

ИТОГИ ПОЛЕТОВ ЭКИПАЖЕЙ МКС

RESULTS OF THE ISS CREW MISSIONS

УДК 629.78.007

DOI 10.34131/MSF.19.3.5-21

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ПОДГОТОВКИ И РЕЗУЛЬТАТЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЭКИПАЖА МКС-57/58/59 ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРОГРАММЫ КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЕТА

О.Д. Кононенко, А.И. Кондрат, А.А. Медведев, В.В. Несмеянов,
Г.Д. Орешкин, П.А. Сабуров

Герой Российской Федерации, летчик-космонавт Российской Федерации
О.Д. Кононенко; 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-57/58/59, основные задачи подготовки, деятельность экипажа на борту транспортного пилотируемого корабля (ТПК) «Союз МС-11» и Международной космической станции (МКС). Отдельно выделены работы по внекорабельной деятельности (ВКД) по программам российского (РС) и американского сегментов (АС) МКС, а также по выполнению научно-прикладных исследований и экспериментов (НПИ).

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

Main Tasks of Training and Results of Activity of the ISS Crew for Expedition 57/58/59 When Carrying Out the Mission Plan.

**O.D. Kononenko, A.I. Kondrat, A.A. Medvedev, V.V. Nesmeyanov,
G.D. Oreshkin, P.A. Saburov**

The paper presents the ISS crew for Expedition 57/58/59, main tasks of training, activities of the crew aboard the “Soyuz MS-11” manned transport vehicle (MTV) and International Space Station (ISS). Extravehicular operations (EVA) within the framework of the programs of the ISS RS and USOS as well as the implementation of scientific applied research and experiments are given in particular.

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

Состав экипажа

Основной экипаж МКС-57/58/59 (рис. 1) в составе:

Кононенко Олег Дмитриевич	командир ТПК «Союз МС-11», бортинженер экспедиции МКС-57, командир экспедиций МКС-58 и -59 (Роскосмос, Россия),
Сен-Жак Давид	бортинженер ТПК «Союз МС-11», бортинженер экспедиций МКС-57, -58 и -59 (ККА, Канада),
МакКлейн Энн	бортинженер-2 ТПК «Союз МС-11», бортинженер экспедиций МКС-57, -58 и -59 (НАСА, США)

выполнил космический полет длительностью 203 суток 15 часов 15 минут 49 секунд с 3 декабря 2018 года по 25 июня 2019 года. Позывной экипажа – «Антарес».



Кононенко
Олег Дмитриевич

Сен-Жак
Давид

МакКлейн Энн

Рис. 1. Экипаж МКС-57/58/59

Кононенко Олег Дмитриевич – инструктор-космонавт-испытатель 1 класса Роскосмоса, в отряде космонавтов с марта 1996 года. Первый полет выполнил с 8 апреля по 24 октября 2008 года в качестве бортинженера ТПК «Союз ТМА-12» и бортинженера МКС-17. Во время полета выполнил два выхода в открытый космос общей длительностью 12 часов 16 минут. Продолжительность полета составила 199 суток. Второй полет с 21 декабря 2011 года по 1 июля 2012 года совершил в составе экипажа МКС-30/31 в качестве командира ТПК «Союз ТМА-03М», бортинженера МКС-30 и командира МКС-31. В ходе полета выполнил выход в открытый космос длительностью 6 часов 15 минут. Полет продлился 193 суток. Третий полет

с 23 июля по 11 декабря 2015 года выполнил в составе экипажа МКС-44/45 в качестве командира ТПК «Союз ТМА-17М» и бортинженера МКС. Продолжительность полета составила 142 суток.

Сен-Жак Давид – астронавт Канадского космического агентства (ККА). Прошел отбор в мае 2009 года и прибыл в Хьюстон для подготовки в составе 20-го набора NASA. Опыта космических полетов не имел.

МакКлейн Энн – астронавт НАСА (США). В июне 2013 года была зачислена в отряд астронавтов НАСА в составе 21-го набора. Опыта космических полетов не имела.

Основные задачи программы полета экипажа МКС-57/58/59

Программа полета экипажа МКС-57/58/59 предусматривала:

1. Полет на ТПК «Союз МС-11», который включал в себя:
 - выведение, маневры, сближение и стыковку к малому исследовательскому модулю МИМ2;
 - расстыковку от МИМ2 и возвращение на Землю спускаемого аппарата (СА).
2. Материально-техническое обслуживание и дооснащение бортовых систем и оборудования РС МКС.
3. Ремонтно-восстановительные работы на РС МКС.
4. Выполнение научной программы в соответствии с «Программой реализации научно-прикладных исследований, планируемых в период пятьдесят седьмой и пятьдесят восьмой пилотируемых экспедиций МКС-57 и МКС-58» и «Программой реализации научно-прикладных исследований, планируемых в период пятьдесят девятой и шестидесятой пилотируемых экспедиций МКС-59 и МКС-60» в части их касающейся.
5. Выходы в открытый космос.
6. Стыковку и расстыковку американских грузовых кораблей SpaceX-16 «Dragon», SpaceX Demo-1 «Dragon-2», SpaceX-17 «Dragon»; расстыковку ТПК «Союз МС-09» и «Союз МС-11»; расстыковку транспортных грузовых кораблей (ТГК) «Прогресс МС-09» и «Прогресс МС-10»; расстыковку американского грузового корабля «Cygnus NG-10»; стыковку ТПК «Союз МС-12», ТГК «Прогресс МС-11» и американского грузового корабля «Cygnus NG-11».
7. Разгрузка и загрузка 3 российских и 5 американских грузовых кораблей.
8. Проведение ТВ-репортажей, фото- и видеосъемок, работы по программе символической деятельности.

Основные задачи подготовки экипажа к космическому полету

Подготовка экипажа МКС-57/58/59 проводилась с сентября 2016 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 технической подготовке по ТПК «Союз МС-11» 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-11»;

- 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-11» 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-56/57, 59/60;

- 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, 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 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 взаимодействия членов экипажа при выполнении задач внепланового выхода ВКД-45А;
- 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-57/58/59 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.

Результаты экзаменационных тренировок экипажа МКС-56/57 представлены в таблице 1.

По итогам подготовки экипажа 15 ноября 2018 года в Центре подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина состоялось заседание Межведомственной комиссии, которая, рассмотрев результаты зачетов и экзаменов

Таблица 1

Экзаменационные тренировки	О. Кононенко	Д. Сен-Жак	Э. МакКлейн
ЭКТ по ТПК «Союз МС»	4,9		
ЭКТ по РС МКС	5,0		
По ручному сближению ТПК «Союз МС»	5,0		–
По ручному причаливанию и перестыковке ТПК «Союз МС»	5,0	5,0	–
По ТОРУ ТГК «Прогресс МС»	5,0	–	–
По РУС ТПК «Союз МС»	4,82	4,92	–

и выводы Государственной медицинской комиссии, пришла к заключению, что экипаж МКС-57/58/59 подготовлен к выполнению космического полета и может приступить к этапу предстартовой подготовки на космодроме Байконур.

Полет на борту ТПК «Союз МС-11»

Старт ТПК «Союз МС-11» состоялся 3 декабря 2018 года в 14:31:52 ДМВ с космодрома Байконур (рис. 2).

Выведение, отделение корабля от ракеты-носителя прошло штатно.

Сближение ТПК «Союз МС-11» с МКС осуществлялось в соответствии с программой полета по 4-витковой схеме и в 20:33:19 ДМВ ТПК «Союз МС-11» причалил к стыковочному узлу модуля МИМ2 РС МКС в автоматическом режиме.

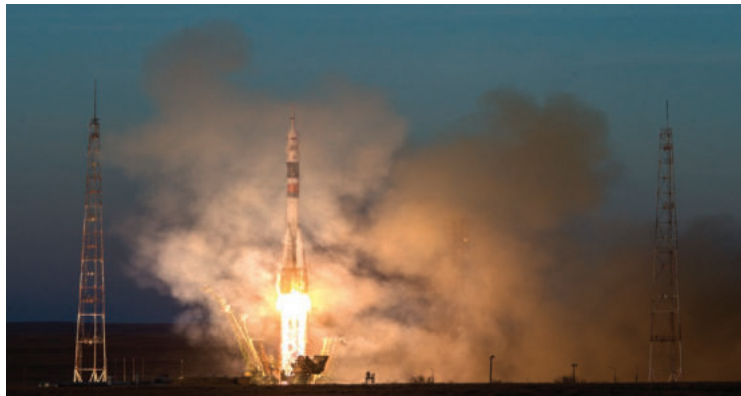


Рис. 2. Старт ТПК «Союз МС-11»

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 автономного полета ТПК «Союз МС-11».

В процессе полета в сеансе связи 2-го витка выполнялся тест ручного управления. В связи с доработкой программного обеспечения (ПО) ЦВМ101 и пульта космонавта спускаемого аппарата (ПКСА) «Нептун-МЭ» ТПК «Союз МС-11» для обеспечения передачи информации радиообмена в сеансе связи 3-го витка выполнялась передача на борт текстового файла. Экипаж контролировал и докладывал в Центр управления полетами (ЦУП-М) появление текстовой информации на интегрированном пульте управления (ИнПУ) на формате «ИНФО».

18 января 2019 года на участке совместного полета ТПК «Союз МС-11» и МКС космонавт О. Кононенко участвовал в проверке информационного

радиообмена, переданного в виде массива цифровой информации (МЦИ) на ПКСА «Нептун-МЭ» через ЦВМ-101. Кроме того, в этот день О. Кононенко участвовал в проверке возможности передачи данных по Wi-fi из ПКСА в планшетные компьютеры экипажа в виде отдельных форматов и графиков, позволяющих отслеживать динамику изменения выбранных аналоговых параметров.

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

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

24 июня 2019 года на 11-м суточном витке экипаж выполнил расконсервацию ТПК «Союз МС-11». В 22:40:00 ДМВ по указанию Земли экипаж осуществил переход на автономное питание и в 23:20:00 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 спускаемый аппарат (СА) и закрытия люка СА-БО, выполнили проверку герметичности скафандров и люка СА-БО.

Расстыковка выполнена 25 июня 2019 года на 14-м суточном витке в автоматическом режиме от МИМ2 с одним импульсом увода. МКС была развернута в специальную сертифицированную для расстыковки ориентацию «ОСК+разворот». Запуск динамического режима системы управления движением и навигации (СУДН) для режима расстыковки выполнен экипажем в 02:18:00 ДМВ. Команда на открытие крюков ТПК по указанию ЦУПа-М выдана экипажем в 02:24:00 ДМВ, расстыковка произошла в 02:25:00 ДМВ. Уход корабля от МИМ2 выполнялся по трансверсали против полета (импульс на торможение).

После расстыковки при выполнении заключительных операций на ПКСА «Нептун-МЭ» был передан МЦИ с данными на спуск. По указанию Земли по формату «ИНФО» экипаж выполнил сверку данных на спуск с данными в бортовой документации.

Спуск выполнялся по штатной программе. Включение сближающе-корректирующего двигателя (СКД) для выдачи тормозного импульса произошло в 04:54:00 ДМВ. Двигатель штатно отработал тормозной импульс (127,98 м/с). После выдачи тормозного импульса в 05:02:53 ДМВ произошла авария 1-го коллектора, автоматически был выполнен переход на 2-й коллектор двигателей причаливания и ориентации (ДПО). Экипаж зафиксировал прохождение аварии, проконтролировал переход на 2-й коллектор ДПО и доложил в ЦУП-М.

Разделение отсеков произошло в 05:22:00 ДМВ. Расчетное время входа СА в атмосферу составило 05:26:50 ДМВ. Спуск в атмосфере выполнен в режиме автоматического управляемого спуска. Внеатмосферный промах составил +4 секунды, максимальная перегрузка – 4,18 единицы.

Посадка СА произошла в 05:47:41 ДМВ в расчетной точке вблизи г. Жезказгана (рис. 3). Двигатели мягкой посадки сработали штатно. СА ТПК «Союз МС-11» находился вертикально, самочувствие экипажа хорошее.

На ТПК «Союз МС-11» в процессе спуска проводился третий испытательный полет доработанной системы управления спуском с блоком измерения угловых скоростей (БИУС) в телеметрическом режиме.



Рис. 3. Приземление спускаемого аппарата

Полет на борту МКС

Экипаж МКС-57/58/59 работал на борту МКС 203 суток с 3 декабря 2018 года по 25 июня 2019 года.

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

В процессе космического полета выполнены:

- сближение американского грузового корабля SpaceX-16 «Dragon» с МКС, захват манипулятором станции SSRMS, перемещение и установка корабля на надирном порту модуля Node2 (8 декабря 2018 года);
- расстыковка ТПК «Союз МС-09» от стыковочного узла МИМ1 (20 декабря 2018 года);
- расстыковка американского грузового корабля SpaceX-16 «Dragon» от надирного порта модуля Node2 с помощью манипулятора SSRMS (14 января 2019 года);

- расстыковка ТГК «Прогресс МС-09» от СО1 (25 января 2019 года);
- расстыковка американского грузового корабля «Cygnus NG-10» от надирного порта Node1 с помощью манипулятора SSRMS (8 февраля 2019 года);
- стыковка американского корабля SpaceX Demo-1 «Dragon-2» в автоматическом режиме к узлу РМА2 Node2 (3 марта 2019 года);
- расстыковка американского корабля SpaceX Demo-1 «Dragon-2» в автоматическом режиме от узла РМА2 Node2 (8 марта 2019 года);
- стыковка ТПК «Союз МС-12» в автоматическом режиме к стыковочному узлу модуля МИМ1 (15 марта 2019 года). Сближение и стыковка проведены по четырехвитковой схеме;
- 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 надирном порту модуля Node2 (6 мая 2019 года);
- расстыковка корабля SpaceX17 «Dragon» от надирного порта модуля Node2 с помощью манипулятора SSRMS (3 июня 2019 года);
- расстыковка ТГК «Прогресс МС-10» от АО СМ РС МКС (4 июня 2019 года);
- расстыковка ТПК «Союз МС-11» от стыковочного узла МИМ2 (25 июня 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-57, МКС-58 и МКС-59 для сайта Государственной корпорации «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-57/58/59 было проведено 17 бортовых тренировок и консультаций:

- по действиям в аварийных ситуациях и проверке готовности оборудования к аварийному покиданию МКС;
- перед выполнением «Выходов» в открытый космос;
- по телеоператорному режиму управления транспортными грузовыми кораблями;

– по выполнению спуска на ТПК «Союз МС-11» 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.

Совместный полет с другими экипажами МКС

Экипаж МКС-57/58/59 осуществлял совместный полет в периоды:

- с 3 по 20 декабря 2018 года с экипажем МКС-56/57 (рис. 4) в составе:
 - Прокопьев Сергей Валерьевич (бортинженер экспедиций МКС-56 и -57, Роскосмос, Россия);
 - Герст Александр (бортинженер экспедиции МКС-56, командир экспедиции МКС-57, ЕКА, Германия);
 - Ауньен-Чэнселлор Серина (бортинженер экспедиций МКС-56 и -57, НАСА, США);
 - с 15 марта по 25 июня 2019 года с экипажем МКС-59/60 (рис. 5) в составе:
 - Овчинин Алексей Николаевич (бортинженер экспедиции МКС-59, командир экспедиции МКС-60, Роскосмос, Россия);
 - Хейг Ник (бортинженер экспедиций МКС-59 и -60, НАСА, США);
 - Кук Кристина (бортинженер экспедиций МКС-59 и -60, НАСА, США).
- С 20 декабря 2018 года по 15 марта 2019 года экипаж 58-й экспедиции состоял из 3 человек: Кононенко Олег Дмитриевич, Сен-Жак Давид и МакКлейн Энн.



Рис. 4. Экипаж экспедиции МКС-57



Рис. 5. Экипаж экспедиции МКС-59

Внекорабельная деятельность

11–12 декабря 2018 года космонавты Сергей Прокопьев и Олег Кононенко в скафандрах «Орлан МКС» совершили выход в открытый космос по программе ВКД-45А [1] (рис. 6).

Фактическое время выхода превысило расчетное и составило 7 часов 45 минут.

Основной целью выхода было проведение инспекции отверстия на внешней поверхности корпуса БО ТПК «Союз МС-09» с вскрытием экранно-вакуумной тепловой изоляции (ЭВТИ) и панели микрометеороидной защиты в районе определенного экипажем месте негерметичности.



Рис. 6. Космонавты Сергей Прокопьев и Олег Кононенко во время выполнения ВКД-45А

Главная особенность выхода заключалась в необходимости выполнения основной задачи в месте, не предназначенном для ВКД. В условиях отсутствия в рабочей зоне каких-либо штатных мест для фиксации скафандра в сочетании с необходимостью выполнять неординарные операции экипаж продемонстрировал отличную физическую подготовку и волевые качества, умение в сложной обстановке принимать грамотные оперативные решения, что в конечном итоге привело к положительному результату. Для оптимизации переходов по внешней поверхности станции экипаж использовал две грузовые стрелы модернизированные (ГСтМ), что позволило значительно сэкономить силы и время, необходимые для решения основной задачи.

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. 7).

Продолжительность выхода составила 6 часов 01 минуту.

Целевыми задачами являлись:

- приветствие космонавту А.А. Леонову в честь его 85-летия;
- монтаж поручня-перехода МИМ2-ФГБ;
- 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;



Рис. 7. Космонавты Олег Кононенко и Алексей Овчинин во время выполнения ВКД-46

- изменение ориентации прибора блока контроля давления и осажде- ний 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 «Воз- дух») 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 при- поверхностной зоне МКС плазменно-волновых процессов взаимодействия сверхбольших космических аппаратов с ионосферой) с последующей ути- лизацией методом отталкивания.

Особенности «Выхода»:

Благодаря слаженному взаимодействию экипажа поставленные задачи выполнялись с опережением временного графика циклограммы. Олег Коно- ненко проявил отличные лидерские качества, грамотно поддерживая Алексея Овчинина в его первом выходе в открытый космос, что позволили оптималь- но распределить физические силы в процессе ВКД. Работа с запасом по времени и сохранение хорошего физического состояния экипажа позволили выполнить задачи по демонтажу и отталкиванию ШКД-1 и ПВК-1, заплани- рованные как дополнительные и при наличии времени.

По программе АС МКС было выполнено три выхода в открытый космос:

1-й – 22 марта 2019 года по программе ВКД-52 (бортинженер экспеди- ций МКС-57, -58 и -59 Энн МакКлейн и бортинженер экспедиций МКС-59 и -60 Ник Хейг). Продолжительность выхода составила 6 часов 38 минут.

2-й – 29 марта 2019 года по программе ВКД-53 (бортинженеры экспе- диций МКС-59 и -60 Ник Хейг и Кристина Кук). Продолжительность выхо- да составила 6 часов 42 минуты.

3-й – 8 апреля 2019 года по программе ВКД-54 (бортинженеры экспеди- ций МКС-57, -58 и -59 Энн МакКлейн и Давид Сен-Жак). Продолжительность выхода составила 6 часов 26 минут.

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

Научная программа

Научная программа в период полета космонавта О.Д. Кононенко в составе экипажа МКС-57/58/59 выполнялась в соответствии с «Программой реали- зации научно-прикладных исследований, планируемых в период пятьдесят седьмой и пятьдесят восьмой пилотируемых экспедиций МКС-57 и МКС-58» и «Программой реализации научно-прикладных исследований, планируе- мых в период пятьдесят девятой и шестидесятой пилотируемых экспедиций МКС-59 и МКС-60» в части касающейся.

Из-за аварии ТПК «Союз МС-10», а также введения в программу полета МКС ВКД-45А, программа научно-прикладных исследований, планируемых в период экспедиции МКС-57, была изменена.

Перечень КЭ, распределенных по направлениям 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», «Перитектика», «Адамант», «Фламенко»	5
Исследование Земли и космоса	«БТН-Нейтрон», «Ураган», «Дубрава», «Сценарий», «Экон-М»	5
Человек в космосе	«Мотокард», «Профилактика-2», «Биокард», «Космокард», «Альгометрия», «Контент», «Взаимодействие-2», «ДАН», «Кардиовектор», «Пилот-Т», «Коррекция», «Матрешка-Р»	12
Космическая биология и биотехнология	«Биориск», «Феникс», «Структура», «Биопленка», «Пробиовит», «Константа-2», «Продуцент», «Магнитный 3D-биопринтер»	8
Технологии освоения космического пространства	«Вектор-Т», «Изгиб», «Идентификация», «Контроль», «Среда МКС», «Сепарация», «Визир», «Выносливость», «Таймер», «Альбедо», «ИМПАКТ», «МКС-Разворот», «Тест»	13
Образование и популяризация космических исследований	«РадиоСкаф», «Великое начало», «О Гагарине из космоса», «Интер-МАИ-75», «Ряска», «Сферы», «EarthKAM»	7
Итого:		50

Всего 50 экспериментов, из них:

- 5 КЭ «БТН-Нейтрон», «Биориск», «Изгиб», «МКС-Разворот», «РадиоСкаф» – без участия экипажа (в автоматическом режиме);
- 1 КЭ «Кристаллизатор» – совместно с Японским космическим агентством ДжАКСА;
- 1 КЭ «Плазменный кристалл» – совместно с ЕКА;
- 1 КЭ «Перитектика» – совместно с ЕКА и НАСА;
- 4 КЭ «Адамант», «Фламенко», «Сферы», «EarthKAM» – совместно с НАСА;
- 4 КЭ «Профилактика-2», «Биокард», «Коррекция», «Таймер» – в роли помощника.

Также были выполнены работы по контракту с ЕКА по утилизации научной аппаратуры (НА) «EXPOSE-R» и вспомогательного оборудования на ТГК № 439. Данное оборудование использовалось для выполнения 2 этапов КЭ «EXPOSE-R» по контракту с ЕКА по экспонированию образцов органических и биологических материалов в условиях открытого космоса

(1-й этап – в период экспедиций МКС-18–МКС-26 в 2008–2011 гг., 2-й этап – в период экспедиций МКС-40–МКС-46 в 2014–2016 гг.). НА «EXPOSE-R» и вспомогательное оборудование были перенесены из ФГБ и уложены в ТК № 439 по плоскости I, выполнено фотографирование уложенного оборудования с маркировкой, а также отметка в базе данных IMS. Полученные фотоснимки переданы на Землю через РСПИ. Работы были выполнены по Task List. Временные затраты составили 60 минут.

В период полета экипажа МКС-57/58/59 выполнялись следующие новые эксперименты:

– коммерческий биотехнологический эксперимент «Магнитный 3D-биопринтер» (отработка методики биофабрикации хрящевой ткани человека и щитовидной железы мыши из клеточных сфероидов в условиях микрогравитации посредством магнитного поля). Реализация данного КЭ стала пилотным проектом по отработке государственно-частного взаимодействия Госкорпорации «Роскосмос» с участниками коммерческих космических экспериментов. Организацией-заявителем данного эксперимента является частное учреждение «Лаборатория биотехнологических исследований «3D Биопринтинг Солюшенс» (г. Москва). Летный комплект НА по эксперименту был утерян в результате аварии ТПК «Союз МС-10». Эксперимент был проведен с использованием второго комплекта НА, доставленного на РС МКС ТПК «Союз МС-11»;

– технический эксперимент «Визир» с НА «СКП-УП» (исследование методов регистрации текущего положения и ориентации переносной НА ПКК). Эксперимент проводился с использованием НА «СКП-УП»;

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

Выполнению российской научной программы космонавту О.Д. Кононенко удалось посвятить 312 часов 55 минут (из них 91 час 55 минут – по Task List), что составляет 21,7 % от общего фактического рабочего времени космонавта (1443 часа 25 минут).

Время, затраченное космонавтом на выполнение программы каждого КЭ, колеблется от 15 минут до 96 часов. Самыми продолжительными экспериментами были: КЭ «Экон-М» – 96 часов; КЭ «Сепарация» – 29 часов 55 минут; КЭ «Космокард» – 24 часа 45 минут; «Пилот-Т» – 22 часа и др.

Более 30 % времени программы НПИ экипажа было затрачено на выполнение КЭ «Экон-М».

Большой практический интерес вызывают вопросы обеспечения систем жизнедеятельности космических аппаратов, которые рассматриваются в рамках КЭ «Сепарация». Целью эксперимента является испытание и отработка в условиях микрогравитации системы регенерации воды из урины СРВ-У-РС в МИМ1. На выполнение этого эксперимента космонавт О.Д. Кононенко уделил около 10 % времени программы НПИ.

Исследованию вопросов адаптации организма к условиям космического полета и надежности профессиональной деятельности космонавта в длительном космическом полете посвящены эксперименты «Космокард» и «Пилот-Т». Трудозатраты на выполнение этих работ составили около 8 и 7 % времени программы НПИ соответственно.

Следует отметить, что из-за аварии ТПК «Союз МС-10» Олег Кононенко один в течение почти 3 месяцев (с 20 декабря 2018 года по 15 марта 2019 года) выполнял на РС МКС все служебные операции. К примеру, за весь полет только на техническое обслуживание РС МКС, включая ремонтно-восстановительные работы, он затратил 376 часов 20 минут.

В последние годы на выполнение российской научной программы в период экспедиций МКС-23–МКС-40 в среднем затрачивалось 32 % фактического рабочего времени космонавтов, в период экспедиций МКС-41–МКС-51 – 38,5 %.

Начиная с апреля 2017 года наблюдается снижение объема выполняемых работ в этом направлении. Так, в период экспедиций МКС-51–МКС-59 в среднем уже затрачивалось 27,7 % фактического рабочего времени экипажей (рис. 8), что, безусловно, связано с сокращением числа российских космонавтов на борту МКС.

На рис. 9 приведено 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 О.Д. Кононенко был высказан ряд замечаний и предложений по конструкции и организации работ на ТПК, ТГК и РС МКС, научной аппаратуре и программе НПИ, информационному обеспечению и планированию деятельности экипажу, ВКД, подготовке космонавтов и т.д. в интересах дальнейшего совершенствования космической техники, организации деятельности экипажей в полете и повышения качества подготовки космонавтов.

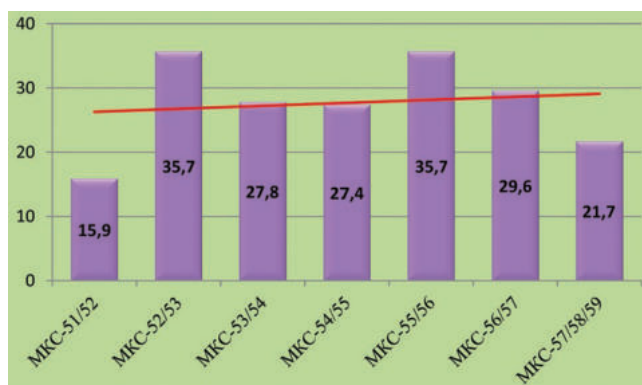


Рис. 8. Фактическое рабочее время экипажей МКС на выполнение программы НПИ с 2017 года (в процентах от общего фактического рабочего времени)

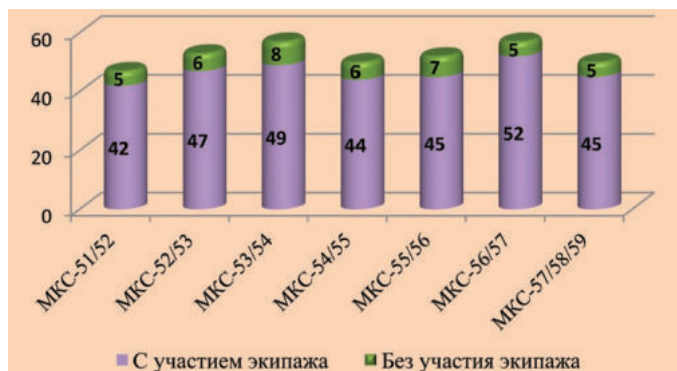


Рис. 9. Распределение количества КЭ, выполненных экипажами МКС с 2017 года

Выводы

Наземная подготовка по ТПК «Союз МС-11» и РС МКС, а также подготовка на борту МКС позволили экипажу МКС-57/58/59 успешно выполнить программу космического полета.

В процессе космического полета большое внимание уделялось вопросам безопасности: проводились инструктажи по безопасности, бортовые консультации и тренировки по действиям в аварийных ситуациях и ВКД.

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

Тесное взаимодействие экипажа МКС-57/58/59 с экипажами МКС-56/57 и 59/60 и 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 О.Д. Кононенко.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Прокопьев С.В. Основные задачи подготовки и результаты деятельности экипажа МКС-56/57 при выполнении программы космического полета // Пилотируемые полеты в космос. – 2019. – № 2(31). – С. 15–16.

REFERENCE

- [1] Prokopiev S.V. Main tasks of training and results of activity of the ISS crew for Expedition 56/57 when carrying out the Mission Plan // Manned Space Flights. – 2019. – No 2(31). – pp. 15–16.