

ИТОГИ ПОЛЕТОВ ЭКИПАЖЕЙ МКС

RESULTS OF THE ISS CREW MISSIONS

УДК 629.78.007

DOI 10.34131/MSF.20.2.5-22

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПОДГОТОВКИ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЭКИПАЖА МКС-60/61 ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРОГРАММЫ КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЕТА

А.А. Скворцов, Г.Д. Орешкин, А.И. Кондрат,
А.А. Медведев, П.А. Сабуров

Герой Российской Федерации, летчик-космонавт Российской Федерации
А.А. Скворцов; 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 представлены состав экипажа МКС-60/61, основные задачи и результаты его подготовки. Большое внимание уделено результатам деятельности экипажа на борту транспортного пилотируемого корабля (ТПК) «Союз МС-13» 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, внекорабельная деятельность, научная программа, космический эксперимент.

Main Results of Training and Activity of the ISS-60/61 Crew Members When Carrying Out the Mission Plan. A.A. Skvortsov, G.D. Oreshkin, A.I. Kondrat, A.A. Medvedev, P.A. Saburov

The paper represents the ISS-60/61 crew members, main tasks and results of crew training. Special attention is paid to the crew activity aboard the Soyuz MS-13 manned transport vehicle (MTV) and ISS. The EVA operations performed according to the program of the ISS USOS (US Orbital Segment) are briefly reviewed. The paper contains preliminary analysis of the Russian scientific program of applied research and experiments.

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

Состав экипажа

Члены экипажа длительной экспедиции МКС-60/61: Скворцов Александр Александрович – командир ТПК «Союз МС-13», бортинженер экспедиций МКС-60, -61 (Роскосмос, Россия); Пармитано Лука Сальво – бортинженер ТПК «Союз МС-13», бортинженер экспедиции МКС-60, командир экспедиции МКС-61 (ЕКА, Италия) выполнили космический полет длительностью 200 суток 16 часов 44 минуты с 20 июля 2019 года по 6 февраля 2020 года. Позывной экипажа – «Утес».

Члену экипажа длительной экспедиции МКС-60/61 Моргану Эндрю Ричарду – бортинженеру-2 ТПК «Союз МС-13», бортинженеру экспедиций МКС-60, -61 (НАСА, США) по взаимному соглашению НАСА и Государственной корпорации (ГК) «Роскосмос» было продлено пребывание на борту МКС. Его возвращение запланировано в составе экипажа ТПК «Союз МС-15» вместе с командиром корабля Скрипочкой Олегом Ивановичем и бортинженером-1 Меир Джессикой Ульрикой.

В соответствии с программой полета бортинженер-2 ТПК «Союз МС-12», ТПК «Союз МС-13», бортинженер экспедиций МКС-59, -60, -61 Кук Кристина Хэммок возвратилась на Землю в составе экипажа ТПК «Союз МС-13» вместе с командиром корабля Скворцовым Александром Александровичем и бортинженером Пармитано Лука Сальво. Продолжительность ее полета составила 328 суток 13 часов 58 минут с 14 марта 2019 года по 6 февраля 2020 года.



Скворцов
Александр Александрович

Пармитано
Лука Сальво

Морган
Эндрю Ричард

Скворцов Александр Александрович – инструктор-космонавт-испытатель 2 класса Роскосмоса. В отряде космонавтов с 1998 года. 1-й космический полет выполнил со 2 апреля по 25 сентября 2010 года в качестве командира ТПК «Союз ТМА-18», бортинженера МКС-23 и командира МКС-24.

Продолжительность полета составила 176 суток. 2-й космический полет выполнил с 26 марта по 11 сентября 2014 года в качестве командира ТПК «Союз ТМА-12М» и бортинженера МКС-39/40. В ходе полета выполнил 2 выхода в открытый космос общей продолжительностью 12 часов 33 минуты. Продолжительность полета составила 169 суток.

Пармитано Лука Сальво – астронавт Европейского космического агентства (ЕКА, Италия). В отряде астронавтов с 2009 года. Космический полет выполнил с 28 мая по 11 ноября 2013 года в качестве бортинженера ТПК «Союз ТМА-М» и бортинженера МКС-36/37. В ходе полета выполнил 2 выхода в открытый космос общей продолжительностью 7 часов 39 минут. Продолжительность полета составила 166 суток.

Морган Эндрю Ричард – астронавт НАСА (США). В июне 2013 года прошел отбор в астронавты НАСА. Опыта космических полетов не имел.

Основные задачи программы полета экипажа МКС-60/61

Программа полета экипажа МКС-60/61 предусматривала:

1. Полет на ТПК «Союз МС-13», который включал в себя:
 - выведение, маневры, сближение и стыковку к агрегатному отсеку (АО) служебного модуля (СМ) российского сегмента (РС) МКС;
 - расстыковку от АО СМ 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 пятьдесят девятой и шестидесятой пилотируемых экспедиций МКС-59 и МКС-60» и «Программой реализации научно-прикладных исследований, планируемых в период шестьдесят первой и шестьдесят второй пилотируемых экспедиций МКС-61 и МКС-62» в части его касающейся, включая экспериментальные исследования антропоморфного робота в рамках эксперимента «Испытатель».
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 грузовых кораблей SpaceX «Dragon» и «Cygnus NG», японского грузового корабля HTV-8.
6. Работы с тремя российскими, четырьмя американскими и одним японским грузовыми кораблями, а также с беспилотным ТПК «Союз МС-14».
7. Проведение ТВ-репортажей, фото- и видеосъемок.
8. Выходы в открытый космос по американской программе.
9. Работы по программе символической деятельности.
10. Работы по программе экспедиции посещения ЭП-19.

Основные задачи и результаты подготовки экипажа к космическому полету

Подготовка экипажа МКС-60/61 проводилась с 11 декабря 2017 года поочередными тренировочными сессиями: в России – по РС МКС, ТПК и ТГК; на базах международных партнеров – по 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 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-13» 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-13»;
- 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-13» на все стыковочные узлы РС МКС;
- отработка навыков выполнения ручного управляемого спуска;
- отработка навыков построения орбитальной ориентации в ручном режиме в аналоговом контуре;
- отработка навыков построения орбитальной ориентации в ручном режиме в дискретном контуре;
- 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 по выполнению 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-59/60, МКС-61/62 и экспедицией посещения ЭП-19;

- отработка навыков и умений по выполнению операций по консервации и расконсервации ТПК, операциям по обеспечению готовности ТПК к спуску в случае срочного покидания МКС;
- отработка навыков и умений эксплуатации бортовых систем РС МКС (функционально-грузового блока (ФГБ), СМ, стыковочного отсека СО1, малых исследовательских модулей МИМ1 и МИМ2);
- 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;
- совершенствование знаний, отработка навыков и умений выполнения российской программы НПИ на РС МКС;
- отработка навыков, умений и взаимодействия членов экипажа при выполнении задач ВКД в объеме типовых операций;
- 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-60/61 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-60/61 представлены в таблице 1.

Таблица 1

Экзаменационные тренировки	А. Скворцов	Л. Пармитано	Э. Морган
ЭКТ по ТПК «Союз МС»	5,0		
ЭКТ по РС МКС	5,0		
По ручному сближению ТПК «Союз МС»	5,0		–
По ручному причаливанию и перестыковке ТПК «Союз МС»	4,8	4,9	–
По ТОРУ ТГК «Прогресс МС»	5,0	–	–
По РУС ТПК «Союз МС»	5,0	5,0	–

По результатам проведения медико-биологической подготовки экипаж был признан годным к космическому полету. Уровень физической подготовленности всех членов экипажа находился на высоком уровне.

По итогам подготовки экипажа 28 июня 2019 года в Центре подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина состоялось заседание Межведомственной комиссии, которая, рассмотрев результаты зачетов и экзаменов и выводы Государственной медицинской комиссии, пришла к заключению:

1. Экипаж к выполнению полета по программе 60/61 основной экспедиции на ТПК «Союз МС-13» и российском сегменте МКС подготовлен.
2. Экипаж может приступить к этапу предстартовой подготовки на космодроме «Байконур».

Выведение и стыковка ТПК «Союз МС-13»

Старт ТПК «Союз МС-13» (рис. 1) состоялся 20 июля 2019 года в 19:28:20 ДМВ с космодрома «Байконур».

Выведение, отделение корабля от ракеты-носителя прошло штатно.

Сближение ТПК «Союз МС-13» с МКС осуществлялось в соответствии с программой полета по 4-витковой схеме и 21 июля 2019 года в 01:47:52 ДМВ ТПК «Союз МС-13» причалил к стыковочному узлу АО СМ РС МКС в автоматическом режиме.

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

Выполнив консервацию транспортного корабля, экипаж завершил первый этап программы полета ТПК «Союз МС-13».

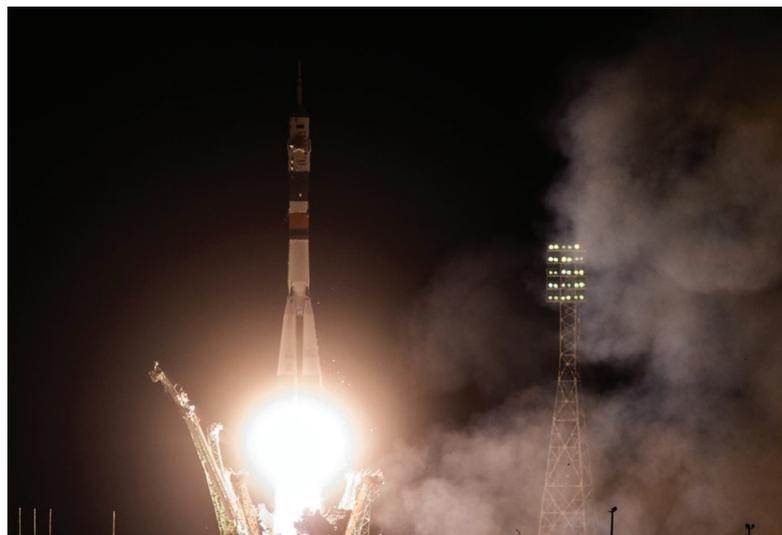


Рис. 1. Старт ТПК «Союз МС-13»

Полет на борту МКС

Члены экипажа МКС-60/61 космонавт Александр Скворцов и астронавт Лука Пармитано работали на борту МКС 200 суток с 21 июля 2019 года по 6 февраля 2020 года. Астронавт НАСА Эндрю Морган продолжил работу на МКС в составе 62-й экспедиции МКС.

На РС МКС были проведены запланированные работы по материально-техническому обслуживанию и дооснащению бортовых систем и оборудования, ремонтно-восстановительные работы.

Основными ремонтно-восстановительными работами и работами по дооснащению РС МКС являлись:

- замена многофункционального пульта индикатора в МИМ2;
- замена блока теплообменных агрегатов СКВ1;
- замена адаптера цифровых абонентов в устройстве программно-логического управления системы управления бортовым комплексом ФГБ;
- замена неисправного мультиплексора-демультиплексора МДМ2 в системе широкополосной системы связи;
- замена блока 800А модуля АБ № 8 в СМ;
- замена неисправного прибора МИРТ-3 в БСШ-1М системы электропитания СМ;
- замена полотна бегущей дорожки БД-2;
- установка нового принтера Hewlett Packard и преобразователя напряжения ПН28-120 в СМ.

В процессе космического полета выполнены:

- сближение американского грузового корабля SpaceX-18 «Dragon» с МКС, захват манипулятором станции SSRMS, перемещение и установка корабля на надирный порт модуля Node2 (27 июля 2019 года);
- расстыковка ТГК «Прогресс МС-11» от СО1 РС МКС (29 июля 2019 года);
- стыковка ТГК «Прогресс МС-12» в автоматическом режиме к СО1 РС МКС (31 июля 2019 года). Сближение и стыковка проведены по двухвитковой схеме;
- расстыковка американского грузового корабля «Cygnus NG-11» от надирного порта модуля Node1 с помощью манипулятора SSRMS (6 августа 2019 года);
- выведение на орбиту ТПК «Союз МС-14» в беспилотном варианте (22 августа 2019 года). В соответствии с программой полета планировалась его стыковка в автоматическом режиме к модулю МИМ2 РС МКС по двухсуточной схеме полета. При выполнении автоматического сближения корабля с МКС в режиме причаливания произошла потеря захвата. По командной радиолинии выдана команда на запрет сближения. Экипажем МКС выдана команда на увод корабля. Было принято решение о внесении изменений в программу полета и проведении перестыковки ТПК «Союз МС-13» с АО СМ на стыковочный узел МИМ2 РС МКС;

- перестыковка ТПК «Союз МС-13» в ручном режиме (командир корабля А.А. Скворцов) со стыковочного узла АО СМ на стыковочный узел МИМ2 РС МКС (26 августа 2019 года);
- сближение ТПК «Союз МС-14» в беспилотном варианте и стыковка в автоматическом режиме к стыковочному узлу АО СМ РС МКС (27 августа 2019 года);
- расстыковка американского грузового корабля SpaceX-18 «Dragon» от надирного порта модуля Node2 с помощью манипулятора SSRMS (27 августа 2019 года);
- расстыковка ТПК «Союз МС-14» от стыковочного узла АО РС МКС (6 сентября 2019 года);
- стыковка ТПК «Союз МС-15» в автоматическом режиме к стыковочному узлу АО СМ РС МКС (25 сентября 2019 года). Сближение и стыковка проведены по четырехвитковой схеме;
- перенос ложементов и индивидуального снаряжения бортинженера Кристины Кук из ТПК «Союз МС-12» в ТПК «Союз МС-13» (27 сентября 2019 года);
- сближение японского грузового корабля HTV-8 с МКС, захват манипулятором станции SSRMS, перемещение и установка корабля на надирный порт модуля Node2 (28 сентября 2019 года);
- расстыковка ТПК «Союз МС-12» от стыковочного узла МИМ1 РС МКС (3 октября 2019 года);
- расстыковка японского грузового корабля HTV-8 от надирного порта модуля Node2 с помощью манипулятора SSRMS (1 ноября 2019 года);
- сближение американского грузового корабля «Cygnus NG-12» с МКС, захват корабля манипулятором станции SSRMS, перемещение и установка корабля к надирному порту модуля Node1 (4 ноября 2019 года);
- расстыковка ТГК «Прогресс МС-12» от СО1 РС МКС (29 ноября 2019 года);
- сближение американского грузового корабля SpaceX-19 «Dragon» с МКС, захват манипулятором станции SSRMS, перемещение и установка корабля на надирный порт модуля Node2 (8 декабря 2019 года);
- стыковка ТГК «Прогресс МС-13» в автоматическом режиме к СО1 РС МКС (9 декабря 2019 года). Сближение и стыковка проведены по трехсуточной схеме;
- выведение на нерасчетную орбиту американского коммерческого корабля USCV Boeing CST-100 Starliner в беспилотном варианте (20 декабря 2019 года). Запланированная стыковка с МКС 21 декабря 2019 года была отменена;
- расстыковка американского грузового корабля SpaceX-19 «Dragon» от надирного порта модуля Node2 с помощью манипулятора SSRMS (7 января 2020 года);

- расстыковка американского грузового корабля «Cygnus NG-12» от надирного порта модуля Node1 с помощью манипулятора SSRMS (31 января 2020 года);
- работы по разгрузке и укладке удаляемого оборудования в грузовые корабли;
- дополнительные работы по программе АС МКС;
- ТВ-приветствия и поздравления в обеспечении деятельности по связям с общественностью;
- фото- и видеосъемки жизнедеятельности на станции экспедиций МКС-60 и МКС-61 для сайта ГК «Роскосмос» и социальных сетей, а также работы по программе символической деятельности.

С целью поддержания и восстановления в условиях длительного космического полета профессиональных знаний, навыков и умений, необходимых для успешного выполнения программы полета, с экипажем МКС-60/61 было проведено 18 бортовых тренировок и консультаций:

- по действиям в аварийных ситуациях и проверке готовности оборудования к аварийному покиданию МКС;
- по контролю автоматического сближения и телеоператорному режиму управления транспортными грузовыми кораблями;
- по перестыковке ТПК «Союз МС-13» от АО СМ к стыковочному узлу МИМ2;
- по контролю сближения беспилотного ТПК «Союз МС-14»;
- по особенностям действий в аварийных ситуациях после стыковки грузовых кораблей «Dragon», «Cygnus» и НТВ;
- по использованию аварийной маски;
- по уклонению МКС от космического мусора средствами ТПК;
- по выполнению спуска на ТПК «Союз МС-13» и укладке возвращаемого оборудования в СА.

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

Российская научная программа в период полета космонавта А.А. Скворцова в составе экипажа МКС-60/61 выполнялась в соответствии с «Программой реализации научно-прикладных исследований, планируемых в период пятьдесят девятой и шестидесятой пилотируемых экспедиций МКС-59 и МКС-60» и «Программой реализации научно-прикладных исследований, планируемых в период шестьдесят первой и шестьдесят второй пилотируемых экспедиций МКС-61 и МКС-62» в части его касающейся.

Перечень КЭ, распределенных по направлениям российской Долгосрочной программы НПИ, приведен в таблице 2.

Таблица 2

Направления Долгосрочной программы НПИ	Наименование КЭ	Кол-во КЭ
Физико-химические процессы и материалы в условиях космоса	«Кристаллизатор», «Кинетика-1», «Перитектика», «Плазменный кристалл»	4
Исследование Земли и космоса	«БТН-Нейтрон», «Ураган», «Сценарий», «УФ-атмосфера», «Экон-М»	5
Человек в космосе	«Спланх» (этап 2), «Мотокард», «Пилот-Т», «Кардиовектор», «Альгометрия», «Профилактика-2», «Биокард», «Космокард», «Контент», «ДАН», «Коррекция», «Кардиомед-ОДНТ», «Матрешка-Р»	13
Космическая биология и биотехнология	«Биориск», «Феникс», «Асептик», «Каскад» (этап 2), «Биодеградация», «Структура», «Биопленка», «МСК-2», «Пробиовит», «Константа-2», «Магнитный 3D-биопринтер»	11
Технологии освоения космического пространства	«Вектор-Т», «Изгиб», «Сепарация», «Идентификация», «Среда МКС», «Визир», «Биополимер», «Таймер», «Альбедо», «Пробой», «ИМПАКТ», «МКС-Разворот», «Испытатель»	13
Образование и популяризация космических исследований	«РадиоСкаф», «Великое начало», «О Гагарине из космоса», «Сферы», «EarthКАМ»	5
Итого:		51

Всего 51 эксперимент, из них:

- семь КЭ «БТН-Нейтрон», «Биориск», «Изгиб», «Среда-МКС», «Альбедо», «МКС-Разворот», «РадиоСкаф» – без участия экипажа;
- один КЭ «Кристаллизатор» – совместно с Японским космическим агентством ДжАКСА;
- два КЭ «Плазменный кристалл» и «УФ-атмосфера» – совместно с ЕКА;
- два КЭ «Перитектика» и «Кинетика-1» – совместно с ЕКА и НАСА;
- два КЭ «Сферы» и «EarthКАМ» – совместно с НАСА.

В период полета экипажа МКС-60/61 выполнялись новые российские эксперименты:

1. Технический эксперимент «Испытатель» (исследование возможностей использования дистанционно управляемого антропоморфного робота в перспективных пилотируемых транспортных кораблях нового поколения).

Проведение эксперимента планируется в два этапа. Первый этап делится на два подэтапа.

Подэтап 1А. Выполнялся в период работы экспедиции МКС-60 и представлял собой серию сеансов работы демонстрационного образца автоматизированной робототехнической системы (АРТС) во время доставки на ТПК «Союз МС-14» в автоматическом режиме и на РС МКС в копирующем режиме управления.

На рис. 2 представлен космонавт Александр Скворцов в процессе взаимодействия с антропоморфным роботом FEDOR.

Основными задачами робота FEDOR являлись: передача телеметрии; определение параметров, связанных с безопасностью полета; проведение экспериментов на МКС по отработке в режиме копирования действий оператора; проверка работы мелкой моторики робота в условиях невесомости, умение пользоваться инструментами.

Подэтап 1Б. Планируется на борту перспективного пилотируемого транспортного корабля нового поколения во время первого беспилотного полета с учетом результатов подэтапа 1А с использованием доработанной версии АРТС.

На втором этапе предполагается проведение исследований возможностей использования АРТС на борту РС МКС с целью замены экипажа при выполнении опасных и рутинных работ для повышения эффективности выполнения программы НПИ.

2. Геофизический эксперимент «УФ-атмосфера» (картография ночной атмосферы в ближнем УФ-диапазоне широкоугольным детектором с большой апертурой и высоким пространственно-временным разрешением).

3. Этап 2-й медико-биологического эксперимента «Спланх» (исследование особенностей структурно-функционального состояния различных отделов желудочно-кишечного тракта для выявления специфики изменений пищеварительной системы, возникающих в условиях космического полета).



Рис. 2. Выполнение КЭ «Испытатель» космонавтом А.А. Скворцовым

4. Медико-биологический эксперимент «Кардиомед-ОДНТ» (определение возможности индивидуального прогнозирования снижения ортостатической устойчивости космонавтов в ходе длительных космических полетов и после их завершения по данным исследования артериальной гемодинамики при воздействии ОДНТ).

5. Этап 2-й биотехнологического эксперимента «Каскад» с новым составом научной аппаратуры (исследование процессов культивирования клеток различных видов).

6. Биотехнологический эксперимент «МСК-2» (культивирование клеток линий различной этиологии и мезенхимальных стволовых клеток из костного мозга в условиях космического полета).

На выполнение научной программы Александр Скворцов затратил 450 часов 25 минут (из них 141 час 30 минут – по Task List), что составляет более 35 % от общего фактического рабочего времени космонавта (1283 часа 55 минут). Такой высокий результат был достигнут благодаря отсутствию ВКД по российской программе, а также присутствию на борту РС МКС российских космонавтов: с 21 июля по 3 октября 2019 года – космонавта А.Н. Овчинина и с 26 сентября 2019 года по 6 февраля 2020 года – космонавта О.Н. Скрипочки. При этом с 26 сентября по 3 октября 2019 года на борту РС МКС находились три российских космонавта.

Время, затраченное космонавтом на выполнение программы каждого КЭ, колеблется от 15 минут до 125 часов. Самыми трудоемкими экспериментами были: «Экон-М» – 125 часов, «Профилактика-2» – 80 часов, «Испытатель» – 29,5 часа, «Сепарация» – 25 часов 15 минут, «Асептик» – 19 часов 45 минут, «МСК-2» – 14 часов 15 минут.

Объем работ на выполнение российской научной программы в период экспедиций МКС-51–МКС-61 после сокращения числа российских космонавтов на борту РС МКС, начиная с апреля 2017 года, в среднем снизился до 28,7 % от общего фактического рабочего времени космонавтов (рис. 3).

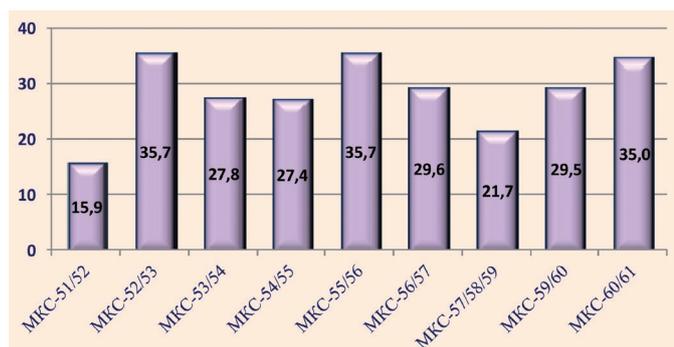


Рис. 3. Фактическое рабочее время экипажей МКС на выполнение программы НПИ с 2017 года (в процентах от общего фактического рабочего времени)

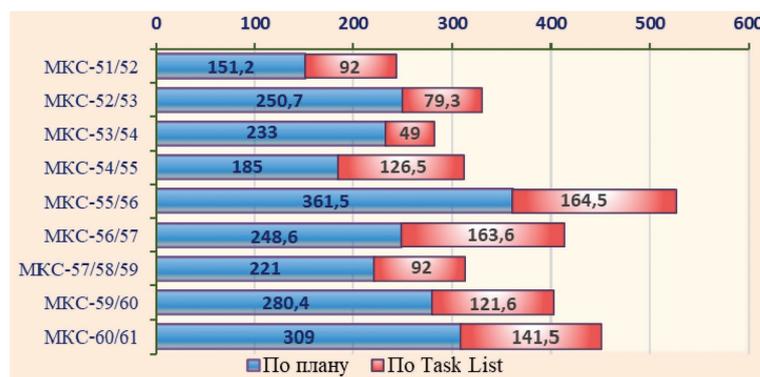


Рис. 4. Распределение планируемых трудозатрат и по Task List по выполнению программы НПИ с 2017 года

В сравнении с периодом экспедиций МКС-23–МКС-51, когда на борту РС МКС находилось три российских космонавта, на выполнение российской научной программы в среднем затрачивалось более 35 % их фактического рабочего времени.

На рис. 4 приведены временные затраты в личное время (по Task List) космонавтов на выполнение российской научной программы.

Внекорабельная деятельность

По программе РС МКС выходов в открытый космос не предусматривалось.

По программе АС МКС было выполнено десять выходов в открытый космос:

1-й – 21 августа 2019 года по программе ВКД-55 (бортинженеры экспедиции МКС-60 Ник Хейг и Эндрю Морган). Основной задачей выхода был монтаж международного стыковочного адаптера IDA-3. Продолжительность «Выхода» составила 6 часов 32 минуты.

2-й – 6 октября 2019 года по программе ВКД-56 (бортинженеры экспедиции МКС-61 Эндрю Морган и Кристина Кук). Основная задача выхода состояла в замене аккумуляторных батарей станции. Продолжительность «Выхода» составила 7 часов 01 минуту.

3-й – 11 октября 2019 года по программе ВКД-57 (бортинженеры экспедиции МКС-61 Эндрю Морган и Кристина Кук). Основная задача выхода заключалась в продолжении замены аккумуляторных батарей станции. Продолжительность «Выхода» составила 6 часов 45 минут.

4-й – 18 октября 2019 года по программе ВКД-58 (бортинженеры экспедиции МКС-61 Кристина Кук и Джессика Меир). Основной задачей выхода было продолжение замены аккумуляторных батарей станции. Первый в истории выход в открытый космос, выполненный только женщинами. Продолжительность «Выхода» составила 7 часов 17 минут.

5-й – 15 ноября 2019 года по программе ВКД-59 (командир экспедиции МКС-61 Лука Пармитано и бортинженер экспедиции МКС-61 Эндрю Морган). Основная задача выхода состояла в ремонте системы охлаждения магнитного альфа-спектрометра AMS. Продолжительность «Выхода» составила 6 часов 39 минут.

6-й – 22 ноября 2019 года по программе ВКД-60 (командир экспедиции МКС-61 Лука Пармитано и бортинженер экспедиции МКС-61 Эндрю Морган). Основная задача выхода заключалась в продолжении ремонта системы охлаждения магнитного альфа-спектрометра AMS. Продолжительность «Выхода» составила 6 часов 33 минуты.

7-й – 2 декабря 2019 года по программе ВКД-61 (командир экспедиции МКС-61 Лука Пармитано и бортинженер экспедиции МКС-61 Эндрю Морган). Основной задачей выхода было продолжение ремонта системы охлаждения магнитного альфа-спектрометра AMS. Продолжительность «Выхода» составила 6 часов 02 минуты.

8-й – 15 января 2020 года по программе ВКД-62 (бортинженеры экспедиции МКС-61 Кристина Кук и Джессика Меир). Основная задача выхода заключалась в продолжении замены аккумуляторных батарей станции. Продолжительность «Выхода» составила 7 часов 25 минут.

9-й – 20 января 2020 года по программе ВКД-63 (бортинженеры экспедиции МКС-61 Кристина Кук и Джессика Меир). Основная задача выхода состояла в завершении замены аккумуляторных батарей станции. Продолжительность «Выхода» составила 6 часов 50 минут.

10-й – 25 января 2020 года по программе ВКД-64 (командир экспедиции МКС-61 Лука Пармитано и бортинженер экспедиции МКС-61 Эндрю Морган). Основными задачами выхода были: проверка герметичности соединений трубопроводов блока УТТРС (усовершенствованная система внешних насосов охлаждения приборов слежения) магнитного альфа-спектрометра AMS; установка защитного тента ЭВТИ на блок насосов УТТРС с трубопроводами; снятие защитного чехла с радиатора системы терморегулирования AMS; снятие светофильтров с групп внешних телекамер СР8 и СР9 на ферме Р1. Продолжительность «Выхода» составила 6 часов 12 минут.

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

Российские космонавты оказывали поддержку астронавтам при их выходах в открытый космос.

Число выходов в открытый космос членов экспедиции МКС-61 составило девять, что стало рекордным для участников одной длительной экспедиции на МКС. При этом Эндрю Морган повторил мировой рекорд по числу выходов в открытый космос в течение одного полета – семь (один в составе экспедиции МКС-60 и шесть в составе экспедиции МКС-61). Ранее это достижение устанавливали в разное время космонавты Сергей Крикалёв и Анатолий Соловьёв на орбитальной пилотируемой станции «Мир».

Совместный полет с другими экипажами МКС

Экипаж МКС-60/61 осуществлял совместный полет с экипажами МКС-59/60 и МКС-61/62/ЭП-19:

- с 21 июля по 25 сентября 2019 года экипаж МКС состоял из шести человек (рис. 5):

- Овчинин Алексей Николаевич;
- Хейг Тайлер Никлаус;
- Кук Кристина Хэммок;
- Скворцов Александр Александрович;
- Пармитано Лука Сальво;
- Морган Эндрю Ричард;

- с 26 сентября по 3 октября 2019 года состав экипажа МКС включал 9 человек (рис. 6):

- Овчинин Алексей Николаевич;
- Хейг Тайлер Никлаус;
- Кук Кристина Хэммок;
- Скворцов Александр Александрович;
- Пармитано Лука Сальво;
- Морган Эндрю Ричард;
- Скрипочка Олег Иванович;
- Миер Джессика Ульрика;
- Хаззаа Аль Мансури;



Рис. 5. Экипаж экспедиции МКС-60 (21.07–25.09.2019)



Рис. 6. Экипаж экспедиции МКС-60 (26.09–03.10.2019)

• с 3 октября 2019 года по 6 февраля 2020 года экипаж МКС продолжил полет в составе 6 человек (рис. 7):

- Скворцов Александр Александрович;
- Пармитано Лука Сальво;
- Морган Эндрю Ричард;
- Кук Кристина Хэммок;
- Скрипочка Олег Иванович;
- Миер Джессика Ульрика.

Во время пребывания экспедиции посещения ЭП-19 на борту МКС Александр Скворцов оказывал помощь участнику космического полета Хазза Аль Мансури при выполнении ряда работ.



Рис. 7. Экипаж экспедиции МКС-61 (03.10.2019–06.02.2020)

Расстыковка и спуск ТПК «Союз МС-13»

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

27 января 2020 года проведено изменение комплектации ТПК «Союз МС-13» и ТПК «Союз МС-15» в части укладки плавательных средств «Нева-КВ». Из СА ТПК «Союз МС-15» снято изделие «Нева-КВ» участника космического полета экспедиции посещения ЭП-19 Хаззаа Аль Мансури и установлено в СА ТПК «Союз МС-13» для Кристины Кук. Из СА ТПК «Союз МС-13» снято изделие «Нева-КВ» Эндрю Моргана и установлено в СА ТПК «Союз МС-15».

3 февраля 2020 года в рамках подготовки к спуску с орбиты экипажем в составе командира корабля и бортинженера проводился штатный «Тест СУДН № 2». Тест прошел без замечаний.

6 февраля 2020 года на 11-м суточном витке экипаж в составе А. Скворцова, Л. Пармитано и К. Кук выполнил расконсервацию ТПК «Союз МС-13».

В 05:00:00 ДМВ по указанию Земли экипаж осуществил переход на автономное питание и в 05:38:00 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 выполнили проверку герметичности скафандров и люка СА-БО.

Расстыковка от МИМ2 выполнена 6 февраля 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 для режима расстыковки выполнен экипажем в 08:43:00 ДМВ. Команда на открытие крюков ТПК по указанию ЦУПа-М выдана экипажем в 08:49:00 ДМВ, расстыковка произошла в 08:50:33 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. Включение сближающе-корректирующего двигателя для выдачи тормозного импульса произошло в 11:18:21 ДМВ. Двигатель штатно отработал тормозной импульс (128 м/с).

Разделение отсеков произошло в 11:46:44 ДМВ. Расчетное время входа СА в атмосферу составило 11:51:15 ДМВ. Спуск в атмосфере выполнен в режиме автоматического управляемого спуска. Внеатмосферный промах составил +11 секунд, максимальная перегрузка – 4,28 единицы.

Посадка СА произошла в 12:12:15 ДМВ в расчетной точке вблизи г. Жезказгана (рис. 8). Двигатели мягкой посадки сработали штатно. СА ТПК «Союз МС-13» находился вертикально, купол парашюта погашен. Самочувствие экипажа хорошее.



Рис. 8. Приземление спускаемого аппарата

По завершении космического полета в процессе встреч со специалистами Центра подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина и заинтересованных организаций космонавтом А.А. Скворцовым был высказан ряд замечаний и предложений по конструкции, бортовым системам и оборудованию, организации работ на ТПК, ТКК и РС МКС, научной аппаратуре и программе НИИ, 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.

Выводы

Наземная подготовка по ТПК «Союз МС-13» и РС МКС и подготовка на борту МКС позволили экипажу МКС-60/61 успешно выполнить программу космического полета, в том числе, в полном объеме реализовать российскую научную программу, а также выполнить незапланированную программой полета ручную перестыковку ТПК «Союз МС-13» со стыковочного узла АО СМ на стыковочный узел МИМ2 РС МКС.

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 материально-техническому обслуживанию и дооснащению бортовых систем и оборудования, а также плановые ремонтно-восстановительные работы.

Тесное взаимодействие экипажа МКС-60/61 с экипажами МКС-59/60 и МКС-61/62/ЭП-19, 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 космонавта А.А. Скворцова.