера МКС; 2-й космический полет продолжительностью 115 суток 2 часа 22 минуты выполнил с 7 июля по 30 октября 2016 года в составе экипажа МКС-48/49 в качестве командира ТПК «Союз МС-01», бортинженера экспедиции МКС-48 и командира экспедиции МКС-49.

Вагнер Иван Викторович – космонавт-испытатель Роскосмоса. В отряде космонавтов с 2010 года. Опыта космических полетов не имел.

Кэссиди Кристофер Джон – астронавт НАСА (США). В отряде астронавтов с 2004 года. 1-й космический полет продолжительностью 15 суток

16 часов 44 минуты выполнил на шаттле «Атлантис» (SNS-127) с 15 по 31 июля 2009 года в качестве «специалиста полета». В ходе полета совершил 3 выхода в открытый космос. Общая продолжительность ВКД составила 18 часов 05 минут. 2-й космический полет продолжительностью 166 суток 6 часов 15 минут выполнил с 29 марта по 11 сентября 2013 года в составе экипажа МКС-35/36 в качестве бортинженера ТПК «Союз ТМА-08М» и бортинженера МКС. В ходе полета выполнил 3 выхода в открытый космос общей продолжительностью 13 часов 09 минут.

Основные задачи программы полета экипажа МКС-63

Программа полета экипажа МКС-63 предусматривала:

1. Полет на ТПК «Союз МС-16», который включал в себя:
 - выведение, маневры, сближение и стыковку к стыковочному узлу малого исследовательского модуля МИМ2 российского сегмента (РС) МКС в автоматическом режиме;
 - расстыковку от МИМ2 РС МКС и возвращение на Землю спускаемого аппарата (СА).
2. Выполнение российской научной программы в соответствии с Программой реализации научно-прикладных исследований, планируемых в период шестьдесят третьей пилотируемой экспедиции МКС-63.
3. Материально-техническое обслуживание и дооснащение бортовых систем и оборудования РС МКС.
4. Ремонтно-восстановительные работы на РС МКС.
5. Стыковку и расстыковку российских транспортных пилотируемых и грузовых кораблей «Союз МС» и «Прогресс МС», американских пилотируемого корабля SpaceX DM-2 «Dragon-2» и грузовых кораблей «Cygnus NG», японского грузового корабля HTV-9.
6. Работы с тремя российскими, двумя американскими и одним японским транспортными грузовыми кораблями (ТГК).
7. Проведение ТВ-репортажей, фото- и видеосъемок.
8. Работы по программе символической деятельности.

Основные задачи, особенности и результаты подготовки экипажа к космическому полету

С июня 2018 года космонавты Анатолий Иванишин и Иван Вагнер проходили подготовку в составе дублирующего экипажа МКС-63. В составе дублирующего экипажа МКС-63 с февраля по сентябрь 2019 года в качестве бортинженера БИ-2 готовился астронавт Кристофер Кэссиди. С сентября 2019 года он был назначен в основной экипаж МКС-63, а вместо него в состав дублирующего экипажа МКС-63 назначен астронавт НАСА Стивен Боуэн. Подготовка космонавтов А.А. Иванишина и И.В. Вагнера со Стивеном Боуэном продолжалась до февраля 2020 года. В связи с изменением составов

экипажей с февраля 2020 года (за полтора месяца до старта ТПК «Союз МС-16») космонавты А.А. Иванишин и И.В. Вагнер приступили к подготовке в составе основного экипажа МКС-63. Заключительный этап подготовки проводился в условиях чрезвычайных мер безопасности, связанных с пандемией коронавируса.

Подготовка экипажа МКС-63 проводилась поочередными тренировочными сессиями: в Центре подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина – по РС МКС, ТПК и ТГК; в США (НАСА) – по американскому сегменту МКС; в Европейском центре астронавтов – по европейскому модулю «Коламбус»; в Японском космическом агентстве – по японскому космическому модулю «Кибо» и японскому грузовому кораблю HTV.

Подготовка космонавта А.А. Иванишина по космическим экспериментам (КЭ) «Плазменный кристалл», «Кинетика-1» и «Перитектика» была проведена в Европейском центре астронавтов (Германия).

Также по дополнительному договору между Государственной корпорацией «Роскосмос» и НАСА (США) проведена подготовка космонавта А.А. Иванишина в НАСА по нештатным критическим операциям ВКД в интересах АС МКС и подготовка космонавта И.В. Вагнера в НАСА и Канадском космическом агентстве по робототехнике в интересах АС МКС.

Программа подготовки экипажа в России была разработана на основе «Требований к технической подготовке экипажей», полученных из РКК «Энергия», и ряда дополнений к ним. При разработке программы подготовки были учтены задачи программы космического полета, текущий уровень подготовленности и распределение функциональных обязанностей между членами экипажа, а также объемы и результаты предыдущих этапов подготовки.

Большая часть времени была уделена подготовке по ТПК «Союз МС-16» и РС МКС.

Основными задачами подготовки являлись:

- формирование у членов экипажа знаний и умений, необходимых для выполнения ими функциональных обязанностей в составе экипажа ТПК «Союз МС-16»;
- отработка навыков, умений и взаимодействия членов экипажа при управлении бортовыми системами и оборудованием ТПК на всех этапах полета в штатных и нештатных ситуациях (НшС);
- отработка навыков, умений и взаимодействия членов экипажа при выполнении сближения, причаливания, стыковки и перестыковки ТПК «Союз МС-16» на все стыковочные узлы РС МКС;
- отработка навыков выполнения ручного управляемого спуска ТПК «Союз МС-16»;
- отработка навыков построения орбитальной ориентации в ручном режиме в аналоговом контуре спуска ТПК «Союз МС-16»;
- отработка навыков построения орбитальной ориентации в ручном режиме в дискретном контуре ТПК «Союз МС-16»;

- отработка навыков построения солнечной ориентации и закрутки ТПК в режимах ручной ориентации в аналоговом и дискретном контурах;
- отработка действий по выполнению срочного спуска с орбиты в случае покидания МКС;
- отработка навыков, умений и взаимодействия членов экипажа при выполнении расстыковки ТПК с неориентированной и нестабилизированной МКС;
- отработка навыков и умений выполнения причаливания, стыковки и расстыковки ТГК «Прогресс МС» на стыковочные узлы РС МКС в телеоператорном режиме управления (ТОРУ);
- отработка навыков контроля автоматического сближения и стыковки ТГК «Прогресс МС» с МКС;
- отработка навыков по передаче смены российского сегмента МКС и совместной работе в полете с экипажами МКС-62, ДМ-2 и МКС-64;
- отработка навыков и умений выполнения операций по консервации и расконсервации ТПК, операций по обеспечению готовности ТПК к спуску в случае срочного покидания МКС;
- отработка навыков и умений эксплуатации бортовых систем РС МКС (функционально-грузового блока (ФГБ), служебного модуля (СМ), стыковочного отсека СО1, малых исследовательских модулей МИМ1 и МИМ2);
- совершенствование знаний, отработка навыков и умений выполнения российской программы НПИ на РС МКС;
- отработка навыков и умений технического обслуживания, дооснащения и ремонта бортовых систем РС МКС;
- отработка взаимодействия членов экипажа, навыков и умений парирования аварийных ситуаций на МКС (пожар, разгерметизация, выброс токсичных веществ);
- ознакомление с выполнением разгрузочно-погрузочных работ на грузовых кораблях, укладкой снаряжения и личных вещей, возвращаемых грузов на пилотируемых кораблях;
- отработка навыков, умений и взаимодействия членов экипажа при выполнении задач ВКД в объеме типовых операций и по программе ВКД-47;
- отработка навыков, умений и взаимодействия членов экипажа в случае нештатной посадки в различных климатогеографических зонах;
- повышение устойчивости организма к факторам космического полета;
- отработка навыков оказания само- и взаимопомощи и эксплуатации бортовых медицинских средств.

На заключительном этапе подготовки с экипажем МКС-63 были проведены:

- экзаменационные тренировки на специализированных тренажерах по оценке готовности экипажа к выполнению ручных динамических режимов управления ТПК и ТГК;

– экзаменационные комплексные тренировки (ЭКТ) на тренажерах ТПК и РС МКС по оценке готовности экипажа к выполнению программы полета в целом.

Результаты экзаменационных тренировок экипажа МКС-63 представлены в таблице 1.

Таблица 1

Экзаменационные тренировки	Иванишин Анатолий Алексеевич	Вагнер Иван Викторович	Кэссиди Кристофер Джон
ЭКТ по ТПК «Союз МС-16»	5,0		
ЭКТ по РС МКС	5,0		
По ручному сближению ТПК «Союз МС-16»	4,75		–
По ручному причаливанию и перестыковке ТПК «Союз МС-16»	5,0	4,95	–
По ТОРУ ТГК «Прогресс МС»	5,0	5,0	–
По РУС ТПК «Союз МС-16»	4,9	5,0	–

По результатам подготовки экипажа МКС-63 специалистами Центра подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина были разработаны замечания и предложения по совершенствованию процесса подготовки космонавтов.

Решением Главной медицинской комиссии (ГМК) от 26 февраля 2020 года российские члены экипажа МКС-63 были признаны годными к космическому полету. Результаты медицинских обследований, проведенных для Кристофера Кэссиди, и заключение о состоянии его здоровья были доложены врачом НАСА на заседании ГМК. Уровень физической подготовленности всех членов экипажа находился на высоком уровне.

По итогам подготовки экипажа 20 марта 2020 года в Центре подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина состоялось заседание Межведомственной комиссии, которая, рассмотрев результаты зачетов и экзаменов и выводы ГМК, пришла к заключению:

1. Экипаж к выполнению космического полета по программе МКС-63 основной экспедиции на ТПК «Союз МС-16» и российском сегменте МКС подготовлен.

2. Экипаж может приступить к этапу предстартовой подготовки на космодроме «Байконур».

Выведение и стыковка ТПК «Союз МС-16»

В процессе предстартовой подготовки замечаний к работе бортовых систем не выявлено. Старт ТПК «Союз МС-16» (рис. 1) с экипажем в составе Анатолия Иванишина, Ивана Вагнера и Кристофера Кэссиди состоялся 9 апреля 2020 года в 11:05:06 ДМВ с космодрома «Байконур».



Рис. 1. Старт ТПК «Союз МС-16»

Выведение, отделение корабля от ракеты-носителя прошло штатно.

Сближение ТПК «Союз МС-16» с МКС осуществлялось в соответствии с программой полета по 4-витковой схеме, и в 17:13:21 ДМВ ТПК «Союз МС-16» причалил к стыковочному узлу МИМ2 РС МКС в автоматическом режиме.

После стыковки экипаж выполнил контроль герметичности отсеков корабля и стыка, ускоренное выравнивание давления между отсеками ТПК и МКС и открыл переходные люки.

Выполнив консервацию транспортного корабля, экипаж завершил первый этап программы полета ТПК «Союз МС-16».

Полет на борту МКС

В период работы экипажа МКС-63 на РС МКС были проведены запланированные работы по техническому обслуживанию бортовых систем, ремонтно-восстановительные работы и дооснащение.

Наиболее трудоемкими операциями являлись:

1. По техническому обслуживанию бортовых систем РС МКС:
 - диагностика приборов БФ-1М (блок фильтров) и БСШ-1М (блок сборных шин) системы электропитания СМ;

- измерение температуры корпуса и соединителей приборов ПТАБ модулей аккумуляторных батарей (АБ);
- замена шлангов изменяемой длины и клапана КЛ-3 в системе регенерации воды СРВ-К2М;
- диагностика приборов БФ-2 и БСШ-2 системы электроснабжения (СЭС) ФГБ;
- замена комплекта сменных магистралей откачки конденсата (СМОК) системы обеспечения теплового режима (СОТР) СМ;
- мониторинг состояния поверхностей элементов конструкции корпусов РС МКС с использованием прибора МВП-2К(М);
- диагностика приборов системы управления бортовым комплексом ФГБ;
- осмотр и фотографирование состояния стекол иллюминаторов РС МКС на предмет появления дефектов.

2. По ремонту и дооснащению РС МКС:

- замена монитора аудио-, видеокомплекса «Агат-2»;
- ремонтно-восстановительные работы приборов системы управления бортовой аппаратуры СМ;
- замена блока 800А и БУПТ-2 модулей АБ СЭС ФГБ;
- замена блоков ПТАБ-1М и БУПТ-1М СМ;
- замена насоса Н1 в гидроконтуре (ГК1) СОТР в МИМ1;
- замена вакуум-насоса ВН-1 в блоке вакуумирования системы СРВ-У-РС в МИМ1;
- замена извещателей дыма ИДЭ-3 на ИДЭ-3М в ФГБ;
- замена файлового сервера FS1 модели T61P на модель HP ZBook;
- установка и проверка работоспособности комплекса «Рефлеком БХК»;
- поиск места утечки атмосферы МКС. С этой целью выполнялась изоляция объемов РС МКС, осуществлялся поиск негерметичности в ПрК по периметру СтА и трубопроводов СОТР с использованием ультразвукового течеискателя ULD и ИК-камеры. Выполнена временная герметизация предполагаемого места утечки атмосферы в ПрК (VI плоскость над аппаратурой ШСС).

С 13 августа по 3 сентября 2020 года выполнены работы по восстановлению функций шлюзового отсека модуля МИМ2.

В процессе космического полета выполнены:

- расстыковка ТПК «Союз МС-15» от стыковочного узла АО СМ РС МКС (17 апреля 2020 года);
- стыковка ТПК «Прогресс МС-14» в автоматическом режиме к АО СМ РС МКС (25 апреля 2020 года). Сближение и стыковка проведены по 2-витковой схеме;
- расстыковка американского грузового корабля «Cygnus NG-13» от надирного порта модуля Node1 с помощью манипулятора SSRMS (11 мая 2020 года);

- сближение японского грузового корабля HTV-9 с МКС, захват манипулятором станции SSRMS, перемещение и установка корабля на надирный порт модуля Node2 (25 мая 2020 года);
- стыковка американского пилотируемого корабля SpaceX DM-2 «Dragon-2» с МКС в автоматическом режиме к порту РМА-2 модуля Node2 (31 мая 2020 года) в составе экипажа Дугласа Джеральда Хёрли (командира корабля «Crew Dragon») и Роберта Луиса Бенкена (командира по совместным операциям с МКС);
- расстыковка ТГК «Прогресс МС-13» от СО1 РС МКС (8 июля 2020 года);
- стыковка ТГК «Прогресс МС-15» в автоматическом режиме к СО1 РС МКС (23 июля 2020 года). Сближение и стыковка проведены по 2-витковой схеме;
- расстыковка американского пилотируемого корабля SpaceX DM-2 «Dragon-2» от порта РМА-2 модуля Node2 (2 августа 2020 года);
- расстыковка японского грузового корабля HTV-9 от надирного порта модуля Node2 с помощью манипулятора SSRMS (18 августа 2020 года);
- сближение американского грузового корабля «Cygnus NG-14» с МКС, захват корабля манипулятором станции SSRMS, перемещение и установка корабля к надирному порту модуля Node1 (5 октября 2020 года);
- стыковка ТПК «Союз МС-17» в автоматическом режиме к стыковочному узлу МИМ1 РС МКС (14 октября 2020 года). Сближение и стыковка с МКС пилотируемого корабля впервые проведены по 2-витковой схеме;
- работы по разгрузке и укладке удаляемого оборудования в грузовые корабли;
- дополнительные работы по программе АС МКС;
- фото- и видеосъемки жизнедеятельности на станции экспедиций МКС-62 и МКС-63.

Много времени экипажем было уделено на мероприятия по связям с общественностью и программе символической деятельности: видеосъемки по заявкам ГК «Роскосмос»; ТВ-сеансы с Президентом Российской Федерации В.В. Путиным, с ведущими «Роскосмос ТВ», «Шахматный матч», «Доброе утро, Поморье», Центральной избирательной комиссией, участниками дистанционного урока из космоса; голосование по поправкам в Конституцию Российской Федерации; работы по ведению персональных блогов и подготовка письменных, видео- и фоторепортажей; подготовка ответов на вопросы российских и зарубежных граждан для официального сайта ГК «Роскосмос» и социальных сетей; видеосъемка для проекта «Космический урок 2.0. Перезагрузка» и аудиосеанс с его участниками и т.д.

С целью поддержания и восстановления в условиях длительного космического полета профессиональных знаний, навыков и умений, необходимых для успешного выполнения программы полета, с экипажем МКС-63 были проведены 12 бортовых тренировок и 1 консультация (табл. 2):

Таблица 2

№ п/п	Дата проведения	Наименования бортовых тренировок и консультации
1	10.04.2020	Тренировка экипажа по ознакомлению с оборудованием, используемым в аварийных ситуациях на МКС
2	22.04.2020	Тренировка бортинженеров БИ-1 и БИ-2 по телеоператорному режиму управления (ТОРУ) перед стыковкой ТГК «Прогресс МС-14» с МКС
3	19.05.2020	Интегрированная тренировка экипажа по действиям в аварийных ситуациях на МКС (сценарии: разгерметизация в Node1 и выброс аммиака в Lab)
4	27.05.2020	Тренировка по дополнительным действиям в аварийных ситуациях после прихода грузового корабля НТВ-9
5	01.06.2020	Тренировка на борту по особенностям действий в аварийных ситуациях после прихода корабля SpaceX DM-2 «Dragon-2»
6	03.06.2020	Тренировка экипажа по ознакомлению с оборудованием, используемым в аварийных ситуациях на МКС для командира экипажа (КЭ) и бортинженеров БИ-1, БИ-10 и БИ-11
7	09.07.2020	Тренировка по спуску на ТПК «Союз МС-16» в случае аварии на МКС
8	14.07.2020	Обзорная тренировка для КЭ, БИ-1 и БИ-2 по использованию аварийной маски
9	20.07.2020	Тренировка БИ-1 и БИ-2 по ТОРУ перед стыковкой ТГК «Прогресс МС-15» с МКС
10	20.08.2020	Интегрированная тренировка экипажа по действиям в аварийных ситуациях (сценарии: разгерметизация РО СМ, пожар в Node2)
11	15.10.2020	Тренировка экипажа ТПК «Союз МС-16» по спуску и консультация по составу и размещению возвращаемых грузов
12	17.10.2020	Тренировка экипажа ТПК «Союз МС-16» по спуску
13	19.10.2020	Тренировка экипажа МКС-64 по ознакомлению с оборудованием, используемым в аварийной ситуации на МКС

В процессе полета большое внимание уделялось вопросам безопасности. Медицинские и санитарно-гигиенические средства, система обеспечения питанием, лечебно-профилактические мероприятия в целом обеспечили нормальную жизнедеятельность и работоспособность космонавтов на протяжении всего полета. Медицинское обеспечение осуществлялось в соответствии с требованиями по медицинским операциям МКС.

Научная программа

Научная программа в период полета космонавтов А.А. Иванишина и И.В. Вагнера в составе экипажа МКС-63 выполнялась в соответствии с Программой реализации научно-прикладных исследований, планируемых в период шестьдесят третьей пилотируемой экспедиции МКС-63, в которой было запланировано 47 КЭ.

Перечень КЭ, распределенных по направлениям российской Долгосрочной программы НПИ, приведен в таблице 3.

Таблица 3

Направления Долгосрочной программы НПИ	Наименование КЭ	Кол-во КЭ
Физико-химические процессы и материалы в условиях космоса	«Плазменный кристалл», «Кинетика-1», «Перитектика», «s-FLAME», «Фламенко»	5
Исследование Земли и космоса	«БТН-Нейтрон», «Ураган», «Уф атмосфера», «Терминатор», «Дубрава», «Сценарий», «Экон-М»	7
Человек в космосе	«Кардиовектор», «Профилактика-2», «Биокард», «Взаимодействие-2», «Пилот-Т», «Нейроиммунитет», «Коррекция», «ЛОР», «ОМИКи-СПК», «Матрешка-Р», «Альгометрия»	11
Космическая биология и биотехнология	«Биориск», «Феникс», «Асептик», «Биодеградация», «Каскад» (этап 2), «Биопленка», «Микровир», «Константа-2», «Биомаг-М», «Магнитный 3D-биопринтер»	10
Технологии освоения космического пространства	«Вектор-Т», «Изгиб», «Контроль», «Идентификация», «Среда МКС», «Сепарация», «Визир», «Пробой», «Биополимер», «ИМПАКТ»	10
Образование и популяризация космических исследований	«Великое начало», «О Гагарине из космоса», «EarthKAM», «Интер-МАИ-75»	4
Итого:		47

Всего космонавты А.А. Иванишин и И.В. Вагнер принимали участие в 43 КЭ, из них:

- два КЭ: «Плазменный кристалл» и «УФ атмосфера» – совместно с ЕКА;
- два КЭ: «Перитектика» и «Кинетика-1» – совместно с ЕКА и НАСА;
- три КЭ: «s-FLAME» и «Фламенко», «EarthKAM» – совместно с НАСА.

Четыре КЭ: «Кинетика-1», «БТН-Нейтрон», «Биориск», «Изгиб» выполнялись в автоматическом режиме без участия экипажа.

На рис. 2 и 3 представлены фотоснимки космонавтов И.В. Вагнера и А.А. Иванишина в процессе выполнения КЭ «Экон-М», «s-FLAME» и «Фламенко».

В период полета экипажа МКС-63 выполнялись новые российские эксперименты по направлению «Человек в космосе», постановщиком которых является ГНЦ РФ–ИМБП РАН:

1. КЭ «ЛОР» (исследование состояния ЛОР-органов, пародонта и твердых тканей зубов у космонавтов в условиях космического полета), целью которого является получение полетных данных о состоянии ЛОР-органов (ротовой полости, носовых полостей и ушных полостей) космонавтов в целях диагностики, профилактики и лечения возможных заболеваний этих органов.

2. КЭ «ОМИКи-СПК» (оценка состояния здоровья и адаптивных резервов человека по сухим пятнам крови методами протеомики, метаболомики и липидомики) в интересах получения данных о взаимосвязях белков, пептидов, компонентов метаболического профиля, включающего липиды, формирующих индивидуальный портрет приспособления организма к условиям космического полета.



Рис. 2. Космонавт И.В. Вагнер в процессе выполнения КЭ «Экон-М»

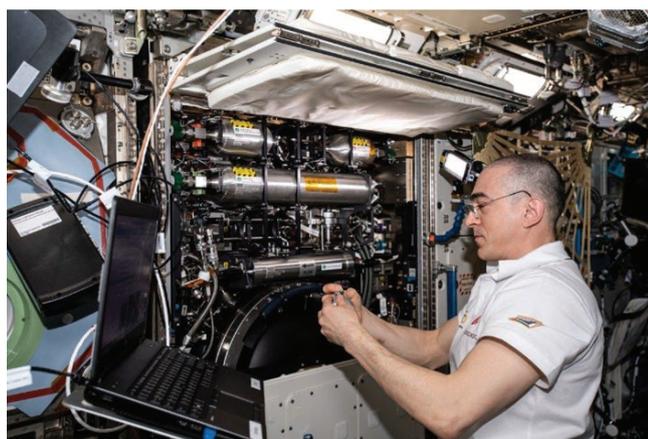


Рис. 3. Космонавт А.А. Иванишин выполняет КЭ «s-FLAME» и «Фламенко»

Следует отметить, что по прибытии на станцию космонавты А.А. Иванишин и И.В. Вагнер уже на третий день в составе экспедиции МКС-62 активно включились в работу по выполнению научной программы. Так в период экспедиции МКС-62 были проведены несколько сеансов КЭ «Магнитный 3D-биопринтер», «Биопленка», начато выполнение КЭ «Микровир», «Коррекция», «Идентификация», «Кардиовектор», «Экон-М» и др.

На выполнение российской научной программы Анатолий Иванишин и Иван Вагнер затратили 653 часа 35 минут (из них более 181 часа – по Task List). Общее фактическое рабочее время космонавтов составило 2289 часов 10 минут. Трудозатраты на выполнение научной программы на АС составили 6 ч 40 мин. По-прежнему много времени уходит на служебные операции на РС МКС. Так на техническое обслуживание РС МКС (в том числе ремонтно-восстановительные работы) за время полета экипажем было затрачено 579 часов 20 минут – это 25,3 % от общего фактического рабочего времени.

Распределение индивидуальных затрат рабочего времени космонавтов А.А. Иванишина и И.В. Вагнера на научную программу и техническое обслуживание РС МКС представлено в таблице 4.

Таблица 4

Наименование работ	А.А. Иванишин	И.В. Вагнер
Российская научная программа	213 ч 45 мин	258 ч 45 мин
Task List	106 ч 55 мин	74 ч 10 мин
Научная программа АС	5 ч 55 мин	0 ч 45 мин
Техническое обслуживание и ремонт	324 ч 35 мин	254 ч 45 мин

Космонавт А.А. Иванишин принял участие в 29 экспериментах, космонавт И.В. Вагнер – в 32.

Самыми трудоемкими экспериментами в период работы экспедиции МКС-63 были: «Экон-М» – 167 часов 25 минут; «Ураган» – 59 часов 40 минут; «Уф атмосфера» и «Сепарация» – по 28 часов 55 минут каждый; «Матрешка» – 26 часов 40 минут.

В период работы экспедиций МКС-23–МКС-51, когда на борту РС МКС находились три российских космонавта, на выполнение российской научной программы в среднем затрачивалось более 35 % их фактического рабочего времени. Наибольший объем выполнения российской научной программы, в среднем 38,5 % фактического рабочего времени, приходился на период работы экспедиций МКС-41–МКС-51.

Объем работ на выполнение российской научной программы в период экспедиций МКС-51–МКС-62 после сокращения числа российских космонавтов на борту РС МКС (каждый экипаж МКС-50/51–МКС-61/62 представлял один российский космонавт), начиная с апреля 2017 года, в среднем составил 29,5 % от общего фактического рабочего времени космонавтов (рис. 4) [1, 2].

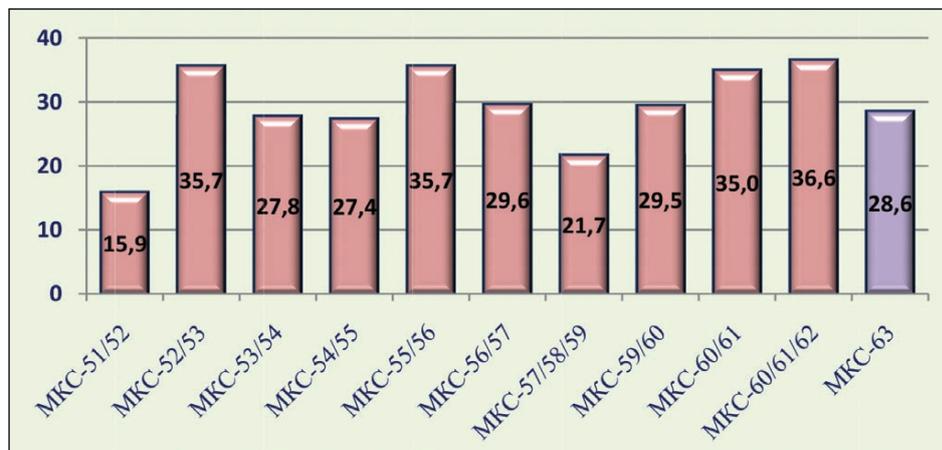


Рис. 4. Фактическое рабочее время экипажей МКС на выполнение программы НПИ с 2017 года (в процентах от общего фактического рабочего времени)

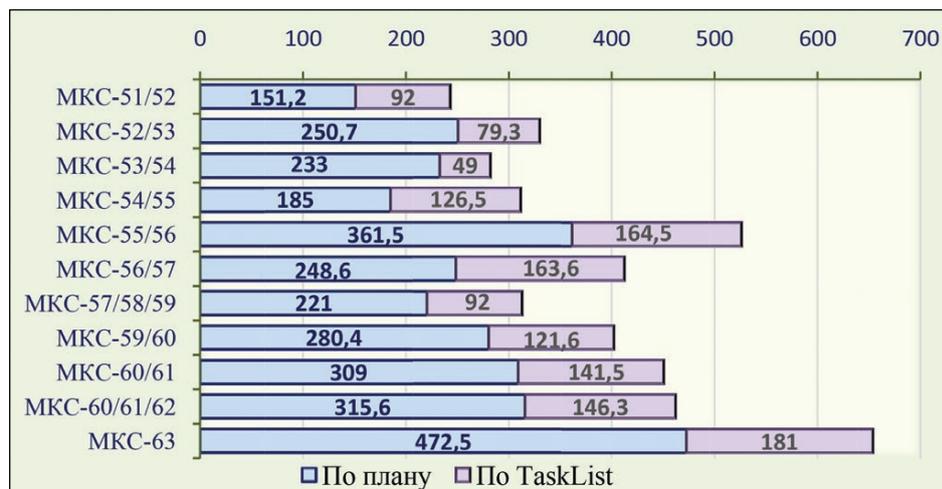


Рис. 5. Распределение планируемых трудозатрат и по Task List на выполнение программы НПИ с 2017 года

На рис. 5 приведены временные затраты экипажей МКС-51/52–МКС-63 в личное время (по Task List) на выполнение российской научной программы [1, 2].

Экспедиция МКС-63 включала в своем составе двух российских космонавтов. Несмотря на большой объем работ по программе космического полета, включая эксплуатацию бортовых систем, разгрузочно-погрузочные работы, техническое обслуживание и дооснащение, медицинские операции, мероприятия по связи с общественностью, бортовые тренировки,

обеспечение ВКД по программе АС и др., экипаж в полном объеме выполнил научную программу, при этом затраты рабочего времени на выполнение научной программы составили 28,6 % от общего фактического рабочего времени космонавтов.

Внекорабельная деятельность

По программе РС МКС выходов в открытый космос не предусматривалось.

По программе АС МКС командиром экспедиции МКС-63 Кристофером Кэссиди и бортинженером экспедиции МКС-63 Робертом Бенкен было выполнено четыре выхода в открытый космос:

1-й – 26 июня 2020 года по программе ВКД-65. Основная задача выхода состояла в замене аккумуляторных батарей станции (рис. 6). Продолжительность «Выхода» составила 6 часов 07 минут.

2-й – 1 июля 2020 года по программе ВКД-66. Основная задача выхода заключалась в продолжении замены аккумуляторных батарей станции. Продолжительность «Выхода» составила 6 часов 01 минута.

3-й – 16 июля 2020 года по программе ВКД-67. Основная задача выхода состояла в установке новой камеры на внешней поверхности МКС и замене аккумуляторных батарей станции. Продолжительность «Выхода» составила 6 часов.

4-й – 21 июля 2020 года по программе ВКД-68. Основными задачами выхода были: установка платформы RiTS для хранения роботизированных средств контроля газовых утечек RELL; демонтаж узла H-fixture у основания фермы солнечных батарей; подготовка к монтажу нового шлюза NanoRack



Рис. 6. Проведение плановых работ в открытом космосе по замене аккумуляторных батарей МКС

для коммерческих программ на модуле Tranquility; прокладка интернет-кабеля по корпусу станции. Продолжительность «Выхода» составила 5 часов 29 минут.

ВКД по программе АС МКС выполнялись из шлюзового отсека Airlock в скафандрах ЕМУ.

Космонавт И.В. Вагнер оказывал поддержку астронавтам при выполнении всех четырех выходов в открытый космос по программе АС МКС.

Совместный полет с другими экипажами МКС

Экипаж экспедиции МКС-63 осуществлял совместный полет с экипажами экспедиций МКС-62, DM-2 и МКС-64.

С 9 по 17 апреля 2020 года состав экипажа МКС включал 6 человек (рис. 7): Скрипочка Олег Иванович; Меир Джессика Ульрика; Морган Эндрю Ричард; Иванишин Анатолий Алексеевич; Вагнер Иван Викторович; Кэссиди Кристофер Джон.

После расстыковки ТПК «Союз-МС-15» с 17 апреля 2020 года экипаж экспедиции МКС-63 работал по 30 мая 2020 года, а затем со 2 августа по 14 октября 2020 года в составе трех человек: командира МКС Кристофера Кэссиди и бортинженеров МКС Анатолия Иванишина и Ивана Вагнера (рис. 8).



Рис. 7. Экипаж экспедиции МКС-62 (09–17.04.2020)



Рис. 8. Экипаж экспедиции МКС-63 (17.04–30.05.2020, 02.08–14.10.2020)



Рис. 9. Экипаж экспедиции МКС-63 (31.05–02.08.2020)

С 31 мая 2020 года по 2 августа 2020 года в состав экипажа экспедиции МКС-63 входил экипаж пилотируемого корабля SpaceX DM-2 «Dragon-2» Дуглас Хёрли и Роберт Бенкен (рис. 9).

С 14 октября 2020 года, после стыковки с МКС ТПК «Союз МС-17», экипаж 63 экспедиции увеличился до 6 человек: на смену Анатолию Иваншину, Ивану Вагнеру и Кристоферу Кэссиди на МКС прибыли космонавты Сергей Рыжиков, Сергей Кудь-Сверчков (Роскосмос) и астронавт Кэтлин Рубинс (НАСА) (рис. 10).



Рис. 10. Экипаж экспедиции МКС-63 (14–21.10.2020)

Расстыковка и спуск ТПК «Союз МС-16»

Завершив программу полета на борту МКС, началась подготовка экипажа к возвращению на Землю.

17 октября 2020 года в рамках подготовки к спуску с орбиты командиром корабля и бортинженером проводился штатный «Тест СУДН № 2». Тест прошел без замечаний.

21 октября 2020 года на 11-м суточном витке экипаж в составе Анатолия Иванишина, Ивана Вагнера и Кристофера Кэссиди выполнил расконсервацию ТПК «Союз МС-16».

В 22:40:00 ДМВ по указанию Земли экипаж осуществил переход на автономное питание и в 23:25:27 ДМВ на 12-м суточном витке закрыл переходные люки. На этом же витке экипажем была проведена проверка герметичности переходных люков.

На 13-м суточном витке после перехода экипажа в СА и закрытия люка СА-БО (БО – бытовой отсек) экипаж выполнил проверку герметичности скафандров и люка СА-БО.

Расстыковка от МИМ2 РС МКС выполнена 22 октября 2020 года на 14-м суточном витке в автоматическом режиме с двумя импульсами увода. МКС находилась в дежурной ориентации. Запуск динамического режима системы управления движением и навигации ТПК для режима расстыковки выполнен экипажем в 02:25:00 ДМВ. Команда на открытие крюков ТПК по указанию ЦУПа-М выдана экипажем в 02:30:00 ДМВ, расстыковка произошла в 02:32:14 ДМВ.

После расстыковки при выполнении заключительных операций на пульт космонавта был передан массив цифровой информации с данными на спуск. По указанию Земли экипаж выполнил сверку данных на спуск с данными в бортовой документации.

Спуск выполнялся по штатной программе. Посадка выполнена на первом суточном витке. Включение сближающе-корректирующего двигателя для выдачи тормозного импульса произошло в 05:00:51 ДМВ. Двигатель штатно отработал тормозной импульс (128 м/с).

Разделение отсеков произошло в 05:28:55 ДМВ. Расчетное время входа СА в атмосферу составило 05:33:23 ДМВ. Спуск в атмосфере выполнен в режиме автоматического управляемого спуска. Внеатмосферный промах составил +7 секунд, максимальная перегрузка – 3,94 единицы.

Посадка СА произошла в 05:54:12 ДМВ в расчетной точке вблизи г. Жезказгана (рис. 11).

Двигатели мягкой посадки сработали штатно. СА ТПК «Союз МС-16» находился вертикально, купол парашюта погашен. Самочувствие экипажа хорошее.

По завершении космического полета в период с 28 октября по 12 ноября 2020 года в процессе встреч со специалистами Центра подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина и заинтересованных организаций космонавтами А.А. Иванишиным и И.В. Вагнером был высказан ряд замечаний и предложений по конструкции, бортовым системам и оборудованию, организации работ на ТПК, ТГК и РС МКС, научной аппаратуре и программе НПИ, информационному обеспечению и планированию деятельности экипажа, подготовке космонавтов и т.д. в интересах дальнейшего совершенствования космической техники, организации деятельности экипажей в полете и повышения качества подготовки космонавтов.



Рис. 11. Приземление спускаемого аппарата

Выводы

Несмотря на то, что космонавты А.А. Иванишин и И.В. Вагнер приступили к подготовке в составе основного экипажа МКС-63 с февраля 2020 года (за полтора месяца до старта ТПК «Союз МС-16»), их наземная подготовка по ТПК «Союз МС-16» и РС МКС, а также подготовка на борту МКС позволили экипажу экспедиции МКС-63 успешно выполнить программу космического полета, в том числе в полном объеме реализовать российскую программу НПИ.

В процессе космического полета большое внимание уделялось вопросам безопасности: проводились инструктажи по безопасности, бортовые тренировки и консультации.

Для продолжения дальнейшей эксплуатации МКС на российском сегменте выполнены работы по техническому обслуживанию и дооснащению бортовых систем и оборудования, а также плановые ремонтно-восстановительные работы.

Тесное взаимодействие экипажа МКС-63 с экипажами МКС-62, DM-2 и МКС-64, а также персоналом Центра управления полетами способствовало их эффективной деятельности на борту МКС.

По результатам послеполетных встреч экипажа со специалистами составлен план-график мероприятий по устранению замечаний и реализации предложений космонавтов А.А. Иванишина и И.В. Вагнера.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Основные результаты подготовки и деятельности экипажа МКС-60/61 при выполнении программы космического полета / Скворцов А.А., Орешкин Г.Д., Кондрат А.И., Медведев А.А., Сабуров П.А. // Пилотируемые полеты в космос. – № 2(35). – 2020. – С. 5–22.
- [2] Основные результаты подготовки и деятельности экипажа МКС-60/61/62 при выполнении программы космического полета / Скрипочка О.И., Орешкин Г.Д., Кондрат А.И., Медведев А.А., Сабуров П.А. // Пилотируемые полеты в космос. – № 3(36). – 2020. – С. 5–24.

REFERENCES

- [1] Main results of training and activity of the ISS-60/61 crew members when carrying out the mission plan / Skvortsov A.A., Oreshkin G.D., Kondrat A.I., Medvedev A.A., Saburov P.A. // Scientific Journal Manned Spaceflight. – No 2(35). – 2020. – pp. 5–22.
- [2] Main results of training and activity of the ISS crew for Expedition 60/61/62 when carrying out the mission plan / Skripochka O.I., Oreshkin G.D., Kondrat A.I., Medvedev A.A., Saburov P.A. // Scientific Journal Manned Spaceflight. – No 3(36). – 2020. – pp. 5–24.