

ИТОГИ ПОЛЕТОВ ЭКИПАЖЕЙ МКС

RESULTS OF THE ISS CREW MISSIONS

УДК 629.78.007

DOI 10.34131/MSF.19.4.5-22

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПОДГОТОВКИ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЭКИПАЖА МКС-59/60 ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРОГРАММЫ КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЕТА

А.Н. Овчинин, А.И. Кондрат, А.А. Медведев, В.В. Несмеянов,
Г.Д. Орешкин, П.А. Сабуров

Герой Российской Федерации, летчик-космонавт Российской Федерации
А.Н. Овчинин; А.И. Кондрат; А.А. Медведев; В.В. Несмеянов;
канд. техн. наук, доцент Г.Д. Орешкин; П.А. Сабуров
(ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина»)

В статье представлены состав экипажа МКС-59/60, основные задачи и результаты его подготовки. Большое внимание уделено результатам деятельности экипажа на борту транспортного пилотируемого корабля (ТПК) «Союз МС-12» и Международной космической станции (МКС). Выделены работы по внекорабельной деятельности (ВКД) по программам российского (РС) и американского сегментов (АС) МКС. Проведен краткий анализ выполнения российской программы научно-прикладных исследований и экспериментов (НПИ).

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

Main Results of the ISS-50/60 Expedition Training and Activity When Carrying out the Mission Plan. A.N. Ovchinin, A.I. Kondrat, A.A. Medvedev, V.V. Nesmeyanov, G.D. Oreshkin, P.A. Saburov

The paper represents the ISS-59/60 crew members, main tasks and results of crew training. great attention is paid to the crew activity aboard the Soyuz MS-12 manned transport vehicle (MTV) and ISS. Special attention is paid to extravehicular operations (EVA) performed according to the programs of the RS (Russian Segment) and USOS (US Orbital Segment) of the ISS. The paper also briefly analyzes the implementation of the Russian scientific applied research and experiments program.

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

Состав экипажа

Члены экипажа длительной экспедиции МКС-59/60: Овчинин Алексей Николаевич – командир ТПК «Союз МС-12», бортинженер экспедиции МКС-59, командир экспедиции МКС-60 (Роскосмос, Россия); Хейг Ник – бортинженер-1 ТПК «Союз МС-12», бортинженер экспедиций МКС-59 и МКС-60 (НАСА, США) выполнили космический полет длительностью 202 суток 15 часов 45 минут 12 секунд с 14 марта по 3 октября 2019 года. Позывной экипажа – «Бурлак».

Члену экипажа длительной экспедиции МКС-59/60 Кук Кристине – бортинженеру-2 ТПК «Союз МС-12», бортинженеру экспедиций МКС-59 и МКС-60 (НАСА, США) по взаимному соглашению НАСА и Государственной корпорации (ГК) «Роскосмос» было продлено пребывание на МКС. Ее возвращение на Землю планируется в составе экипажа МКС-60/61 на ТПК «Союз МС-13» с командиром корабля Александром Александровичем Скворцовым и бортинженером Лука Пармитано.



Овчинин
Алексей Николаевич

Хейг Ник

Кук Кристина

Экипаж МКС-59/60

Овчинин Алексей Николаевич – космонавт-испытатель 3 класса. В отряде космонавтов с октября 2006 года.

Первый полет выполнил с 19 марта по 7 сентября 2016 года в качестве командира ТПК «Союз ТМА-20М» и бортинженера экспедиций МКС-47 и МКС-48. Продолжительность полета составила 172 суток 3 часа 48 минут 4 секунды.

11 октября 2018 года был осуществлен старт экипажа МКС-57/58 на ТПК «Союз МС-10». В связи с аварией ракеты-носителя (РН) на 122 секунде полета система аварийного спасения обеспечила увод спускаемого аппарата (СА) от аварийной РН на безопасное расстояние. СА приземлился в 25 км южнее города Жезказгана (Республика Казахстан). Уровень подготовленности экипажа позволил космонавту Алексею Овчинину и астронавту Нику Хейгу

грамотно действовать в условиях аварийной ситуации и выполнить безопасное возвращение на Землю.

Хейг Ник – астронавт НАСА (США). В июле 2013 года прошел отбор в астронавты НАСА. Опыта космических полетов не имел.

Кук Кристина – астронавт НАСА (США). В июне 2013 года прошла отбор в астронавты НАСА. Опыта космических полетов не имела.

Основные задачи программы полета экипажа МКС-59/60

Программа полета экипажа МКС-59/60 предусматривала:

1. Полет на ТПК «Союз МС-12», который включал в себя:
 - выведение, маневры, сближение и стыковку к малому исследовательскому модулю МИМ1;
 - расстыковку от МИМ1 и возвращение на Землю СА.
2. Материально-техническое обслуживание и дооснащение бортовых систем и оборудования РС МКС.
3. 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» в части ее касающейся, включая экспериментальные исследования антропоморфного робота в рамках эксперимента «Испытатель».
4. Ремонтно-восстановительные работы на РС МКС.
5. Выходы в открытый космос по российской и американской программам.
6. Стыковку и расстыковку российских транспортных пилотируемых и грузовых кораблей «Союз МС» и «Прогресс МС»; стыковку и расстыковку американских грузовых кораблей SpaceX «Dragon» и «Cygnus NG»; стыковку японского грузового корабля HTV-8.
7. Работы с тремя российскими, тремя американскими и одним японским грузовыми кораблями, а также с беспилотным ТПК «Союз МС-14».
8. Проведение ТВ-репортажей, фото- и видеосъемок.
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-59/60 проводилась с ноября 2018 года поочередными тренировочными сессиями: 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 подготовлен-

ности 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-12» 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-12»;

- 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-12» 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 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-57/58/59 и 60/61;

- 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), служебного модуля (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 и по программе ВКД-46;
- 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-59/60 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-59/60 представлены в таблице 1.

Таблица 1

Экзаменационные тренировки	А. Овчинин	Н. Хейг	К. Кук
ЭКТ по ТПК «Союз МС»	5,0		
ЭКТ по РС МКС	5,0		
По ручному сближению ТПК «Союз МС»	4,9		–
По ручному причаливанию и перестыковке ТПК «Союз МС»	5,0	–	–
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 21 февраля 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, что экипаж МКС-59/60 подготовлен к выполнению космического полета и может приступить к этапу предстартовой подготовки на космодроме Байконур.

Выведение и стыковка ТПК «Союз МС-12»

Старт ТПК «Союз МС-12» (рис. 1) состоялся 14 марта 2019 года в 22:14:08 ДМВ с космодрома Байконур.

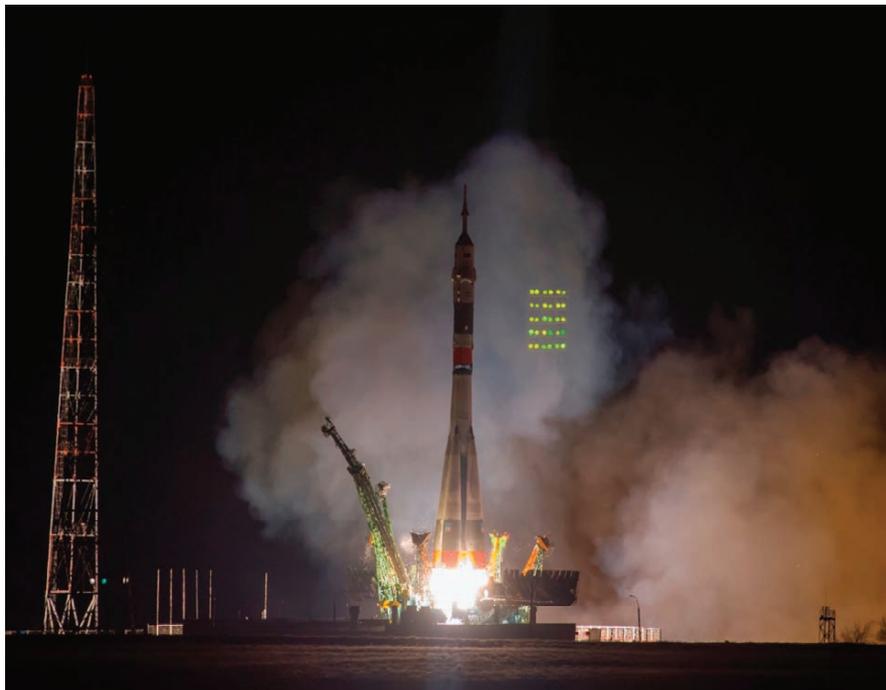


Рис. 1. Старт ТПК «Союз МС-12»

Выведение, отделение корабля от ракеты-носителя прошло штатно.

Сближение ТПК «Союз МС-12» с МКС осуществлялось в соответствии с программой полета по 4-витковой схеме и 15 марта 2019 года в 04:01:40 ДМВ ТПК «Союз МС-12» причалил к стыковочному узлу модуля МИМ1 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-12».

Полет на борту МКС

Члены экипажа МКС-59/60 космонавт Алексей Овчинин и астронавт Ник Хейг работали на борту МКС 202 суток с 15 марта по 3 октября 2019 года. Астронавт НАСА Кристина Кук продолжила работу на МКС в составе 61-й экспедиции МКС.

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

Наиболее трудоемкими операциями являлись:

1. По техническому обслуживанию РС МКС:
 - профилактика средств вентиляции СО1, СМ, МИМ1, МИМ2;
 - техническое обслуживание средств обеспечения жизнедеятельности;
 - заправка (замена, сепарация) емкости для воды (ЕДВ КОВ), подготовка ЕДВ КОВ (контейнера очищенной воды) для системы «Электрон» или ЕДВ СВ (смывной воды);
 - профилактика средств вентиляции ФГБ;
 - замена сменных элементов магистралей откачки конденсата СМ;
 - еженедельная (ежемесячная) проверка работоспособности оборудования видеорегистрации на РС МКС;
 - техническое обслуживание бегущей дорожки БД-2;
 - перекачка (заправка) воды из баков системы «Родник» ТГК «Прогресс» в ЕДВ с обжатием баков системы «Родник»;
 - обработка препаратом «Фунгистат» элементов конструкции и корпусов СМ и ФГБ;
 - перекачка урины и (или) солевого раствора из ЕДВ-У в баки системы «Родник» ТГК «Прогресс»;
 - мониторинг состояния поверхности элементов конструкции герметичных модулей РС МКС с использованием многофункционального вихре-токового прибора МВП-2К(М);
 - ежемесячная очистка поверхности блока размножения интерфейсов с отключением питания, но без отключения кабельной сети.
2. По ремонту и дооснащению РС МКС:
 - замена блока очистки атмосферы в системе очистки атмосферы «Воздух»;
 - замена моноблока СА-325 первого комплекта «Регул-ОС»;
 - ремонтно-восстановительные работы системы управления бортовым комплексом ФГБ и системы «Компарус»;
 - ремонт и настройка установки сепарации;
 - получение расширенной диагностической информации с МДМ2 широкополосной системы связи (ШСС);
 - монтаж и тестирование оборудования видеорегистрации в СМ и СО1;
 - проверка телеметрического кабеля и сигнализатора дыма ДС-7А;
 - монтаж и подключение устройства улучшения качества связи ФГБ;
 - замена преобразователя напряжения ПН28-120;
 - восстановление работоспособности блока-сервера полезных нагрузок, ноутбука RSS2, системы «Электрон-ВМ» и прибора МДМ2 из состава ШСС.

В процессе космического полета выполнены:

- стыковка ТГК «Прогресс МС-11» в автоматическом режиме к СО1 РС МКС (4 апреля 2019 года). Сближение и стыковка проведены по двухвитковой схеме;
- сближение американского грузового корабля «Cygnus NG-11» с МКС, захват корабля манипулятором станции SSRMS, перемещение и установка корабля к надирному порту модуля Node1 (19 апреля 2019 года);
- сближение американского грузового корабля SpaceX-17 «Dragon» с МКС, захват манипулятором станции SSRMS, перемещение и установка корабля на надирный порт модуля Node2 (6 мая 2019 года);
- расстыковка американского грузового корабля SpaceX-17 «Dragon» от надирного порта модуля Node2 с помощью манипулятора SSRMS (3 июня 2019 года);
- расстыковка ТГК «Прогресс МС-10» от агрегатного отсека (АО) СМ РС МКС (4 июня 2019 года);
- расстыковка ТПК «Союз МС-11» от стыковочного узла МИМ2 (25 июня 2019 года);
- стыковка ТПК «Союз МС-13» в автоматическом режиме к стыковочному узлу ОА СМ РС МКС (20 июля 2019 года). Сближение и стыковка проведены по четырехвитковой схеме;
- 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 стыковочного узла 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;
- перестыковка ТПК «Союз МС-13» (командир корабля А.А. Скворцов) с АО СМ на 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;

– 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);

– 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-59 и МКС-60 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-59/60 было проведено 20 бортовых тренировок и консультаций:

– по действиям в аварийных ситуациях и проверке готовности оборудования к аварийному покиданию МКС;

– перед выполнением «Выходов» в открытый космос;

– по контролю автоматического сближения и телеоператорному режиму управления транспортными грузовыми кораблями;

– по использованию аварийной маски;

– по уклонению МКС от космического мусора;

– по контролю сближения беспилотного ТПК «Союз МС-14»;

– по составу и размещению грузов и оборудования на ТПК «Союз МС-14»;

– по особенностям действий в аварийных ситуациях после стыковки грузовых кораблей «Dragon», «Cygnus» и HTV;

– по выполнению спуска на ТПК «Союз МС-12» 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.

Расстыковка и спуск ТПК «Союз МС-12»

27 сентября 2019 года на участке совместного полета с МКС выполнен перенос ложементов и индивидуального снаряжения бортинженера Кристины Кук из ТПК «Союз МС-12» в ТПК «Союз МС-13», а также перенос ложементов и индивидуального снаряжения участника космического полета ЭП-19 Хаззаа Аль Мансури из ТПК «Союз МС-15» в ТПК «Союз МС-12».

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

29 сентября 2019 года в рамках подготовки к спуску с орбиты экипажем в составе командира корабля и бортинженера проводился штатный «Тест СУДН № 2».

3 октября 2019 года на 11-м суточном витке экипаж в составе А. Овчинина, Н. Хейга и Х. Аль Мансури выполнил расконсервацию ТПК «Союз МС-12». В 06:40:00 ДМВ по указанию Земли экипаж осуществил переход на автономное питание и в 07:22:00 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 МИМ1 выполнена 3 октября 2019 года на 14-м суточном витке в автоматическом режиме с одним импульсом увода. МКС была развернута в специальную сертифицированную для расстыковки ориентацию «ОСК+разворот». Запуск динамического режима системы управления движением и навигации для режима расстыковки выполнен экипажем в 10:30:00 ДМВ. Команда на открытие крюков ТПК по указанию ЦУПа-М выдана экипажем в 10:36:00 ДМВ, расстыковка произошла в 10:37:00 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 13:06:00 ДМВ. Двигатель штатно отработал тормозной импульс (128 м/с).

Разделение отсеков произошло в 13:34:00 ДМВ. Расчетное время входа СА в атмосферу составило 13:38:34 ДМВ. Спуск в атмосфере выполнен в режиме автоматического управляемого спуска. Внеатмосферный промах составил +1 секунду, максимальная перегрузка – 4,3 единицы.

Посадка СА произошла в 13:59:19 ДМВ в расчетной точке вблизи города Жезказгана (рис. 2). Двигатели мягкой посадки сработали штатно. СА ТПК «Союз МС-12» находился на боку, самочувствие экипажа хорошее.



Рис. 2. Приземление спускаемого аппарата

Совместный полет с другими экипажами МКС

Экипаж МКС-59/60 осуществлял совместный полет в периоды:

- с 15 марта по 25 июня 2019 года с экипажем МКС-57/58/59 (рис. 3) в составе:
 - Кононенко Олег Дмитриевич (бортинженер экспедиции МКС-57, командир экспедиций МКС-58 и МКС-59, Роскосмос, Россия);
 - Сен-Жак Давид (бортинженер экспедиций МКС-57, МКС-58 и МКС-59, ККА, Канада);
 - МакКлейн Энн (бортинженер экспедиций МКС-57, МКС-58 и МКС-59, НАСА, США);



Рис. 3. Экипаж экспедиции МКС-59

- с 20 июля по 3 октября 2019 года с экипажем МКС-60/61 (рис. 4) в составе:

- Скворцов Александр Александрович (бортинженер экспедиций МКС-60 и МКС-61, Роскосмос, Россия);
- Пармитано Лука (бортинженер экспедиции МКС-60, командир экспедиции МКС-61, ЕКА, Италия);
- Морган Эндрю (бортинженер экспедиций МКС-60 и МКС-61, НАСА, США).

- с 25 сентября по 3 октября 2019 года с экипажем МКС-61/62/ЭП-19 в составе:

- Скрипочка Олег Иванович (бортинженер экспедиции МКС-61, командир экспедиции МКС-62, Роскосмос, Россия);
- Меир Джессика (бортинженер экспедиций МКС-61 и МКС-62, НАСА, США);
- Хаззаа Аль Мансури (участник космического полета экспедиции ЭП-19, ОАЭ).

В этот период на борту МКС находилось девять человек (рис. 5).

С 25 июня по 20 июля 2019 года экипаж экспедиции МКС-60 состоял из трех человек: Овчинин Алексей Николаевич, Хейг Ник и Кук Кристина.



Рис. 4. Экипаж экспедиции МКС-60
(20.07–25.09.2019 г.)



Рис. 5. Экипаж экспедиций МКС-60 (26.09–03.10.2019 г.)

Внекорабельная деятельность

29–30 мая 2019 года космонавты Олег Кононенко и Алексей Овчинин в скафандрах «Орлан МКС» выполнили «Выход» в открытый космос по программе ВКД-46 (рис. 6).

Продолжительность «Выхода» составила 06 часов 01 минуту.

Целевыми задачами являлись:

- монтаж поручня-перехода МИМ2-ФГБ;



Рис. 6. Космонавты Олег Кононенко и Алексей Овчинин во время выполнения ВКД-46

- демонтаж адаптера с макетами термодатчиков ТП228 с поручня 6005 МИМ2;
- демонтаж устройств экспонирования № 15 и № 16 по космическому эксперименту (КЭ) «Тест» (экспериментальные исследования возможности развития микродеструкции элементов конструкции модулей РС МКС под влиянием составляющих собственной внешней атмосферы и наличия условий для жизнедеятельности микрофлоры на поверхности гермокорпуса под ЭВТИ) с поручней МИМ2;
- проведение очистки наружной поверхности остекления иллюминатора ВЛ2 на МИМ2;
- снятие панелей № 1 и № 2 по КЭ «Выносливость» (исследование влияния факторов космического пространства на характеристики механических свойств материалов космического назначения) на МИМ2;
- изменение ориентации прибора блока контроля давления и осадочных загрязнений на МИМ2;
- снятие свертка ткани с поручня 2312 СМ;
- взятие проб-мазков в зоне клапанов стыка вакуумной магистрали СВМ15 (аварийный вакуумный клапан средств очистки атмосферы «Воздух») и СВМ39 (аварийный вакуумный клапан блока очистки воздуха от микропримесей) СМ в рамках КЭ «Тест»;
- отключение кабелей и демонтаж измерительного блока плазменно-волнового комплекса ПВК2 со штанги с комплектом датчиков ШКД2 и ПВК1 со ШКД1 на СМ по первому этапу КЭ «Обстановка» (исследование в приповерхностной зоне МКС плазменно-волновых процессов взаимодействия сверхбольших космических аппаратов с ионосферой) с последующей утилизацией методом отталкивания;
- приветствие космонавту А.А. Леонову в честь его 85-летия.

Благодаря слаженной и надежной работе космонавтов с опережением графика циклограммы «Выхода» были качественно выполнены не только все основные задачи, но и резервные. Тщательная подготовка к выполнению ВКД, грамотное взаимодействие в процессе работ в открытом космосе позволили Алексею Овчинину выполнить свой первый «Выход» с высоким качеством.

По программе АС МКС было выполнено четыре «Выхода» в открытый космос:

1-й – 22 марта 2019 года по программе ВКД-52 (бортинженеры экспедиции МКС-59 Энн МакКлейн и Ник Хейг). Основной задачей «Выхода» являлась замена аккумуляторных батарей по каналу 4А. Продолжительность «Выхода» составила 6 часов 38 минут.

2-й – 29 марта 2019 года по программе ВКД-53 (бортинженеры экспедиции МКС-59 Ник Хейг и Кристина Кук). Основная задача «Выхода» состояла в замене аккумуляторных батарей по каналу 2А. Продолжительность «Выхода» составила 6 часов 42 минуты.

3-й – 8 апреля 2019 года по программе ВКД-54 (бортинженеры экспедиции МКС-59 Энн МакКлейн и Давид Сен-Жак). Основная задача «Выхода» заключалась в установке внешних перемычек на модули Node1 Nadir, Node1 Zenit и ферму S0 для обеспечения питания SSRMS при нештатных ситуациях. Продолжительность «Выхода» составила 6 часов 26 минут.

4-й – 21 августа 2019 года по программе ВКД-55 (бортинженеры экспедиции МКС-60 Ник Хейг и Эндрю Морган). Основной задачей «Выхода» был монтаж IDA (международного стыковочного адаптера). Продолжительность «Выхода» составила 6 часов 29 минут.

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

Алексей Овчинин оказывал поддержку астронавтам при их «Выходах» в открытый космос.

Научная программа

Российская научная программа в период полета космонавта А.Н. Овчинина в составе экипажа МКС-59/60 выполнялась в соответствии с «Программой реализации научно-прикладных исследований, планируемых в период пятьдесят девятой и шестидесятой пилотируемых экспедиций МКС-59 и МКС-60» 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», «Перитектика», «Плазменный кристалл», «Адамант»	4
Исследование Земли и космоса	«БТН-Нейтрон», «Ураган», «Дубрава», «Сценарий», «Экон-М»	5
Человек в космосе	«Спланх», «Мотокард», «Пилот-Т», «Кардиовектор», «Профилактика-2», «Биокард», «Космокард», «Контент», «Альгометрия», «Взаимодействие-2», «ДАН», «Коррекция», «Матрешка-Р»	13
Космическая биология и биотехнология	«Биориск», «Феникс», «Пробиовит», «Биодеградация», «Структура», «Биопленка», «Фотобиореактор», «Микровир», «Константа-2», «Магнитный 3D-биопринтер»	10
Технологии освоения космического пространства	«Вектор-Т», «Изгиб», «Среда МКС», «Идентификация», «Контроль», «Сепарация», «Визир», «Таймер», «Биополимер», «Выносливость», «Альbedo», «ИМПАКТ», «МКС-Разворот», «Тест», «Испытатель»	15
Образование и популяризация космических исследований	«РадиоСкаф», «Великое начало», «О Гагарине из космоса», «Ряска», «Интер-МАИ-75»	5
Итого:		52

Всего 52 эксперимента, из них:

- девять КЭ «БТН-Нейтрон», «Биориск», «Феникс», «Вектор-Т», «Изгиб», «Среда МКС», «Альбедо», «МКС-Разворот», «РадиоСкаф» – без участия экипажа;
- один КЭ «Кристаллизатор» – совместно с Японским космическим агентством ДжАКСА;
- один КЭ «Плазменный кристалл» – совместно с ЕКА;
- один КЭ «Перитектика» – совместно с ЕКА и НАСА;
- один КЭ «Адамант» – совместно с НАСА.

В период полета экипажа МКС-59/60 выполнялись следующие 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. Объектами исследования эксперимента являлись дистанционно-управляемый антропоморфный робот и его система управления. На рис. 7 космонавты Александр Скворцов и Алексей Овчинин в процессе выполнения КЭ «Испытатель».

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



Рис. 7. Выполнение КЭ «Испытатель» космонавтами А.А. Скворцовым и А.Н. Овчининим

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. Образовательный эксперимент «Ряска» (изучение механизмов ориентации в невесомости гравитационно- и фоточувствительных органов растений на различные факторы окружающей среды).

На выполнение научной программы Алексей Овчинин затратил 402 часа (из них 121 час 40 минут – по Task List), что составляет 29,5 % от общего фактического рабочего времени космонавта (1363 часа 35 минут).

Время, затраченное космонавтом на выполнение программы каждого КЭ, колеблется от 10 минут до 90 часов. Самыми трудоемкими экспериментами были: «Экон-М» – 90 часов, «Профилактика-2» – 80 часов, «Испытатель» – 28 часов, «Сепарация» – 25 часов 40 минут, «Пилот-Т» – 23 часа.

Планируемое количество сеансов КЭ для космонавта А.Н. Овчинина в соответствии с программой НПИ составляло 225, реализовано – 351.

Следует отметить, что в период 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. Сокращение числа российских космонавтов на борту РС МКС в период экспедиций МКС-51–МКС-60, начиная с апреля 2017 года, привело к снижению объема выполняемых работ в этом направлении до 27,9 % от общего фактического рабочего времени космонавтов (рис. 8).

На рис. 9 приведено распределение количества КЭ, выполненных экипажами МКС с 2017 года.

Также Алексей Овчинин оказывал помощь участнику космического полета экспедиции ЭП-19 Хаззаа Аль Мансури при выполнении ряда КЭ: «Кардиовектор-ОАЭ», «Остеология-ОАЭ», «Профилактика-2-ОАЭ», «Time Perception», «Fluidics», образовательный проект «Mix Stick Experiments», исследование влияния космической среды, образовательный проект «Story time», «Standard Measures».

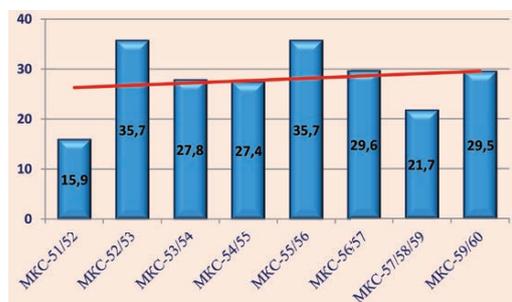


Рис. 8. Фактическое рабочее время экипажей МКС на выполнение программы НПИ с 2017 года (в процентах от общего фактического рабочего времени)

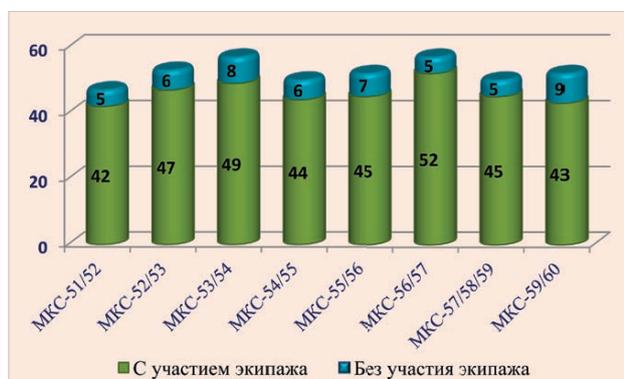


Рис. 9. Распределение количества КЭ, выполненных экипажами МКС с 2017 года

По завершении космического полета в процессе встреч со специалистами Центра подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина и смежных организаций космонавтом А.Н. Овчининим был высказан ряд замечаний и предложений по конструкции, системам, оборудованию и организации работ на ТПК, ТГК и РС МКС, научной аппаратуре и программе НПИ, информационному обеспечению и планированию деятельности экипажа, ВКД, 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-12» и РС МКС, а также подготовка на борту МКС позволили экипажу МКС-59/60 успешно выполнить программу космического полета.

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-59/60 с экипажами МКС-57/58/59, МКС-60/61 и МКС-61/ЭП-19, а также персоналом Центра управления полетами способствовало эффективной деятельности на борту МКС.

По результатам послеполетных встреч экипажа со специалистами составлен план-график мероприятий по устранению замечаний и реализации предложений космонавта А.Н. Овчинина.