

ИТОГИ ПОЛЕТОВ ЭКИПАЖЕЙ МКС

RESULTS OF THE ISS CREW MISSIONS

УДК 629.78.007

DOI 10.34131/MSF.19.2.5-18

ОСНОВНЫЕ ЗАДАЧИ ПОДГОТОВКИ И РЕЗУЛЬТАТЫ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЭКИПАЖА МКС-56/57 ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРОГРАММЫ КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЕТА

С.В. Прокопьев

Летчик-космонавт Российской Федерации С.В. Прокопьев
(ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина»)

В статье представлены состав экипажа МКС-56/57, основные задачи подготовки, деятельность экипажа на борту транспортного пилотируемого корабля (ТПК) «Союз МС-09» и Международной космической станции (МКС). Отдельно выделены работы по внекорабельной деятельности (ВКД) по программам российского (РС) и американского сегментов (АС) МКС, а также выполнению научно-прикладных исследований и экспериментов (НПИ).

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

Main Training Tasks and Activity of the ISS Crews for Expedition 56/57 When Carrying out the Mission Plan. S.V. Prokopiev

The paper presents the composition of the ISS-56/57 crew, main objectives of training, activity of the crew aboard the “Soyuz MS-09” TMV and International Space Station (ISS). Extravehicular activity under programs of the Russian Segment (RS) and the US Orbital Segment (USOS) of the ISS as well as implementing science applied research (SAR) and experiments (SAR) are given separately.

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

Состав экипажа

Основной экипаж МКС-56/57 (рис. 1) в составе:

Прокопьев Сергей Валерьевич	командир ТПК «Союз МС-09», бортинженер МКС-56/57 (Роскосмос, Россия)
Герст Александр	бортинженер ТПК «Союз МС-09», бортинженер экспедиции МКС-56, командир экспедиции МКС-57 (ЕКА, Германия)

Ауньён-Ченселлор Серина бортинженер-2 ТПК «Союз МС-09»,
бортинженер МКС-56/57 (НАСА, США)

выполнил космический полет длительностью 196 суток 17 часов 50 минут с 6 июня по 20 декабря 2018 года. Позывной экипажа – «Алтай».



Прокопьев
Сергей Валерьевич

Герст
Александр

Ауньён-Ченселлор
Серина

Рис. 1. Экипаж МКС-56/57

Прокопьев Сергей Валерьевич – космонавт-испытатель Роскосмоса, в отряде космонавтов с января 2011 года. Опыта космических полетов не имел.

Герст Александр – астронавт Европейского космического агентства (ЕКА), в отряде астронавтов ЕКА с мая 2009 года. Первый полет выполнил в составе экипажа МКС-40/41 с 28 мая по 10 ноября 2014 года в качестве бортинженера-2 ТПК «Союз ТМА-13М» и бортинженера МКС. В ходе полета выполнил выход в открытый космос длительностью 6 часов 13 минут. Продолжительность полета составила 165 суток 08 часов.

Ауньён-Ченселлор Серина – астронавт НАСА (США), в отряд астронавтов отобрана в июне 2009 года. Опыта космических полетов не имела.

Программа полета экипажа МКС-56/57

Программа полета экипажа МКС-56/57 предусматривала:

1. Полет на ТПК «Союз МС-09», который включал в себя:
 - выведение, маневры, сближение и стыковку к малому исследовательскому модулю МИМ1;
 - расстыковку от МИМ1 и возвращение на Землю спускаемого аппарата (СА).
2. Ремонтно-восстановительные работы и работы по материально-техническому обслуживанию и дооснащению бортовых систем и оборудования РС МКС.

3. Выполнение научной программы в соответствии с «Программой реализации научно-прикладных исследований, планируемых в период пятьдесят пятой и пятьдесят шестой пилотируемых экспедиций МКС-55 и МКС-56» и «Программой реализации научно-прикладных исследований, планируемых в период пятьдесят седьмой и пятьдесят восьмой пилотируемых экспедиций МКС-57 и МКС-58» в части их касающейся.

4. Выходы в открытый космос.

5. Работы с транспортными грузовыми кораблями (ТГК) «Прогресс МС-08, -09 и -10».

6.стыковку и расстыковку американского и японского грузовых кораблей SpaceX-15 «Dragon» и HTV-7 соответственно, расстыковку российского ТГК «Прогресс МС-08», стыковку ТГК «Прогресс МС-09, -10» и ТПК «Союз МС-11», расстыковку американского грузового корабля (АГК) «Cygnus OA-9» и стыковку АГК «Cygnus NG-10» и SpaceX-16 «Dragon».

7. Проведение ТВ-репортажей, фото- и видеосъемок.

Основные задачи подготовки экипажа к космическому полету

Программа подготовки была разработана с учетом требований к технической подготовке экипажей, полученных из РКК «Энергия», и ряда дополнений к ним, уровня подготовленности и функциональных обязанностей членов экипажа, а также по результатам предыдущих этапов подготовки.

Подготовка экипажа МКС-56/57 проводилась с марта 2017 года поочередными тренировочными сессиями: в России – по РС МКС, ТПК и ТГК; на базах международных партнеров – по другим модулям МКС.

Следует отметить, что в декабре 2017 года астронавт NASA Эппс Джанетт была заменена на астронавта NASA Серину Ауньён-Ченселлор.

Большая часть времени была уделена технической подготовке по ТПК «Союз МС-09» 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-09»;

– 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-09» на все стыковочные узлы РС МКС;

– отработка навыков выполнения ручного управляемого спуска;

– отработка навыков построения ручной ориентации в аналоговом контуре (РО АК);

– отработка навыков построения ручной ориентации в дискретном контуре (РО ДК);

- отработка навыков построения солнечной ориентации и закрутки ТПК в режимах РО АК и РО ДК;
- отработка действий членов экипажа в аварийных ситуациях: пожар, разгерметизация, токсичность атмосферы;
- 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 и умений контроля автоматического сближения и стыковки ТПК «Прогресс МС» с МКС;
- совершенствование знаний и отработка навыков к приему, передаче смены и совместной работе в полете с экипажами МКС-55/56, 57/58;
- 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, МИМ1, МИМ2);
- отработка навыков и умений технического обслуживания, ремонта и дооснащения бортовых систем РС МКС;
- совершенствование знаний, формирование навыков и умений выполнения разгрузочно-погрузочных работ на грузовых кораблях, укладке снаряжения и личных вещей, возвращаемых грузов на ТПК;
- 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-45;
- отработка навыков, умений и 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-56/57 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 экспедиции в целом.

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

Таблица 1

Экзаменационные тренировки	Сергей Прокопьев	Александр Герст	Серина Ауньён-Ченселлор
ЭКТ по ТПК «Союз МС»	5,0		
ЭКТ по РС МКС	4,83		
По ручному сближению ТПК «Союз МС»	5,0	–	
По ручному причаливанию и перестыковке ТПК «Союз МС»	5,0	5,0	–
По ТОРУ ТПК «Прогресс МС»	5,0	–	–
По РУС ТПК «Союз МС»	5,0	5,0	–

По итогам подготовки 14 мая 2018 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-56/57 подготовлен к выполнению космического полета и может приступить к этапу предстартовой подготовки на космодроме Байконур.

Полет на борту ТПК «Союз МС-09»

Старт ТПК «Союз МС-09» (рис. 2) состоялся 6 июня 2018 года в 14 часов 12 минут 39 секунд (ДМВ) с космодрома Байконур.

Выведение, отделение корабля от ракеты-носителя прошло штатно.

Сближение ТПК «Союз МС-09» с МКС осуществлялось в соответствии с программой полета по двухсуточной схеме.

Двухимпульсный маневр № 1 дальнего сближения с МКС проводился на 3–4-м витках. Корректирующий одноимпульсный маневр № 2 был выполнен на 17-м витке.

8 июня 2018 года на 32-м витке началось автономное сближение с МКС в автоматическом режиме. Сближение, облет, причаливание и стыковка к модулю МИМ1 выполнены штатно.

После стыковки экипаж выполнил контроль герметичности отсеков корабля и стыка, ускоренное выравнивание давления между отсеками ТПК и МКС и открыл переходные люки. На 37-м витке выполнил консервацию ТПК «Союз МС-09».

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

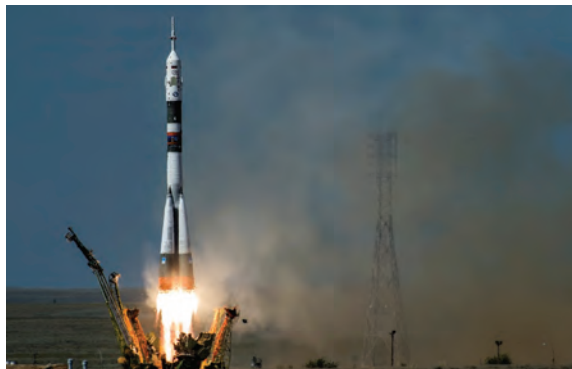


Рис. 2. Старт ТПК «Союз МС-09»



Рис. 3. Приземление спускаемого аппарата

20 декабря 2018 года на 11-м суточном витке экипаж выполнил расконсервацию ТПК «Союз МС-09». В 01:00:00 ДМВ по указанию Земли экипаж осуществил переход на автономное питание и в 01:30:00 ДМВ на 12-м суточном витке закрыл переходные люки.

Расстыковка выполнена 20 декабря 2018 года на 14-м витке в автоматическом режиме в дежурной ориентации МКС. Команда на открытие крюков ТПК по указанию ЦУПа выдана экипажем в 04:39:00 ДМВ, время фактической расстыковки – 04:40:00 ДМВ.

Спуск выполнялся по штатной программе. Приземление спускаемого аппарата (СА) произошло в 08:02:00 ДМВ в расчетной точке вблизи г. Жезказгана (рис. 3).

Двигатели мягкой посадки сработали штатно. СА ТПК «Союз МС-09» находился вертикально, самочувствие экипажа хорошее.

Полет на борту МКС

Экипаж МКС-56/57 работал на борту МКС 194 суток с 8 июня по 20 декабря 2018 года.

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

В процессе космического полета выполнены:

- сближение американского грузового корабля SpaceX-15 «Dragon» с МКС, захват манипулятором станции SSRMS, перемещение и установка корабля на надирном порту модуля Node2 (2 июля 2018 года);

- стыковка ТГК «Прогресс МС-09» к СО1 РС МКС (10 июля 2018 года).

Сближение ТГК впервые выполнено по двуххватковой схеме;

- расстыковка АГК «Cygnus OA-9» от манипулятора станции SSRMS АС МКС (Т = 15:36 ДМВ) выполнена 15 июля 2018 года;

- расстыковка АГК SpaceX-15 «Dragon» от манипулятора SSRMS (3 августа 2018 года). Приводнение корабля осуществлено штатно в расчетной точке Тихого океана (4 августа 2018 года);

- расстыковка ТГК «Прогресс МС-08» от АО СМ (23 августа 2018 года);

- сближение японского грузового корабля HTV-7 с МКС, захват манипулятором станции SSRMS, перемещение и установка корабля к надирному порту модуля Node2 (27 сентября 2018 года);

- отстыковка японского грузового корабля HTV-7 от надирного порта модуля Node2, перемещение манипулятором станции SSRMS в положение для освобождения и расстыковка от МКС (7 ноября 2018 года);

- стыковка ТГК «Прогресс МС-10» к АО СМ (18 ноября 2018 года).

Сближение выполнено по двухсуточной схеме;

- сближение АГК «Cygnus NG-10» с МКС, захват манипулятором станции SSRMS, перемещение и установка корабля к надирному порту модуля Node1 (19 ноября 2018 года);

- стыковка ТПК «Союз МС-11» к стыковочному узлу МИМ2 (3 декабря 2018 года). Сближение выполнено по четыреххватковой схеме;

- сближение АГК SpaceX-16 «Dragon» с МКС, захват манипулятором станции SSRMS, перемещение и установка корабля на надирном порту модуля Node2 (8 декабря 2018 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;

- видеосъемки жизнедеятельности на станции экспедиций МКС-56 и МКС-57 для сайта Государственной корпорации «Роскосмос» и социальных сетей, а также работы по программе символической деятельности;

- расстыковка ТПК «Союз МС-09» от стыковочного узла МИМ1 (20 декабря 2018 года).

29 августа 2018 года на борту МКС было зафиксировано падение атмосферного давления. В результате выполнения процедур в соответствии с бор-

товой документацией «Emergency procedures 1a» экипаж определил негерметичность в бытовом отсеке (БО) ТПК «Союз МС-09», где было обнаружено отверстие диаметром около 3 мм (рис. 4). Космонавты Сергей Прокопьев и Олег Артемьев провели ремонтно-восстановительные работы с использованием специального герметика, и утечка была остановлена. За время парирования нештатной ситуации атмосферное давление внутри МКС упало до 725 мм рт. ст.



Рис. 4. Отверстие, обнаруженное в бытовом отсеке ТПК «Союз МС-09»

11 октября 2018 года в 11 часов 40 минут 15 секунд (ДМВ) с космодрома Байконур состоялся старт ТПК «Союз МС-10» с экипажем МКС-57/58 в составе:

– Овчинин Алексей Николаевич – командир ТПК «Союз МС-10», бортиинженер экспедиции МКС-57, командир экспедиции МКС-58 (Роскосмос, Россия);

– Хейг Тайлер Никлаус – бортиинженер-1 ТПК «Союз МС-10», бортиинженер МКС-57/58 (НАСА, США).

На 122 секунде полета в ходе отделения боковых блоков первой ступени сформировалась «Авария носителя», и в работу включилась система аварийного спасения, которая обеспечила отделение от ракеты-носителя связки СА и БО и увод ее с траектории полета.

В 11 часов 59 минут 55 секунд СА с экипажем на борту совершил посадку в 20 километрах юго-восточнее г. Жезказгана.

В связи со сложившейся ситуацией были внесены изменения в программу полетов. Длительность пребывания экипажа МКС-56/57 на МКС была продлена на 10 суток.

С целью поддержания и восстановления в условиях длительного космического полета профессиональных знаний, навыков и умений, необходимых для успешного выполнения программы полета, с экипажем МКС-56/57 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 телеоператорному режиму управления транспортными грузовыми кораблями;
- по выполнению спуска на ТПК «Союз МС-09» и укладке возвращаемого оборудования в СА.

В процессе полета большое внимание уделялось вопросам безопасности. Санитарно-гигиенические средства, система обеспечения питания, 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-56/57 осуществлял совместный полет в периоды:

- с 8 июня по 4 октября 2018 года с экипажем МКС-55/56 (рис. 5) в составе:
 - Артемьев Олег Германович (бортинженер МКС-55/56, Роскосмос, Россия);
 - Фойстел Эндрю Джей (бортинженер экспедиции МКС-55, командир экспедиции МКС-56, НАСА, США);
 - Арнольд Ричард Роберт (бортинженер МКС-55/56, НАСА, США).
- с 3 по 20 декабря 2018 года с экипажем МКС-57/58/59 (рис. 6) в составе:
 - Кононенко Олег Дмитриевич (бортинженер экспедиции МКС-57, командир экспедиции МКС-58/59, Роскосмос, Россия);
 - Сен-Жак Давид (бортинженер МКС-57/58/59, ККА, Канада);
 - МакКлейн Энн (бортинженер МКС-57/58/59, НАСА, США).



Рис. 5. Экипаж 56-й экспедиции МКС



Рис. 6. Экипаж 57-й экспедиции МКС

Внекорабельная деятельность

15 августа 2018 года был выполнен выход в открытый космос ВКД-45 из шлюзового отсека СО1 «Пирс». Выход совершили космонавты экспедиции МКС-56 Олег Артемьев и Сергей Прокопьев в скафандрах «Орлан МКС».

Продолжительность выхода составила 7 часов 46 минут.

Целевые задачи выхода ВКД-45:

- запуск двух наноспутников «Ганюша-ЮЗГУ» № 3 и № 4 (КЭ «Радио-Скаф»);
- запуск двух наноспутников «SiriusSat» (КЭ «РадиоСкаф»);
- проведение панорамных съемок для телекомпании «Russia Today» камерами GoPro 360;
- монтаж научной аппаратуры «ICARUS» (КЭ «Ураган») на универсальное рабочее место с фиксирующей платой УРМ-Д по II пл. рабочего отсека большого диаметра СМ (РОБД СМ) с целью экспериментальной отработки наземно-космической системы мониторинга глобальной миграции птиц и животных;
- демонтаж и отталкивание аппаратуры КЭ «Обстановка» (при наличии времени);
- снятие с МИМ2 устройств экспонирования «Тест» № 15 и № 16 в рамках КЭ «Тест»;
- снятие с СО1 устройств экспонирования «Тест» № 17 и № 18 с целью наземного анализа влияния собственной внешней атмосферы модуля СО1 на проэкспонированные микроорганизмы полетных штаммов.

Особенности выхода ВКД-45:

1. Целевая задача «Проведение панорамных съемок для телекомпании «Russia Today» камерами GoPro 360» не выполнена в связи с повреждением штанги для установки камер GoPro 360.
2. Целевая задача «Снятие с МИМ2 устройств экспонирования «Тест» № 15 и № 16 не выполнена в связи с недостатком времени.

3. Дополнительная задача «Демонтаж и отталкивание аппаратуры КЭ «Обстановка» не выполнена в связи с отсутствием резерва времени.

Расчетное время ВКД 6 ч 10 мин было превышено и составило 7 ч 46 мин в связи с:

- нерасчетной нештатной ситуацией, связанной с повреждением штанги для установки камер GoPro 360;
- возникшей расчетной нештатной ситуацией по стыковке низкочастотного разъема на ФП21 СМ;
- затруднением работ в зоне ФП9 и ФП8 СМ;
- отсутствием возможности подготовки по задачам ВКД-45 экипажа «Выхода» в гидролаборатории в условиях моделированной гидроневесомости в скафандрах «Орлан-ГН».

11 декабря 2018 года был выполнен выход в открытый космос ВКД-45А из шлюзового отсека СО1 «Пирс». Выход совершили космонавты Олег Кононенко и Сергей Прокопьев в скафандрах «Орлан МКС».

Продолжительность выхода составила 7 часов 45 минут.

Целевые задачи выхода ВКД-45А:

- инспекция отверстия на внешней поверхности корпуса БО ТПК «Союз МС-09» с вскрытием ЭВТИ и панели микрометеороидной защиты (ММЗ) в районе определенного экипажем месте негерметичности (рис. 7);
- снятие с МИМ2 устройств экспонирования «Тест» № 15 и № 16 (при наличии времени);
- демонтаж БЭО № 2 КЭ «Выносливость» (при наличии времени).

В процессе выхода:

- отрезанная часть ММЗ уложена в изолирующий контейнер для возвращения на Землю, а также выполнена видеосъемка зоны с отверстием;
- выполнено взятие проб-мазков двумя пробниками в районе отверстия (пробники уложены в гермоблок «Тест» для возвращения на Землю);



Рис. 7. Космонавты Сергей Прокопьев и Олег Кононенко во время выполнения ВКД-45А

– выполнили забор образцов материала, герметизирующего отверстие при помощи зажима Кохера (образец материала вместе с зажимом Кохера уложен в изолирующий контейнер для возвращения на Землю).

Особенности выхода ВКД-45А:

1. Дополнительные задачи «Снятие с МИМ2 устройств экспонирования «Тест» № 15 и № 16» и «Демонтаж БЭО № 2 КЭ «Выносливость» не выполнялись из-за отсутствия времени.

2. Расчетное время ВКД-45А без дополнительных задач – 6 ч 31 мин. Фактическое время выхода без выполнения дополнительных задач составило 7 ч 45 мин. Увеличение времени выхода произошло в процессе инспекции отверстия на БО ТПК «Союз МС-09».

Опыт проведения ВКД-45А выявил ряд недостатков. Так, при работе с грузовой стрелой ГСтМ отмечалось неконтролируемое изменение положения «Якоря» из-за отсутствия надежной фиксации рукоятки компенсатора зазора адаптера. В результате возникли проблемы с фиксацией оператора в рабочей зоне на БО ТПК «Союз МС-09». В этом случае использование MUT (Multi-Use Ball-Stack Tether), как альтернативы «Якорю», было бы полезно при фиксации на БО ТПК «Союз МС-09».

По программе АС МКС 14 июня 2018 года был выполнен выход в открытый космос ВКД-51 из шлюзового отсека Airlock в скафандрах ЕМУ. Выход выполнили операторы Ричард Арнольд (бортинженер МКС-55/56) и Эндрю Фойстел (бортинженер экспедиции МКС-55, командир экспедиции МКС-56). Продолжительность выхода составила 6 ч 49 мин.

Научная программа

Космические эксперименты (КЭ) в период полета космонавта С.В. Прокопьева в составе экипажа МКС-56/57 выполнялись в соответствии с «Программой реализации научно-прикладных исследований, планируемых в период пятьдесят пятой и пятьдесят шестой пилотируемых экспедиций МКС-55 и МКС-56» и «Программой реализации научно-прикладных исследований, планируемых в период пятьдесят седьмой и пятьдесят восьмой пилотируемых экспедиций МКС-57 и МКС-58».

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

Всего 57 экспериментов, из них 5 без участия экипажа.

Два эксперимента являются новыми:

– КЭ «Фотобиореактор» (культивирование микроводорослей в условиях микрогравитации);

– КЭ «Магнитный 3D-биопринтер» (отработка методики биофабрикации хрящевой ткани человека и шитовидной железы мыши из клеточных сфероидов в условиях микрогравитации посредством магнитного поля). Реализация данного коммерческого КЭ стала пилотным проектом по отработке государственно-частного взаимодействия Госкорпорации «Роскосмос»

Таблица 2

Направления Долгосрочной программы НИИ	Наименование КЭ	Кол-во КЭ	КЭ с участием экипажа
Физико-химические процессы и материалы в условиях космоса	«Плазменный кристалл», «Электрическое пламя», «Кинетика-1»	3	3
Исследование Земли и космоса	«БТН-Нейтрон» (А), «Ураган», «Напор-миниРСА», «Дубрава», «Сценарий», «Экон-М»	6	5
Человек в космосе	«Спланх», «Мотокард», «УДОД», «МОРЗЭ», «Профилактика-2», «Биокард», «Космокард», «Альгометрия», «Контент», «Взаимодействие-2», «ДАН», «Матрешка-Р»	12	12
Космическая биология и биотехнология	«Биориск», «Регенерация-1», «Феникс», «Конъюгация», «Биодеградация», «Асептик», «Структура», «Кальций», «Биопленка», «Микровир», «Фотобиореактор», «Пробиовит», «Фаген», «Константа-2», «Продуцент», «Магнитный 3D-биопринтер»	16	16
Технологии освоения космического пространства	«Вектор-Т» (А), «Изгиб» (А), «Отклик», «Идентификация», «Контроль», «Среда МКС» (А), «Фазопереход», «Сепарация», «Визир», «Биополимер», «Выносливость» (А), «Альbedo», «Пробой», «ИМПАКТ», «Тест»	15	11
Образование и популяризация космических исследований	«РадиоСкаф», «Великое начало», «О Гагарине из космоса», «Сферы», «EarthКАМ»	5	5
Итого:		57	52

(А) – в автоматическом режиме.

с участниками коммерческих КЭ. Организацией-заявителем данного эксперимента является частное учреждение: «Лаборатория биотехнологических исследований «3D Биопринтинг Солношенс» (г. Москва). Летный комплект научной аппаратуры был утерян в результате аварии ТПК «Союз МС-10», и эксперимент был проведен с использованием второго комплекта научной аппаратуры, доставленного на РС МКС ТПК «Союз МС-11».

Общее фактическое рабочее время космонавта С.В. Прокопьева составило 1390 часов 45 минут. Время, затраченное на выполнение научной программы – 412 часов 15 минут, из них 163 часа 40 минут – по Task List.

На выполнение российской научной программы в период экспедиций МКС-23–МКС-40 затрачивалось в среднем 32 % фактического рабочего времени космонавтов, в период экспедиций МКС-41–МКС-51 – 38,5 % (рис. 8). Начиная с апреля 2017 года, наблюдается существенное снижение объема выполняемых работ в этом направлении, что, безусловно, связано с сокращением числа российских космонавтов на борту МКС.



Рис. 8. Распределение фактического рабочего времени космонавтов на выполнение российской научной программы

Кроме того, из-за аварии ТПК «Союз МС-10», Сергей Прокопьев в течение 2 месяцев выполнял все служебные операции на РС МКС один, затратив на техническое обслуживание более 300 часов рабочего времени. В итоге, выполнению российской научной программы ему удалось посвятить около 30 % фактического рабочего времени, 40 % из которых – по Task List.

По завершении космического полета в процессе технического разбора космонавтом С.В. Прокопьевым был высказан ряд замечаний и предложений, направленных на совершенствование космической техники, организации деятельности экипажей в полете и повышения качества подготовки космонавтов.

Выводы

Наземная подготовка экипажа МКС-56/57 по ТПК «Союз МС-09» и РС МКС и подготовка на борту МКС позволили успешно выполнить программу космического полета.

В процессе космического полета большое внимание уделялось вопросам безопасности.

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

Тесное взаимодействие экипажа МКС-56/57 с экипажами МКС-55/56 и 57/58/59, а также с персоналом Центра управления полетами способствовало эффективной деятельности на борту МКС.

По результатам послеполетного технического разбора разработан план-график мероприятий по устранению замечаний и реализации предложений космонавта С.В. Прокопьева.