

ИТОГИ ПОЛЕТОВ ЭКИПАЖЕЙ МКС

RESULTS OF THE ISS CREW MISSIONS

УДК 629.78.007:001:629.786.2

ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПОДГОТОВКИ И ДЕЯТЕЛЬНОСТИ 70-й И 71-й ЭКСПЕДИЦИЙ МКС ПРИ ВЫПОЛНЕНИИ ПРОГРАММЫ КОСМИЧЕСКОГО ПОЛЕТА

О.Д. Кононенко, Н.А. Чуб, А.И. Кондрат, Д.А. Темарцев,
П.А. Сабуров

Герой Российской Федерации, летчик-космонавт Российской Федерации, инструктор-космонавт-испытатель 1-го класса отряда космонавтов ГК «Роскосмос» О.Д. Кононенко; космонавт-испытатель отряда космонавтов ГК «Роскосмос» Н.А. Чуб; А.И. Кондрат; Д.А. Темарцев; П.А. Сабуров (ФГБУ «НИИ ЦПК имени Ю.А. Гагарина»)

В статье приведены составы 70-й и 71-й экспедиций Международной космической станции (МКС), основные задачи, особенности и результаты подготовки к полету. Представлены результаты деятельности на борту транспортных пилотируемых кораблей (ТПК) «Союз МС-24, -25» и МКС. Проведен предварительный анализ выполнения российской научной программы. Рассмотрены работы внекорабельной деятельности (ВКД) по программам российского (РС) и американского (АС) сегментов МКС.

Ключевые слова: подготовка экипажа, космический полет, транспортный пилотируемый корабль, Международная космическая станция, деятельность экипажа, научная программа, научно-прикладное исследование, целевая работа, внекорабельная деятельность

Main Results of Training and Activity of the ISS Crews for Expeditions 70 and 71 When Carrying out the Mission Plan.

O.D. Kononenko, N.A. Chub, A.I. Kondrat, D.A. Temartsev, P.A. Saburov

The paper represents the ISS crew for Expeditions 70 and 71 as well as the main tasks, features and results of training for the space flight. Results of the performance aboard the “Soyuz MS-24, -25” manned transport vehicles and International Space Station are given. Preliminary analysis of the implementation of the Russian Research Program has been carried out. Extravehicular operations according to the programs of the ISS RS and USOS are considered.

Keywords: crew training, space flight, manned transport vehicle, International Space Station, crew’s activity, research program, scientific applied study, target work, extravehicular activity

Состав экипажа

Олег Дмитриевич Кононенко – командир ТПК «Союз МС»,
бортинженер 70-й (до 10.03.2024),
командир 70-й и 71-й экспедиций МКС
(с 10.03.2024);

Николай Александрович Чуб – бортинженер ТПК «Союз МС»,
бортинженер 70-й и 71-й экспедиций МКС

выполнили самый длительный космический полет в программе МКС продолжительностью 373 суток 20 часов 14 минут 28 секунд с 15 сентября 2023 по 23 сентября 2024 г. (рис. 1).



Рис. 1. Космонавты: О.Д. Кононенко, Н.А. Чуб

О.Д. Кононенко – инструктор-космонавт-испытатель 1-го класса, заместитель начальника Центра подготовки космонавтов, командир отряда космонавтов, в отряде космонавтов – с 1996 г.

1-й космический полет продолжительностью 198 суток 16 часов 20 минут 11 секунд выполнил с 8 апреля по 24 октября 2008 г. в качестве бортинженера (БИ) ТПК «Союз ТМА-12» и БИ 17-й экспедиции МКС.

2-й космический полет продолжительностью 192 суток 18 часов 58 минут 37 секунд выполнил с 21 декабря 2011 по 1 июля 2012 г. в качестве командира ТПК «Союз ТМА-03М», БИ 30-й экспедиции и командира 31-й экспедиции МКС.

3-й космический полет продолжительностью 141 сутки 16 часов 16 минут 46 секунд выполнил с 23 июля по 11 декабря 2015 г. в качестве командира ТПК «Союз ТМА-17М» и БИ 44-й и 45-й экспедиций МКС.

4-й космический полет продолжительностью 203 суток 15 часов 15 минут 50 секунд выполнил с 3 декабря 2018 г. по 25 июня 2019 г. в качестве командира ТПК «Союз МС-11» и командира 58-й и 59-й экспедиций МКС.

По итогам пяти длительных космических полетов Олег Дмитриевич на настоящий момент является абсолютным рекордсменом по суммарному пребыванию человека в космическом пространстве – 1110 суток 14 часов 58,5 минут или три года и 15 дней. Кроме того, О. Кононенко имеет опыт выполнения семи выходов в открытый космос суммарной продолжительностью 44 часа 27 минут 22 секунды.

Н.А. Чуб – космонавт-испытатель отряда космонавтов – с 2012 г. Опыта космических полетов не имел.

Основные задачи, особенности и результаты подготовки к космическому полету

Подготовку к космическому полету О. Кононенко и Н. Чуб начали с мая 2021 г. в дублирующем экипаже 68-й экспедиции МКС (рис. 2). На первоначальном этапе в состав экипажа также был включен К. Борисов (на настоящий момент имеет опыт одного космического полета длительностью 199 суток 2 часа 20 минут 12 секунд, осуществленного с 26 августа 2023 г. по 12 марта 2024 г. в составе экипажа Crew-7 в период работы на МКС 69-й и 70-й экспедиций [1]), но в соответствии с Соглашением между ГК «Роскосмос» и НАСА о перекрестных полетах с августа 2022 г. в состав экипажа вошла астронавт НАСА Л. О’Хара.

В сентябре 2022 г. космонавты и астронавт продолжили подготовку в обновленном составе основного экипажа 69-й экспедиции. Однако в связи с тем, что после аварийной разгерметизации в результате повреждения спорадическими метеороидами радиаторов наружного контура системы

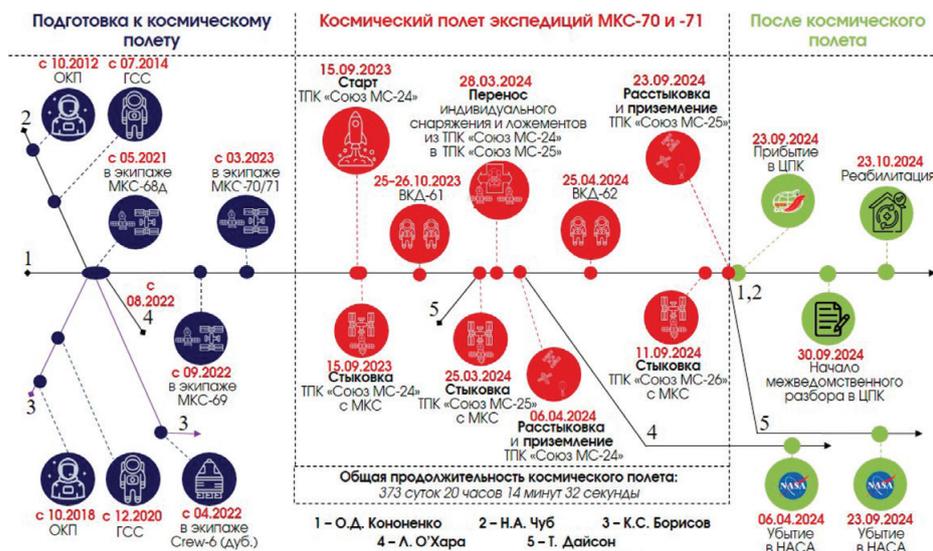


Рис. 2. Основные этапы подготовки к космическому полету, космического полета и послеполетных мероприятий экипажа экспедиции МКС-70 и -71

терморегулирования (СТР) ТПК «Союз МС-22» пребывание на борту станции экипажа в составе С. Прокопьева, Д. Петелина и Ф. Рубио было продлено до сентября 2023 г. [2]. О. Кононенко, Н. Чуб и Л. О'Хара с марта 2023 г. стали готовиться к космическому полету уже по программе 70-й и 71-й экспедиций на МКС.

Программы подготовки были разработаны на основе Требований к технической подготовке, полученных из Ракетно-космической корпорации (РКК) «Энергия» имени С.П. Королёва, и ряда дополнений к ним. При разработке программ были учтены задачи космического полета, объемы и результаты предыдущих этапов подготовки, текущий уровень подготовленности и распределение функциональных обязанностей между членами экипажа.

Подготовка проводилась поочередными тренировочными сессиями:

- в учебных аудиториях Центра подготовки космонавтов (ЦПК) и РКК «Энергия», на тренажерах и стендах ЦПК – по РС МКС, транспортным пилотируемым и грузовым кораблям и российской программе научно-прикладных исследований / целевых работ (НПИ/ЦР);

- на базах международных партнеров – по модулям АС МКС;

Большая часть времени была уделена подготовке по ТПК «Союз МС» и РС МКС. Основными задачами подготовки являлись приобретение и закрепление знаний, формирование умений и отработка навыков:

- выполнения функциональных обязанностей в составе экипажа ТПК «Союз МС»;

- взаимодействия членов экипажа при эксплуатации и управлении бортовыми системами и оборудованием ТПК и РС МКС на всех этапах полета в штатных и нештатных ситуациях (НшС);

- при выполнении сближения, причаливания, стыковки и перестыковки ТПК «Союз МС» на все стыковочные узлы (СУ) РС МКС;

- при выполнении расстыковки ТПК от МКС в дежурной ориентации, с неориентированной и нестабилизированной станцией, а также при срочной расстыковке двух кораблей;

- выполнения операций по консервации и расконсервации ТПК, операций по обеспечению готовности ТПК к спуску, в том числе в случае срочного покидания МКС;

- срочного спуска с орбиты в случае покидания МКС;

- ручного управляемого спуска (РУС) спускаемого аппарата (СА) ТПК «Союз МС» в атмосфере;

- построения орбитальной и солнечной ориентаций и закрутки в ручном режиме как в аналоговом, так и в дискретном контурах системы управления движением и навигации (СУДН) ТПК «Союз МС»;

- контроля автоматического сближения и стыковки транспортных грузовых кораблей (ТГК) «Прогресс МС» с МКС;

- причаливания, стыковки ТГК на все СУ РС МКС и расстыковки ТГК от них в телеоператорном режиме управления (ТОРУ);

- совместной работы с другими экипажами МКС, приема и передачи смены по РС МКС;
- технического обслуживания, дооснащения и ремонта бортовых систем РС МКС;
- по монтажу/демонтажу научного оборудования, выполнения российской программы НПИ/ЦР и парированию НшС при реализации программы НПИ/ЦР;
- парирования аварийных ситуаций на МКС (пожар, разгерметизация, токсичная атмосфера);
- выполнения разгрузочно-погрузочных работ, укладки снаряжения, личных вещей и возвращаемых грузов в СА, замены индивидуальных ложементов и изменения режима нагружения амортизаторов кресел;
- взаимодействия членов экипажа по типовым и целевым операциям ВКД-60–64;
- в случае нештатной посадки в различных климатогеографических зонах;
- повышения устойчивости организма к факторам космического полета;
- эксплуатации бортовых медицинских средств и оказания само- и взаимопомощи в экстренных ситуациях.

По результатам проведения медико-биологического раздела программы подготовки О. Кононенко и Н. Чуб решением Главной медицинской комиссии (ГМК) от 15.08.2023 были признаны годными к космическому полету по состоянию здоровья.

На заключительном этапе технической подготовки с экипажем были проведены:

- экзаменационные тренировки на специализированных тренажерах по оценке готовности командира корабля (КК) и БИ 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 (табл. 1).

Таблица 1

Результаты экзаменационных тренировок

Наименование экзамена	О. Кононенко	Н. Чуб	Л. О'Хара
Комплексная эксплуатация ТПК «Союз МС»	5,0		
Комплексная эксплуатация РС МКС	5,0		
Ручное сближение	5,0		–
Ручное причаливание и перестыковка ТПК «Союз МС»	5,0	5,0	–
ТОРУ ТГК «Прогресс МС»	5,0	5,0	–
РУС	5,0	5,0	–

25 августа 2023 г в Центре подготовки космонавтов имени Ю.А. Гагарина состоялось заседание Межведомственной комиссии, которая, проанализировав выводы ГМК и результаты зачетов и экзаменов, пришла к заключению:

1. Экипаж к выполнению космического полета по программе 70-й и 71-й экспедиций МКС подготовлен.

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

Программа предстартовой подготовки экипажа 70-й и 71-й экспедиций МКС на космодроме Байконур была выполнена в полном объеме в период с 29 августа по 15 сентября 2023 г.

Выведение и стыковка ТПК «Союз МС-24» с МКС

Старт ТПК «Союз МС-24» с экипажем в составе О. Кононенко, Н. Чуба и Л. О'Хара состоялся 15 сентября 2023 г. в 18:44:35 ДМВ с космодрома Байконур.

Выведение и отделение корабля от ракеты-носителя прошло штатно.

В соответствии с программой полета сближение ТПК с МКС осуществлялось по 2-витковой схеме и в 21:53:32 ДМВ (через 3 часа 9 минут от контакта подъема) ТПК «Союз МС-24» причалил к СУ первого малого исследовательского модуля (МИМ1) «Рассвет» РС МКС.

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

Выполнив консервацию транспортного корабля, экипаж завершил первый этап программы полета на ТПК «Союз МС-24».

Основные работы в период полета 70-й и 71-й экспедиций МКС

За время 70-й и 71-й экспедиций МКС были выполнены:

1. Российская научная программа.
2. ВКД.
3. Материально-техническое обслуживание и дооснащение бортовых систем и оборудования РС МКС.
4. Ремонтно-восстановительные работы (РВР) на РС МКС.
5. Поиск негерметичности переходной камеры (ПрК) служебного модуля (СМ) РС МКС и работы по ее устранению.
6. Прием, разгрузка, загрузка и проводы транспортных кораблей.
7. Подготовка на борту.
8. Проведение телевизионных (ТВ) репортажей, фото- и видеосъемок.
9. Работы по связям с общественностью.

Российская научная программа

Научная программа выполнялась в соответствии с программами реализации НПИ/ЦР, планируемыми в период 70-й и 71-й пилотируемых экспедиций

МКС. Перечень космических экспериментов (КЭ) и ЦР, распределенных в долгосрочной программе ЦР по разделам и направлениям исследований, выполненных О. Кононенко и Н. Чубом за время полета, приведен в табл. 2.

Таблица 2

Перечень КЭ/ЦР

Подпрограмма	Направление: Наименование КЭ/ЦР	Общее количество
Научные фундаментальные исследования	<p>Космическая биология и физиология:</p> <p>БИО-2 «Биориск» (ВКД-62); БИО-6 «Перепел»; БИО-21 «Цитомеханариум»; БТХ-39 «Асептик»; БТХ-42 «Структура»; БТХ-46 «Фотобиореактор»; БТХ-49 «Фаген» (этап 2); БТХ-52 «МСК-2»; РБО-3 «Матрешка-Р»; МБИ-13 «Спланх»; МБИ-19 «Виртуал» (этап 2); МБИ-31 «Кардиовектор» (3 этап); МБИ-37 «Пилот-Т»; МБИ-38 «Взаимодействие-2»; МБИ-41 «Нейроиммунитет»; МБИ-42 «Коррекция»; МБИ-48 «Эндотелий».</p> <p>Космическое материаловедение:</p> <p>КПТ-21 (ТЕХ-20) «Плазменный кристалл»; ТХН-5 «Вампир»; ТХН-9 «Кристаллизатор»; ТХН-14 «Фуллерен»; АСР-16 «Перитектика» (EML).</p> <p>Исследование Земли из космоса:</p> <p>ГФИ-8 «Ураган»; ДЗЗ-15 «Терминатор»; ДЗЗ-18 «Дубрава»; ДЗЗ-19 «Сценарий».</p> <p>Физика космических лучей:</p> <p>ИКЛ-2 «БТН-Нейтрон»; ГФИ-35 «УФ атмосфера».</p>	28
Технологии освоения космического пространства	<p>БТХ-11 «Биодеградация»; МБИ-49 «ЛАЗМА»; ТЕХ-14 «Вектор-Т»; ТЕХ-22 «Идентификация»; ТЕХ-44 «Среда МКС»; ТЕХ-46 «Кварц М» (ВКД-62); ТЕХ-48 «Сепарация»; ТЕХ-53 «Биополимер»; ТЕХ-55 «Перспектива-КМ» (ВКД-62); ТЕХ-79 «3D-печать»; ТЕХ-80 «Защитный композит»; ТЕХ-81 «Орбита-МГ»; КПТ-22 «Экон-М»; КПТ-24 «Тест» (ВКД-62); ДЗЗ-17 «Напор-миниРСА» (ВКД-61, -62).</p>	15

Окончание табл. 2

Подпрограмма	Направление: Наименование КЭ/ЦР	Общее количество
Практические задачи и образовательные мероприятия	ОБР-5 «Великое начало»; ОБР-7 «О Гагарине из космоса»; ОБР-9 «Парус-МГТУ» (ВКД-61); ОБР-13 «Дисперсия»; ОБР-15 «Фототропизм»; АСР-2 «EarthКАМ»; БТХ-57 «Магнитная фабрикация».	7
Всего:		50

В соответствии с программой НПИ/ЦР О. Кононенко принял непосредственное участие в выполнении 38 КЭ/ЦР, Н. Чуб – в 42. Один космический эксперимент «Выносливость» проводился в автоматическом режиме.

Восемь экспериментов (ЦР) на МКС являлись новыми:

1. «Перепел» (биологический, проводился последний раз в 1999 г. на орбитальном комплексе «Мир») – исследование возможности устойчивого существования популяции японского перепела в условиях микрогравитации.

2. «ЛАЗМА» (медико-биологический) – отработка технологического процесса регистрации параметров микроциркуляторно-тканевых систем в конечностях космонавтов в период острой адаптации к условиям микрогравитации и реадaptации после завершения длительного космического полета.

3. «Фуллерен» (космическое материаловедение) – выращивание совершенных кристаллов фуллеритов в условиях невесомости.

4. «Кварц М» (технический) – исследование и контроль в динамическом режиме космической коррозии внешних поверхностей орбитальной станции при совместном воздействии факторов верхней атмосферы в условиях эксплуатации.

5. «Перспектива-КМ» (технический) – создание трансформируемой космической конструкции с системой активного контроля на внешней поверхности РС МКС.

6. «Орбита-МГ» (ЦР) – отработка комплекса технологий неразрушающего контроля для мониторинга технического состояния оболочек пилотируемых космических объектов длительной эксплуатации и контроль параметров возможных негерметичностей, образующихся в процессе длительной эксплуатации в условиях космического полета (с отработкой комплекса этих технологий на гермокорпусе ПрК СМ).

7. «Парус-МГТУ» (образовательный) – развертывание двухлопастной бескаркасной тонкоплочной конструкции в поле центробежных сил с борта сверхмалого космического аппарата.

8. «Фототропизм» (образовательный) – изучение влияния спектра светового излучения на жизнеспособность и сравнительные особенности развития в невесомости высших растений (карликового гороха).

Наиболее трудоемкими КЭ/ЦР стали:

– «Экон-М» – наблюдение за экологической обстановкой в районах деятельности различных объектов на территории Российской Федерации и зарубежных государств. В общей сложности космонавтами было сделано более 12 тысяч фотоснимков земной поверхности. В качестве примера ниже представлено несколько фотографий (рис. 3);



Рис. 3. Слева: исток р. Ангары, о. Байкал (автор О.Д. Кононенко); справа: экологическая обстановка в районе Порт-Саида, у северного окончания Суэцкого канала, Египет (автор Н.А. Чуб)

– «3D-печать» – отработка технологий аддитивного производства изделий из полимерных материалов в условиях космического полета. По результатам проведенных исследований космонавты считают, что 3D-принтер должен стать штатным оборудованием на борту РС МКС и использоваться при проведении ремонтно-восстановительных работ;

– «Дисперсия» – исследование процессов жидкостного разделения фаз в системах полимер – растворитель и поведения жидкофазных дисперсий различной природы в условиях микрогравитации при изменении температуры и воздействии вибраций, электрического и магнитного полей.

Дополнительно космонавты выполнили:

– фотографирование панелей в СМ для оценки возможности прокладки пяти кабелей через отверстие в 215-й панели для подключения к бортовым системам блока управления (БУ) по КЭ «МВН», планируемому к проведению в период 72-й экспедиции МКС с целью обзора Вселенной в рентгеновском диапазоне энергий;

– отключение кабелей, демонтаж БУ и бортовой кабельной сети научной аппаратуры (НА) после завершения КЭ «Контроль» (по мониторингу состояния собственной внешней атмосферы и внешних поверхностей МКС, а также диагностике работоспособности применяемых материалов и покрытий) для дальнейшей установки новой аппаратуры по КЭ «Кварц М» (в интересах исследования и контроля в динамическом режиме космической коррозии поверхностей орбитальной станции при коллективном воздействии факторов верхней атмосферы в условиях эксплуатации) и «Перспектива-КМ» (отработка технологии разворачивания и фиксирования формы космических

конструкций из слоистых полимерных композиционных материалов с эффектом памяти формы и дистанционного контроля за поведением материалов и элементов конструкций в реальных условиях космического полета);

– аудит микрофонов в сборе в укладке автономного регистратора из состава системы оперативного определения координат пробоя корпуса гермоотсека метеороидами или частицами космического мусора завершено КЭ «Пробой»;

– ежедневный контроль текущей температуры и наличия свободных зон перед вентиляционными отверстиями термостатов, используемых при проведении биотехнологических КЭ «Магнитная фабрикация», «Лактоферрин», «Проксибиотик» и «Фотобиореактор».

Благодаря вовлеченности и стремлению к высоким результатам, а также положительной обратной связи от постановщиков КЭ, космонавты с большим интересом отнеслись к реализации запланированной программы НПИ/ЦР, работая над ней, в том числе и в личное время. В целом ими было проведено более девятисот сеансов экспериментальных исследований.

ВКД

В соответствии с программой работ на РС МКС в период 70-й и 71-й экспедиций О. Кононенко и Н. Чуб выполнили два выхода в открытый космос общей продолжительностью 12 часов 14 минут (табл. 3).

Таблица 3

ВКД по программе РС МКС

Наименование выхода	Выходной люк		Основные задачи
	открытие дата / ДМВ	закрытие дата / ДМВ	
ВКД-61	25.10.2023 / 20:49:03	26.10.2023 / 04:30:33	<ul style="list-style-type: none"> – гидравлическое разъединение контура дополнительного радиационного теплообменника (РТОд), потерявшего герметичность в результате внешнего механического воздействия 9 октября 2023 г., и наружного гидравлического контура системы обеспечения теплового режима МЛМ; – инспекция места негерметичности РТОд; – запуск микроаппарата в рамках КЭ «Парус-МГТУ»; – установка адаптера полезной нагрузки; – с синтезированной апертурой монтаж моноблока малогабаритного радиолокатора в интересах КЭ «Напор-миниРСА».
ВКД-62	25.04.2024 / 18:00:38	25.04.2024 / 22:33:30	<ul style="list-style-type: none"> – полное раскрытие панелей антенного блока миниРСА; – установка платформы с адаптерами и комплексов научного оборудования для КЭ «Кварц М» и ТКК-КМ на МИМ2 «Поиск»; – демонтаж второго контейнера по КЭ «Биориск»; – забор проб-мазков с внешней поверхности станции в рамках КЭ «Тест»; – изменение ориентации блока контроля давления и осаждения загрязнений.

Все целевые задачи ВКД космонавты выполнили в полном объеме и с опережением графика, что позволило им вернуться в герметичный объем станции после ВКД-62 на полтора часа раньше запланированного времени.

В соответствии с программой работ на АС МКС в период 70-й экспедиции астронавты Дж. Могбели и Л. О'Хара выполнили один выход (ВКД-89) в открытый космос продолжительностью 6 часов 36 минут. Во время 71-й экспедиции на МКС планировалось проведение ВКД-90, но выход был отменен дважды из-за проблем: сначала возникли сложности с подгонкой скафандра, а потом – с его системой охлаждения.

Техническое обслуживание, ремонт и дооснащение

За время полета О. Кононенко и Н. Чуб выполнили ряд запланированных работ по техническому обслуживанию (ТО) и РВР бортовых систем РС МКС. Наиболее трудоемкими операциями являлись:

1. В части ТО РС МКС:
 - профилактика средств вентиляции всех модулей РС МКС;
 - плановое ТО систем обеспечения жизнедеятельности;
 - заправка, сепарация, замена емкостей для воды;
 - осмотр и фотографирование состояния стекол иллюминаторов РС МКС.
2. В рамках РВР:
 - восстановление работоспособности системы очистки атмосферы от углекислого газа;
 - замена полотна бегущей дорожки;
 - замена моноблока из состава телевизионной системы СМ;
 - замена блока приема низкочастотного сигнала от телеметрической системы СМ;
 - замена пульта управления и БУ велотренажера.
3. Поиск и парирование негерметичности в ПрК:
 - октябрь–ноябрь 2023 г.: подготовка оборудования и участков корпуса к обследованию, измерения электропроводности металла и уровня шума течеискателями, установка клеевых заплат на местах внешних приваренных кронштейнов ПрК;
 - декабрь 2023 – январь 2024 г.: герметизация участков корпуса ПрК под трубопроводами и установка купола над участком трубопровода СТР;
 - январь – февраль 2024 г.: оценка изменения уровня шума и вибрации на трубопроводах и корпусе ПрК при переключении насосов контуров охлаждения (КОХ);
 - апрель 2024 г.: обследование корпуса ультразвуковым дефектоскопом, герметизация участков корпуса ПрК под трубопроводами СТР;
 - июль – август 2024 г.: исследование корпуса ПрК микроскопом, вихревым и ультразвуковым дефектоскопами и силиконовыми течеискателями, герметизация мест вероятных дефектов.

В результате экипажу удалось парировать увеличение темпа утечки воздуха из ПрК, возникшее из-за изменения уровня вибрации после включения резервных насосов КОХ.

4. По дооснащению РС МКС:

– работы по интеграции и подготовке к целевому использованию шлюзовой камеры (ШК), а именно:

- предварительная проверка герметичности ШК;
- наддув ШК до давления атмосферы станции, контроль герметичности;
- открытие люка МЛМ-ШК, монтаж вентиляции между ШК и герметичным адаптером МЛМ, демонтаж механизма захвата и стягивания модернизированного активного стыковочного агрегата (АСА-М) МЛМ, демонтаж устройства приемного с модернизированного пассивного стыковочного агрегата ШК, демонтаж направляющих стыковочных агрегатов ШК и МЛМ, установка светильника в ШК и проверка многофункционального пульта-индикатора ШК;

• ремонт матов экранно-вакуумной теплоизоляции крышки люка АСА-М МЛМ;

– установка новых версий бортовых вычислительных систем СМ и МЛМ;

– установка модернизированных блоков системы переработки и консервации урины в ассенизационно-санитарном устройстве.

Динамические операции

В период работы 70-й и 71-й экспедиций программа полета МКС была насыщена целым рядом динамических операций (табл. 4).

Таблица 4

Динамические операции в период 70-й и 71-й экспедиций МКС

Наименование корабля	Стыковка	Расстыковка	СУ
	дата / ДМВ		
ТПК «Союз МС-24»	15.09.2023 / 21:53	06.04.2024 / 06:53	МИМ1
ТПК «Союз МС-23»	–	27.09.2023 / 10:54	узловой модуль (УМ)
Dragon SpaceX-29	11.11.2023 / 13:07	22.12.2023 / 01:04	Node2 (PMA2)
ТГК «Прогресс МС-23»	–	29.11.2023 / 10:55	МИМ2
ТГК «Прогресс МС-25»	03.12.2023 / 14:18*	28.05.2024 / 11:39	МИМ2
Cygnus NG-19	–	22.12.2023 / 12:56	Node1 (Nadir)
Dragon Axiom-3	19.01.2024 / 13:42	07.02.2024 / 17:20	Node2 (PMA2)
Cygnus NG-20	01.02.2024 / 15:14	12.07.2024 / 11:03	Node1 (Nadir)
ТГК «Прогресс МС-24»	–	12.02.2024 / 05:09	агрегатный отсек (АО) СМ
ТГК «Прогресс МС-26»	17.02.2024 / 09:12	12.08.2024 / 05:00	АО СМ
Dragon Crew-8	05.03.2024 / 10:28	02.05.2024 / 15:57**	Node2 (PMA2)

Окончание табл. 4

Наименование корабля	Стыковка	Расстыковка	СУ
	дата / ДМВ		
Dragon Crew-7	–	11.03.2024 / 18:20	Node2 (PMA3)
Dragon SpaceX-30	23.03.2024 / 14:19	28.04.2024 / 20:10	Node2 (PMA3)
ТПК «Союз МС-25»	25.03.2024 / 18:02***	23.09.2024 / 11:36	УМ
Dragon Crew-8	02.05.2024 / 16:56	–	Node2 (PMA3)
ТГК «Прогресс МС-27»	01.06.2024 / 14:43	–	МИМ2
CFT-100 Starliner	06.06.2024 / 20:34	07.09.2024 / 01:04****	Node2 (PMA2)
Cygnus NG-21	06.08.2024 / 12:31	–	Node1 (Nadir)
ТГК «Прогресс МС-28»	17.08.2024 / 08:53	–	АО СМ
ТПК «Союз МС-26»	11.09.2024 / 22:32	–	МИМ1

Примечания:

* 3 декабря 2023 г. во время выполнения сближения ТГК «Прогресс МС-25» при окончании облета станции было зафиксировано непостроение ориентации корабля на ось СУ МИМ2 «Поиск». По УЗ О. Кононенко выполнил переход в ТОРУ, осуществил в ручном режиме управления разворот ТГК для приведения изображения СУ МИМ2 РС МКС в поле зрения телекамеры ТГК и приступил к до облету и причаливанию. В итоге стыковка ТГК «Прогресс МС-25» со станцией была выполнена О. Кононенко в ТОРУ;

** 2 мая 2024 г., в соответствии с запланированной программой полёта в автоматическом режиме, состоялась перестыковка корабля Dragon с экипажем Crew-8 в составе М. Доминика, М. Барратта, Д. Эппс и А. Гребёнкина с переднего порта PMA2 на зенитный порт PMA3 модуля Node2;

*** на ТПК «Союз МС-25» на станцию прибыл экипаж 21-й экспедиции посещения (ЭП-21) в составе О. Новицкого и М. Василевской, а также на замену астронавта НАСА из состава 70-й экспедиции МКС Л. О'Хары – астронавт НАСА 71-й экспедиции МКС Т. Дайсон. Во время совместного полета были выполнены перестановка ложементов и замены штатного снаряжения О. Кононенко и Н. Чуба, О. Новицкого и М. Василевской между ТПК «Союз МС-24» и «Союз МС-25». Завершив программу работ на станции, экипаж в составе О. Новицкого, М. Василевской и Л. О'Хары возвратился на Землю уже на ТПК «Союз МС-24» [3];

**** в связи с нештатной работой отдельных бортовых систем корабля CFT-100 Starliner, доставившего на борт станции двух астронавтов Б. Уилмора и С. Уильямс, НАСА было принято решение об отстыковке и посадке спускаемой капсулы корабля в беспилотном режиме. Спуск на Землю прибывших на корабле астронавтов запланирован в первом квартале 2025 г. в составе экипажа Crew-9 на корабле Dragon.

Итого экипаж принял участие в работах, связанных с приемом, разгрузкой, загрузкой и проводами с 4 ТПК «Союз МС», 6 ТГК «Прогресс МС», 3 кораблями Dragon Crew, одним Boeing CFT и 5 грузовыми американскими кораблями.

Совместный полет с другими экипажами МКС

За время 70-й и 71-й экспедиций МКС на борту станции на разных этапах одновременно находилось от 7 до 12 человек. Совместные работы проводились с экипажами МКС-69, Crew-7, -8, Axiom-3, ЭП-21, CFT-100 Starliner и МКС-72 (рис. 4).

включая ТВ-сеансы: со Святейшим Патриархом Московским и всея Руси Кириллом; с депутатами Государственной думы Российской Федерации; с участниками совместного проекта ГК «Роскосмос» и RT в странах БРИКС; с гостями Московской усадьбы Деда Мороза; приняли участие в «Географическом диктанте-2023», кроме того в выборах президента Российской Федерации в 2024 г.

В рамках КЭ «О Гагарине из космоса», проводимого по радиоловительскому каналу связи путем передачи на наземные приемные станции радиоловителей всего мира фотоизображений, посвященных жизни и деятельности первого космонавта Ю.А. Гагарина, было реализовано 14 сеансов со студентами и школьниками образовательных учреждений Российской Федерации, а также с участниками смены «Юный судовой радист» детского лагеря «Штормовой» Всероссийского детского центра «Орленок» Краснодарского края.

В ходе образовательных мероприятий космонавты приняли участие в ТВ-сеансах:

- «Космического урока»;
- Московского фестиваля «НАУКА 0+»;
- Международной выставки-форума «Россия»;
- III Конгресса молодых ученых;
- XXXI Международной космической олимпиады школьников;
- Всемирного фестиваля молодежи.

Кроме того, экипаж постоянно вёл персональные блоги, готовил для них видео- и фоторепортажи, а также проводил фото- и видеосъемки хроники космического полета.

Расстыковка и спуск ТПК «Союз МС-25»

На заключительном этапе полета 71-й экспедиции МКС началась подготовка ТПК «Союз МС-25» к возвращению на Землю.

Штатный предпусковой тест СУДН был проведен 18 сентября 2024 г.

23 сентября 2024 г. на 11-м суточном витке КК приступил к расконсервации ТПК «Союз МС-25». Переход на автономное питание был выполнен в 07:25:00 ДМВ и через 40 минут КК по указанию Земли (УЗ) выполнил закрытие переходных люков. На 12-м витке после проведения проверки герметичности люков космонавты надели скафандры. На 13-м витке экипаж выполнил переход в СА, закрытие люка СА – бытовой отсек (БО) и проверку на герметичность скафандров и люка СА – БО.

Расстыковка ТПК «Союз МС-25» от УМ была произведена на 14-м суточном витке. Запуск динамического режима СУДН для расстыковки экипаж выполнил в 11:28:00 ДМВ. Команда на открытие крюков ТПК по УЗ выдана экипажем в 11:35:00 ДМВ, время фактической расстыковки – 10:36:21 ДМВ.

Спуск выполнялся по штатной программе. Посадка осуществлена на 1-м суточном витке. Время включения сближающе-корректирующего

двигателя для выдачи тормозного импульса 128,0 м/с – 14:05:46 ДМВ. Двигатель отработал без замечаний.

Разделение отсеков прошло в 14:33:32 ДМВ. Расчетное время входа СА в атмосферу – 14:37:59 ДМВ. Внеатмосферный промах составил +5 секунд. Торможение в атмосфере выполнялось в режиме автоматического управляемого спуска. Максимальная перегрузка составила 4,36 единиц. Посадка СА произошла в 14:59:07 ДМВ в расчетной точке с координатами 47°20'70" с. ш., 69°38'10" в. д. вблизи г. Жезказгана. Двигатели мягкой посадки сработали штатно.

Послеполетные мероприятия

После завершения космического полета О. Кононенко и Н. Чуб с целью разработки послеполетного экспресс-отчета приняли участие во встречах со специалистами ЦПК, РКК «Энергия», Института медико-биологических проблем РАН, организаций – постановщиков КЭ и других смежных организаций. Космонавтами был высказан ряд замечаний и предложений: по конструкции, бортовым системам и оборудованию, организации работ на ТПК, ТГК и РС МКС, НА и программе НПИ/ЦР, информационному обеспечению и планированию деятельности экипажа в интересах дальнейшего совершенствования космической техники, организации деятельности экипажей в полете и повышению качества подготовки космонавтов (рис. 5).

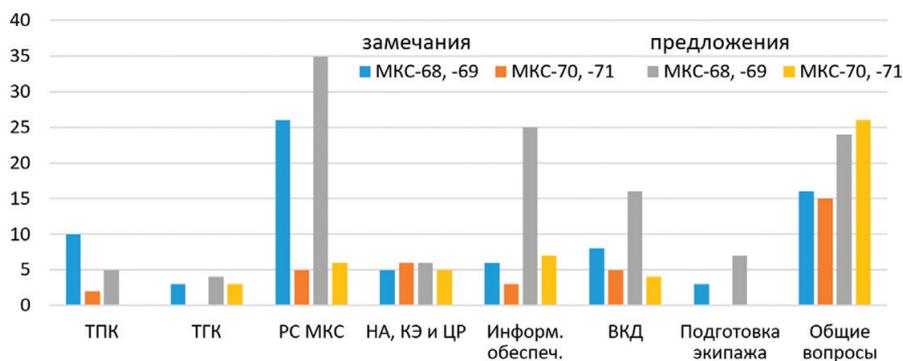


Рис. 5. Количественная оценка замечаний и предложений

Выводы

Уровень подготовленности О. Кононенко и Н. Чуба по ТПК «Союз МС» и РС МКС позволил им выполнить запланированную программу космического полета.

Для продолжения дальнейшей эксплуатации РС МКС космонавтами выполнен ряд работ по ТО бортовых систем и оборудования, плановые и внеплановые РВР, а также работы по дооснащению.

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

Тесное взаимодействие между космонавтами и астронавтами 70-й и 71-й экспедиций МКС, а также с персоналом Главной оперативной группы управления полетом РС МКС способствовало эффективному выполнению запланированной программы космического полета.

По результатам послеполетных встреч космонавтов со специалистами ЦПК и заинтересованными организациями разработан план-график мероприятий по устранению замечаний и реализации предложений, направленных на совершенствование космической техники, организацию деятельности экипажей в космическом полете и повышение качества подготовки космонавтов.

ЛИТЕРАТУРА

1. Основные результаты подготовки и деятельности при выполнении программы космического полета бортинженера-12 69-й и 70-й экспедиций МКС, специалиста экипажа Crew-7 корабля Crew Dragon / К.С. Борисов, А.И. Кондрат, Д.А. Темарцев, П.А. Сабуров [и др.] // Пилотируемые полеты в космос. – 2024. – № 2(51). – С. 5–18.
2. Основные результаты подготовки и деятельности 68-й и 69-й экспедиций МКС при выполнении программы космического полета / С.В. Прокопьев, Д.А. Петелин, А.И. Кондрат, Д.А. Темарцев [и др.] // Пилотируемые полеты в космос. – 2024. – № 1(50). – С. 5–22.
3. Основные результаты подготовки и деятельности 21-й экспедиции посещения МКС при выполнении программы космического полета / О.В. Новицкий, А.И. Кондрат, Д.А. Темарцев, П.А. Сабуров // Пилотируемые полеты в космос. – 2024. – № 3(52). – С. 5–15.

REFERENCES

1. Main Results of Training and In-Flight Activity of Flight Engineer-12 for ISS Expeditions 69 and 70, Mission Specialist of SpaceX Dragon Crew-7 / K.S. Borisov, A.I. Kondrat, D.A. Temartsev, P.A. Saburov [et al.] // Manned Spaceflight. – 2024. – No 2(51). – P. 5–18.
2. Main Results of Training and Activity of the ISS Crews for Expedition 68 and 69 When Carrying out the Mission Plan / S.V. Prokopiev, D.A. Petelin, A.I. Kondrat, D.A. Temartsev [et al.] // Manned Spaceflight. – 2024. – No 1(50). – P. 5–22.
3. Main Results of Training and Activity of the 21st Visiting Expedition to the ISS When Performing the Mission Plan / O.V. Novitsky, A.I. Kondrat, D.A. Temartsev, P.A. Saburov // Manned Spaceflight. – 2024. – No 3(52). – P. 5–15.