

ИТОГИ ПОЛЕТОВ ЭКИПАЖЕЙ МКС

RESULTS OF THE ISS CREW MISSIONS

УДК 629.78.007

DOI 10.34131/MSF.20.3.5-24

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПОДГОТОВКИ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЭКИПАЖА МКС-60/61/62 ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРОГРАММЫ КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЕТА

О.И. Скрипочка, Г.Д. Орешкин, А.И. Кондрат, А.А. Медведев,
П.А. Сабуров

Герой Российской Федерации, летчик-космонавт Российской Федерации
О.И. Скрипочка; 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-60/61/62, основные задачи и результаты его подготовки. Большое внимание уделено результатам деятельности экипажа на борту транспортного пилотируемого корабля (ТПК) «Союз МС-15» 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 Crew for Expedition 60/61/62 When Carrying Out the Mission Plan.

**O.I. Skripochka, G.D. Oreshkin, A.I. Kondrat, A.A. Medvedev,
P.A. Saburov**

The paper presents the ISS crew for Expedition 60/61/62 as well as main tasks and results of training. The great attention is paid to the results of the crew's activities aboard the "Soyuz MS-15" manned transport vehicle (MTV) and International Space Station (ISS). The preliminary analysis of the implementation of the Russian scientific applied research and experiments is made. Extravehicular operations (EVA) under the programs of the ISS USOS are also briefly represented.

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

Состав экипажа

Члены экипажа МКС-60/61/62: Скрипочка Олег Иванович – командир ТПК «Союз МС-15», бортинженер экспедиций МКС-60 и МКС-61, командир экспедиции МКС-62 (Роскосмос, Россия); Меир Джессика Ульрика – бортинженер-1 ТПК «Союз МС-15», бортинженер экспедиций МКС-60, МКС-61 и МКС-62 (НАСА, США) выполнили космический полет длительностью 204 суток 15 часов 19 минут с 25 сентября 2019 года по 17 апреля 2020 года. Позывной экипажа – «Сармат».

В соответствии с программой полета участник космического полета (УКП) экспедиции посещения ЭП-19 Хаззаа Аль Мансури (ОАЭ) возвратился на Землю 3 октября 2019 года вместе с командиром ТПК «Союз МС-12» Овчининым Алексеем Николаевичем и бортинженером-1 Хейгом Тайлер Никлаусом. Продолжительность полета Хаззаа Аль Мансури составила 7 суток 21 час 2 минуты с 25 сентября по 3 октября 2019 года.

По взаимному соглашению НАСА и Государственной корпорации (ГК) «Роскосмос» было продлено пребывание на борту МКС бортинженера-2 ТПК «Союз МС-13», бортинженера-2 ТПК «Союз МС-15», бортинженера МКС-60, МКС-61 и МКС-62 Моргана Эндрю Ричарда (НАСА, США) [1], в связи с чем он возвратился на Землю на борту ТПК «Союз МС-15» вместе с командиром ТПК Скрипочкой Олегом Ивановичем и бортинженером-1 Меир Джессикой Ульрикой. Продолжительность полета Моргана Эндрю Ричарда составила 271 сутки 12 часов 48 минут с 20 июля 2019 года по 17 апреля 2020 года.



Морган
Эндрю Ричард

Скрипочка
Олег Иванович

Меир
Джессика Ульрика

Хаззаа
Аль Мансури

Скрипочка Олег Иванович – инструктор-космонавт-испытатель 2 класса Роскосмоса. В отряде космонавтов с 1997 года. 1-й космический полет совершил с 8 октября 2010 года по 16 марта 2011 года в качестве бортинженера ТПК «Союз ТМА-01М» и бортинженера МКС-25/26. В ходе полета выполнил три выхода в открытый космос общей продолжительностью 16 часов 39 минут. Продолжительность полета составила 159 суток. 2-й космический

полет выполнил с 18 марта по 7 сентября 2016 года в качестве бортинженера ТПК «Союз ТМА-20М» и бортинженера МКС-47/48. Продолжительность полета составила 172 суток.

Меир Джессика Ульрика – астронавт НАСА (США). В отряде астронавтов с 2013 года. Опыта космических полетов не имела.

Морган Эндрю Ричард – астронавт НАСА (США). В отряде астронавтов с 2013 года. Опыта космических полетов не имел.

Хаззаа Аль Мансури – астронавт Объединенных Арабских Эмиратов. В отряде астронавтов с 2017 года. Опыта космических полетов не имел.

Основные задачи программы полета экипажа МКС-60/61/62

Программа полета экипажа МКС-60/61/62 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 шестьдесят первой и шестьдесят второй пилотируемых экспедиций МКС-61 и МКС-62 в части его касающейся.
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 двумя российскими, четырьмя американскими и одним японским грузовыми кораблями.
7. Проведение ТВ-репортажей, фото- и видеосъемок.
8. Работы по программе символической деятельности.
9. Работы по программе экспедиции посещения ЭП-19.

Основные задачи и результаты подготовки экипажа к космическому полету

Подготовка экипажа МКС-60/61/62 проводилась поочередными тренировочными сессиями с 11 марта 2019 года: в России – по РС МКС, ТПК и ТКК; 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-15» 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-15»;

- 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-15» на все стыковочные узлы РС МКС;

- отработка навыков выполнения ручного управляемого спуска ТПК «Союз МС-15»;

- отработка навыков построения орбитальной ориентации в ручном режиме в аналоговом контуре спуска ТПК «Союз МС-15»;

- отработка навыков построения орбитальной ориентации в ручном режиме в дискретном контуре ТПК «Союз МС-15»;

- 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 ТПК «Прогресс МС» на стыковочные узлы РС МКС в телеоператорном режиме управления (ТОРУ);

- отработка навыков контроля автоматического сближения и стыковки ТПК «Прогресс МС» с МКС;

- отработка навыков по передаче смены российского сегмента МКС и совместной работе в полете с экипажами МКС-60/61, МКС-62/63;

- 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), 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, укладке 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-60/61/62 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-60/61/62 представлены в таблице 1.

Таблица 1

Экзаменационные тренировки	Скрипочка Олег Иванович	Меир Джессика Ульрика	Хаззаа Аль Мансури
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»	4,9	–	–
По ТОРУ ТПК «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 5 сентября 2019 года в Центре подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина состоялось заседание Межведомст-

венной комиссии, которая, рассмотрев результаты зачетов и экзаменов и выводы Государственной медицинской комиссии, пришла к заключению:

1. Экипаж к выполнению космического полета по программе МКС-60/61/62 основной экспедиции на ТПК «Союз МС-15» и российском сегменте МКС подготовлен.

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

Выведение и стыковка ТПК «Союз МС-15»

В процессе предстартовой подготовки замечаний к работе бортовых систем не выявлено. Старт ТПК «Союз МС-15» (рис. 1) с экипажем в составе Олега Скрипочки, Джессики Меир и Хаззаа Аль Мансури состоялся 25 сентября 2019 года в 16:57:42 ДМВ с космодрома Байконур.

Выведение, отделение корабля от ракеты-носителя прошло штатно.

Сближение ТПК «Союз МС-15» с МКС осуществлялось в соответствии с программой полета по 4-витковой схеме, и в 22:55:52 ДМВ ТПК «Союз МС-15» причалил к стыковочному узлу АО СМ РС МКС в автоматическом режиме.



Рис. 1. Старт ТПК «Союз МС-15»

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-15».

Полет на борту МКС

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

Наиболее трудоемкими операциями являлись:

1. По техническому обслуживанию РС МКС:
 - профилактика средств вентиляции МИМ1, МИМ2, СМ, СО1;
 - техническое обслуживание системы обеспечения жизнедеятельности;
 - диагностика блока распределителя силового питания системы управления бортовым комплексом ФГБ, блока фильтров (БФ-2) и блока сборных шин (БСП-2) системы электроснабжения ФГБ;
 - техническое обслуживание беговой дорожки БД-2;
 - профилактика средств вентиляции ФГБ;
 - перекачка (заправка) воды из баков системы «Родник» ТГК «Прогресс МС» в емкости для воды (ЕДВ);
 - заправка (сепарация, замена) ЕДВ контейнера очищенной воды для системы «Электрон» или ЕДВ смывной воды;
 - перекачка урины и солевого раствора из ЕДВ-У в баки системы «Родник» ТГК «Прогресс МС»;
 - техническое обслуживание скафандров «Орлан-МКС» и «Орлан-МК»;
 - еженедельная проверка работоспособности оборудования видеорегистрации на РС МКС;
 - измерение температур корпуса и соединителей приборов ПТАБ-1М модулей аккумуляторных батарей (АБ) № 1–8;
 - проверка низкочастотного тракта системы телефонно-телеграфной связи, исправности пультов абонентов и УКВ-приемников.
2. По ремонту и дооснащению РС МКС:
 - монтаж принтера нового поколения фирмы Hewlett Packard и преобразователя напряжения ПН28-120 в СМ РС МКС;
 - замена блока теплообменных агрегатов в системе кондиционирования воздуха СКВ1 в СМ;
 - тестовые сеансы связи через спутник-ретранслятор «Луч-5В» с проверкой двухсторонней аудио- и видеосвязи с АРМ широкополосной системы связи;
 - замена блока формирования структуры (БФС2) в бортовой измерительной телеметрической системе БИТС2-12 СМ;

- установка версии 08.11 программно-математического обеспечения бортовой вычислительной системы СМ;
- замена ноутбуков центрального поста СМ модели «Lenovo ThinkPad T61P LAPTOP» на ноутбуки нового поколения модели «HP ZBook LAPTOP»;
- фотографирование съемных кожухов для поручней внутри РС МКС;
- замена Laptop RSE-Med и RSS1 на Zbook и тестирование.

В процессе космического полета выполнены:

- перенос ложементов и индивидуального снаряжения бортинженера Эндрю Моргана из ТПК «Союз МС-13» в ТПК «Союз МС-15» (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 ТПК «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 ТПК «Прогресс МС-13» в автоматическом режиме к СО1 РС МКС (9 декабря 2019 года). Сближение и стыковка проведены по трех-суточной схеме;

- старт американского коммерческого корабля USCV Boeing CST-100 Starliner в беспилотном варианте (20 декабря 2019 года). Запланированная стыковка с МКС была отменена, т.к. корабль был выведен на нерасчетную орбиту из-за невыполнения планового импульса «довыведения». Экипаж проводил подготовку РС МКС к расчетной нештатной ситуации в ходе стыковки;

- расстыковка американского грузового корабля SpaceX-19 «Dragon» от надирного порта модуля Node2 с помощью манипулятора SSRMS (7 января 2020 года);

- 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» УКП ЭП-19 Хазза Аль Мансури и установлено в ТПК «Союз МС-13». Из СА ТПК «Союз МС-13» снято изделие «Нева-КВ» Эндрю Моргана и установлено в СА ТПК «Союз МС-15» (27 января 2020 года);

– расстыковка американского грузового корабля «Cygnus NG-12» от надирного порта модуля Node1 с помощью манипулятора SSRMS (31 января 2020 года);

– расстыковка ТПК «Союз МС-13» от стыковочного узла МИМ2 РС МКС (6 февраля 2020 года);

– сближение американского грузового корабля «Cygnus NG-13» с МКС, захват корабля манипулятором станции SSRMS, перемещение и установка корабля к надирному порту модуля Node1 (18 февраля 2020 года);

– сближение американского грузового корабля SpaceX-20 «Dragon» с МКС, захват манипулятором станции SSRMS, перемещение и установка корабля на надирный порт модуля Node2 (9 марта 2020 года);

– расстыковка американского грузового корабля SpaceX-20 «Dragon» от надирного порта модуля Node2 с помощью манипулятора SSRMS (7 апреля 2020 года);

– стыковка ТПК «Союз МС-16» в автоматическом режиме к стыковочному узлу МИМ2 РС МКС (9 апреля 2020 года). Сближение и стыковка проведены по четырехвитковой схеме;

– 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, МКС-61 и МКС-62 для сайта ГК «Роскосмос» и социальных сетей, а также работы по программе символической деятельности.

Во время пребывания экспедиции посещения ЭП-19 на борту МКС Олег Скрипочка оказывал помощь участнику космического полета Хаззаа Аль Мансури при выполнении ряда работ.

С целью поддержания и восстановления в условиях длительного космического полета профессиональных знаний, навыков и умений, необходимых для успешного выполнения программы полета, с экипажем МКС-60/61/62 было проведено 14 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 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 действиям в аварийных ситуациях на МКС (разгерметизация в РО СМ, выброс аммиака в Node2, пожар в МИМ2, разгерметизация в JPM);

– по выполнению спуска на ТПК «Союз МС-15» 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 О.И. Скрипочки в составе экипажа МКС-60/61/62 выполнялась в соответствии с «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», «Плазменный кристалл», «Кинетика-1», «Перитектика», «s-FLAME»	5
Исследование Земли и космоса	«БТН-Нейтрон», «Ураган», «Уф-атмосфера», «Герминатор», «Дубрава», «Сценарий», «Экон-М»	7
Человек в космосе	«Спланх-2», «Кардиовектор», «Профилактика-2», «Биокард», «Космокард», «Альгометрия», «Контент», «Пилот-Т», «Взаимодействие-2», «Коррекция», «Кардиомед-ОДНТ», «Матрешка-Р»	12
Космическая биология и биотехнология	«Биориск», «Феникс», «Структура», «Каскад» (этап 2), «Биопленка», «Микровир», «Пробиовит», «Константа-2», «Биомаг-М», «Магнитный 3D-биопринтер»	10
Технологии освоения космического пространства	«Вектор-Т», «Изгиб», «Контроль», «Идентификация», «Среда МКС», «Сепарация», «Визир», «Таймер», «Пробой», «ИМПАКТ», «МКС-Разворот»	11
Образование и популяризация космических исследований	«РадиоСкаф», «Великое начало», «О Гагарине из космоса», «EarthKAM», «Интер-МАИ-75»	5
Итого:		50

Всего по российской научной программе космонавт О.И. Скрипочка принимал участие в 43 космических экспериментах (рис. 2), из них:

– 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: «s-FLAME», «EarthКАМ» – совместно с НАСА.

Семь КЭ: «БТН-Нейтрон», «Биориск», «Феникс», «Вектор-Т», «Изгиб», «МКС-Разворот» и «РадиоСкаф» – выполнялись без участия экипажа.

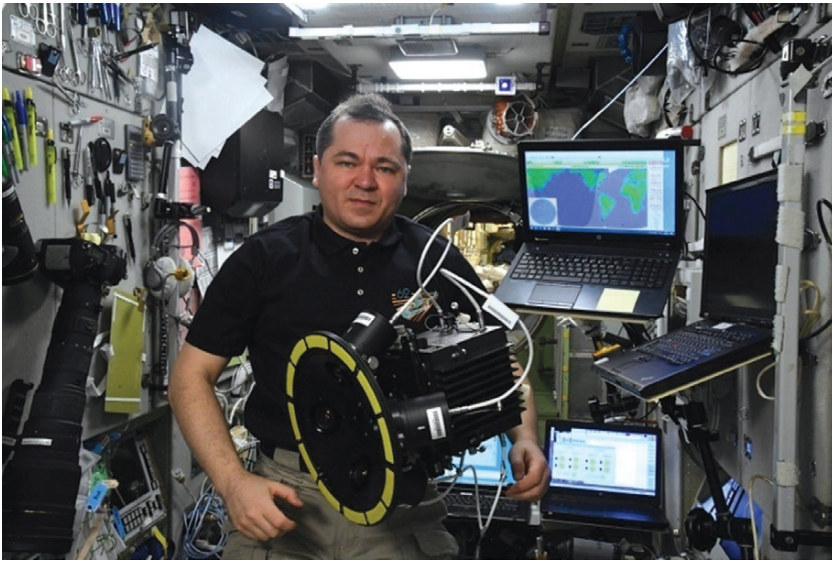


Рис. 2. Космонавт О.И. Скрипочка в процессе выполнения российской научной программы

В период полета экипажа МКС-60/61/62 выполнялись новые российские эксперименты:

1. Геофизический эксперимент «УФ-атмосфера» (картография ночной атмосферы в ближнем УФ-диапазоне широкоугольным детектором с большой апертурой и высоким пространственно-временным разрешением), ожидаемыми результатами которого является получение карты свечения ночной атмосферы Земли в полосе длин волн ближнего ультрафиолета (300–400 нм) в пределах широт, доступных для наблюдения с орбиты МКС.

2. Эксперимент по дистанционному зондированию Земли «Терминатор» (наблюдение в видимом и ближнем ИК-диапазонах спектра слоистых образований на высотах верхней мезосферы–нижней термосферы в окрестности солнечного терминатора). В результате проведения и обработки экспериментального материала могут быть получены следующие результаты:

– исследована связь между возмущениями эмиссионных и рассеивающих в верхней мезосфере и нижней термосфере с процессами, происходящими под поверхностью Земли (землетрясения), на ее поверхности (цунами, взрывы, пожары, запуски изделий РКТ) и в тропосфере (грозы, тайфуны, торнадо);

– отработана методика получения спектральных характеристик ВГВ на основе математической обработки изображений эмиссионных слоев;

– получены численные оценки потоков энергии и импульса, переносимых ансамблем атмосферных внутренних волн из нижней атмосферы в верхнюю;

– получены данные о микроструктуре мезосферных серебристых облаков.

На выполнение научной программы Олег Скрипочка затратил 461 час 55 минут (из них 146 часов 20 минут – по Task List), что составляет 36,6 % от общего фактического рабочего времени космонавта (1260 часов 45 минут). Результаты могли быть и выше, но в течение двух месяцев полета (с 7 февраля до 9 апреля 2020 года) он был один и выполнял все служебные операции на РС МКС. Суммарное время на техническое обслуживание и ремонтно-восстановительные работы составило 341 час 25 минут (более 26 %) от общего фактического рабочего времени космонавта.

Следует также отметить, что по прибытии на станцию Олег Скрипочка уже на второй день в составе экспедиции МКС-60 активно включился в работу по выполнению КЭ «Магнитный 3D-биопринтер» и на четвертый день – по выполнению программы КЭ «Экон-М».

Время, затраченное космонавтом на выполнение программы каждого КЭ, колеблется от 20 минут до 123 часов 45 минут. Самыми трудоемкими экспериментами были: «Экон-М» – 123 часа 45 минут; «Уф-атмосфера» – 37 часов 35 минут; «Сепарация» – 26 часов 20 минут; «Ураган» – 20 часов 5 минут; «Магнитный 3D-биопринтер» – 13 часов 50 минут; «Терминатор» – 12 часов 35 минут.

Объем работ на выполнение российской научной программы в период экспедиций МКС-51–МКС-62 после сокращения числа российских космонавтов на борту РС МКС, начиная с апреля 2017 года, в среднем составляет около 29,5 % от общего фактического рабочего времени космонавтов (рис. 3).

В сравнении с периодом 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.

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

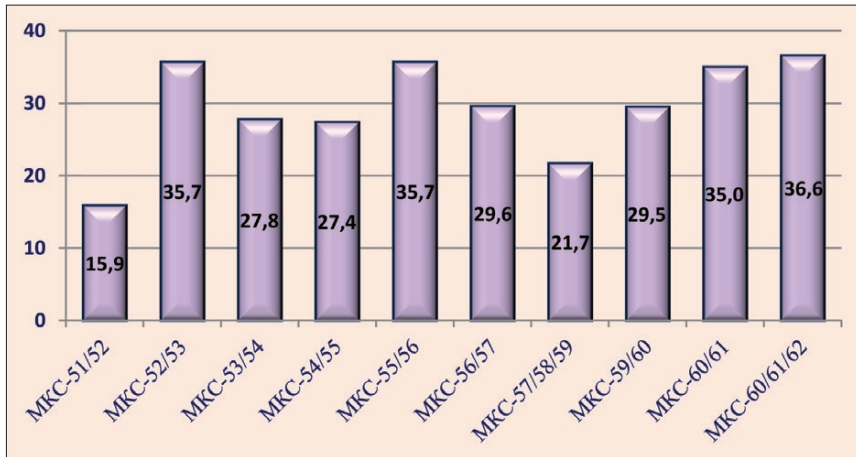


Рис. 3. Фактическое рабочее время экипажей МКС на выполнение программы НПИ с 2017 года (в процентах от общего фактического рабочего времени)

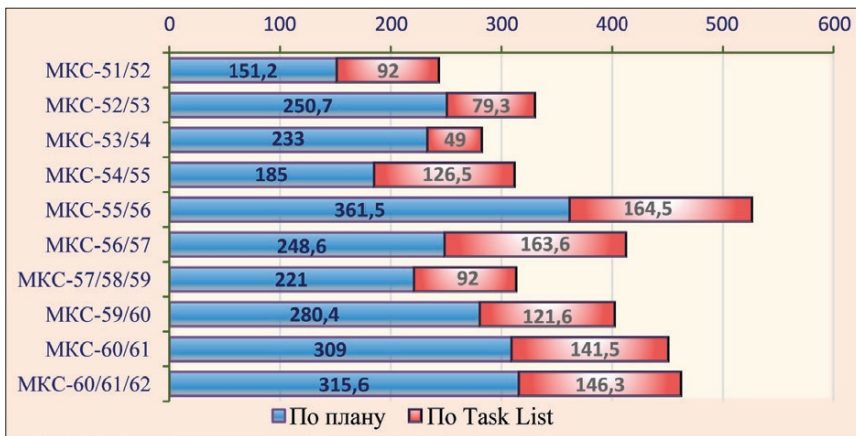


Рис. 4. Распределение планируемых трудозатрат и по Task List по выполнению программы НПИ с 2017 года

Внекорабельная деятельность

По программе РС МКС выходов в открытый космос не предусматривалось.

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

1-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.

2-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.

3-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 (рис. 5). Продолжительность «Выхода» составила 7 часов 17 минут.

4-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.

5-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.

6-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.

7-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.

8-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.

9-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 EMU.

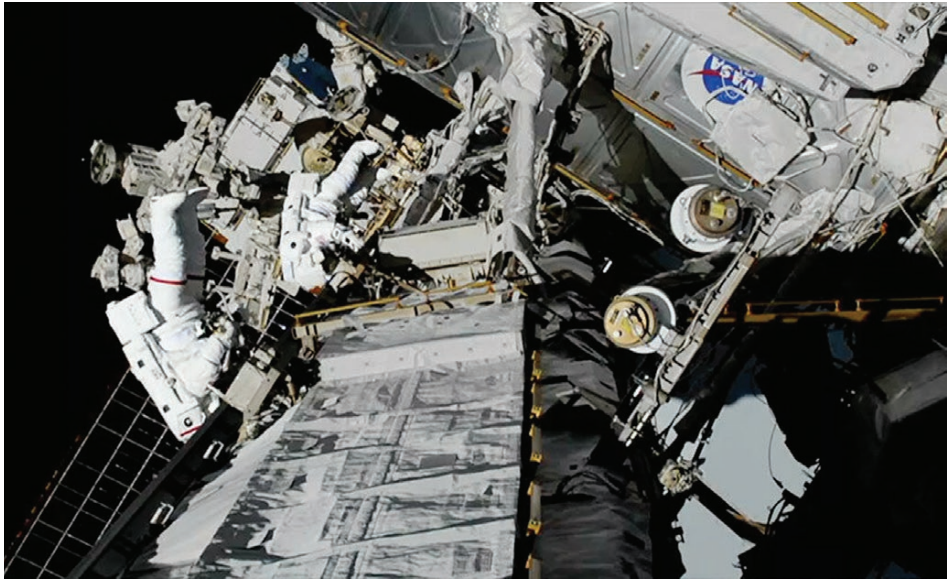


Рис. 5. Бортинженеры экспедиции МКС-61 Кристина Кук и Джессика Меир во время плановых работ по замене аккумуляторных батарей МКС

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, которое составило семь [1].

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

Совместный полет с другими экипажами МКС

Экипаж МКС-60/61/62 осуществлял совместный полет с экипажами МКС-59/60/61, ЭП-19 и МКС-62/63:

- с 26 сентября по 3 октября 2019 года состав экипажа МКС включал 9 человек (рис. 6) [1]:

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



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 (рис. 7) [1]:
 - Скворцов Александр Александрович;
 - Пармитано Лука Сальво;
 - Морган Эндрю Ричард;
 - Кук Кристина Хэммок;
 - Скрипочка Олег Иванович;
 - Меир Джессика Ульрика;
- с 6 февраля по 9 апреля 2020 года экипаж работал в составе трех человек (рис. 8):
 - Скрипочка Олег Иванович;
 - Меир Джессика Ульрика;
 - Морган Эндрю Ричард;



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



Рис. 8. Экипаж экспедиции МКС-62 (06.02–09.04.2020)

• с 9 апреля по 17 апреля 2020 года экипаж продолжил работу в составе шести человек (рис. 9):

- Скрипочка Олег Иванович;
- Меир Джессика Ульрика;
- Морган Эндрю Ричард;
- Иванишин Анатолий Алексеевич;
- Вагнер Иван Викторович;
- Кэссиди Кристофер Джон.



Рис. 9. Экипаж экспедиции МКС-62 (09–17.04.2020)

Расстыковка и спуск ТПК «Союз МС-15»

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

13 апреля 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.

17 апреля 2020 года на 11-м суточном витке экипаж в составе Олега Скрипочки, Джессики Меир и Эндрю Моргана выполнил расконсервацию ТПК «Союз МС-15».

В 01:15:00 ДМВ по указанию Земли экипаж осуществил переход на автономное питание и в 01:43:00 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 экипаж выполнил проверку герметичности скафандров и люка СА-БО.

Расстыковка от ОА СМ РС МКС выполнена 17 апреля 2020 года на 14-м суточном витке в автоматическом режиме с одним импульсом увода. МКС находилась в дежурной ориентации. Запуск динамического режима системы управления движением и навигации ТПК для режима расстыковки выполнен экипажем в 04:45:00 ДМВ. Команда на открытие крюков ТПК по указанию ЦУПа-М выдана экипажем в 04:52:00 ДМВ, расстыковка произошла в 04:53:43 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 07:22:32 ДМВ. Двигатель штатно отработал тормозной импульс (128 м/с).

Разделение отсеков произошло в 07:50:44 ДМВ. Расчетное время входа СА в атмосферу составило 07:55:11 ДМВ. Спуск в атмосфере выполнен в режиме автоматического управляемого спуска. Внеатмосферный промах составил +6 секунд, максимальная перегрузка – 4,1 единицы.

Посадка СА произошла в 08:16:43 ДМВ в расчетной точке вблизи г. Жезказгана (рис. 10). Двигатели мягкой посадки сработали штатно. СА ТПК «Союз МС-15» находился на боку, купол парашюта погашен. Самочувствие экипажа хорошее.

По завершении космического полета в процессе встреч со специалистами Центра подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина и заинтересованных организаций космонавтом О.И. Скрипочкой 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. 10. Приземление спускаемого аппарата

Выводы

Наземная подготовка по ТПК «Союз МС-15» и РС МКС и подготовка на борту МКС позволили экипажу МКС-60/61/62 успешно выполнить программу космического полета, в том числе, в полном объеме реализовать российскую научную программу.

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-60/61/62 с экипажами МКС-59/60/61, ЭП-19 и МКС-62/63, 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 О.И. Скрипочки.

ЛИТЕРАТУРА

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

REFERENCES

- [1] Skvortsov A.A., Oreshkin G.D., Kondrat A.I., Medvedev A.A., Saburov P.A. Main Results of Training and Activity of the ISS-60/61 Crew Members When Carrying Out the Mission Plan // Scientific Journal Manned Spaceflight. – No 2(35). – 2020. – pp. 5–22.