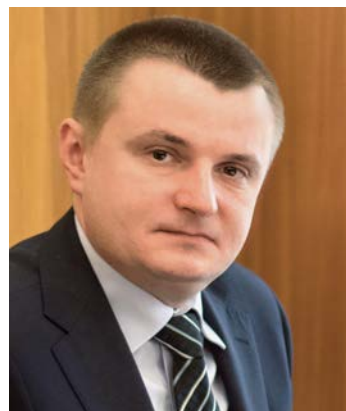


Исследования Земли с борта российского сегмента МКС

В.А. СОЛОВЬЁВ,
член-корреспондент РАН
первый заместитель генерального конструктора
РКК “Энергия” им. С.П. Королёва

И.В. СОРОКИН,
доктор технических наук
заместитель руководителя научно-технического центра
РКК “Энергия” им. С.П. Королёва

В.В. САЗОНОВ,
кандидат физико-математических наук
и.о. декана Факультета космических исследований
МГУ им. М.В. Ломоносова



В статье дается краткая характеристика методов и средств автоматизированных и визуально-инструментальных наблюдений Земли

из космоса, проводившихся экипажами российского сегмента Международной космической станции (РСМКС; Земля и Вселенная,

1999, № 2; 2008, № 5; 2014, № 2) за 16 лет ее эксплуатации в пилотируемом режиме. Приводятся данные об используемом для наблю-

дений комплексе научной аппаратуры, применяемых методах исследований, об их основных результатах. Рассматриваются проблемы, возникающие при проведении экспе-

риментов, а также сделан акцент на обработке и доведении до конечного потребителя поступающей с борта МКС целевой информации. Подчеркивается важность подготовки

квалифицированных кадров для успешной реализации проектов в области дистанционного зондирования Земли с борта пилотируемых космических комплексов.

КОСМИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА И ТЕХНОЛОГИИ НАБЛЮДЕНИЯ ЗЕМЛИ

Одним из важнейших направлений применения космической техники для решения социально-экономических и научных задач России является создание и совершенствование космических средств и технологий наблюдения Земли. По результатам таких наблюдений, детектируются, отождествляются и классифицируются физические объекты на поверхности нашей планеты и в ее атмосфере; фиксируется состояние этих объектов и осуществляется мониторинг процессов, связанных с исследованием природных ресурсов, с природоохранной деятельностью, прогнозированием погоды, а также неблагоприятных и опасных гидрометеорологических явлений. Спутниковые наблюдения необходимы для того, чтобы оценить масштабы чрезвычайных ситуаций и принять адекватные меры по минимизации ущерба, причиняемого при их возник-

новении; для контроля эффективности производственных процессов, связанных с природопользованием; для изучения эволюции Земли и изменения параметров окружающей среды и климата.

Исследования Земли из космоса с борта РС МКС осуществляются по следующим основным направлениям:

- комплексные исследования атмосферы и подстилающей поверхности;

- экологические исследования;

- изучение и диагностирование природных и техногенных катастроф;

- развитие новых методов и методик дистанционного зондирования;

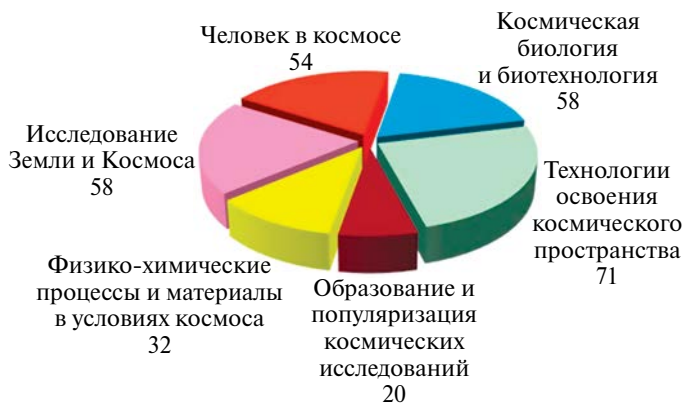
- летная экспериментальная отработка новых приборов и методов дистанционного зондирования Земли, калибровка измерительной аппаратуры, валидация результатов обработки экспериментальных данных;

- развитие новых технологий обработки и хранения информации, обмена данными.

Научная программа исследований Земли с борта РС МКС является одним из разделов “Долгосрочной программы экспериментов и исследований на российском сегменте МКС” и составляет весомую ее часть (более 20% от общего объема текущих исследований на сегменте в 2017 г.). Она носит исследовательский характер и направлена на развитие средств и методов наблюдения Земли из космоса, на обработку и интерпретацию космических данных, на развитие инфраструктуры для долговременного хранения и распределения данных, а также их обмена.

Важная часть программы изучения Земли – геофизические исследования и получение комплексных данных о параметрах окружающей космического пространства (включая мониторинг космической погоды), влияющей на функционирование технических систем наземного и космического базирования, на радиационную обстановку. Про-

Структура “Долгосрочной программы научных исследований и экспериментов на РС МКС” по состоянию на ноябрь 2017 г.



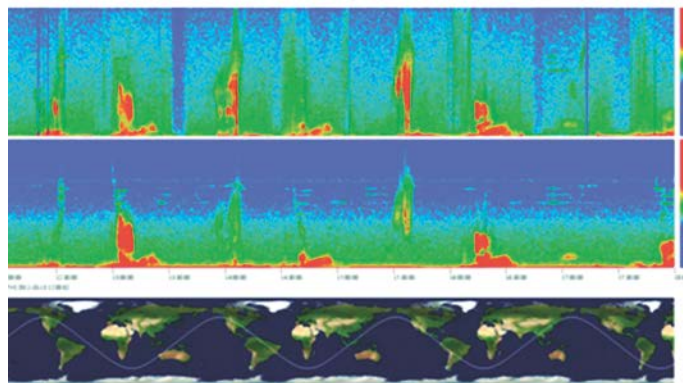
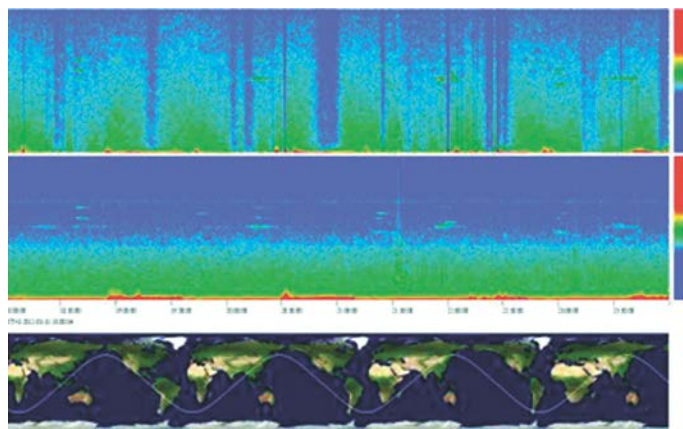
водятся исследования в области физики Солнца и наблюдения солнечной активности – основной причины формирования и изменения космической погоды (Земля и Вселенная, 2004, № 5).

Российский сегмент МКС – эффективная космическая платформа для исследований распределения температуры и плотности атмосферного воздуха, восстановления вертикальных профилей распределения в атмосфере Земли примесей, приземной двуокиси азота и других малых газовых составляющих (в том числе тонкой слоистой структуры озона и аэрозоля). Кроме того, на РС МКС проводятся исследования по прогнозированию и диагностике природных и техногенных катастрофических явлений: их изучение осуществляется в соот-

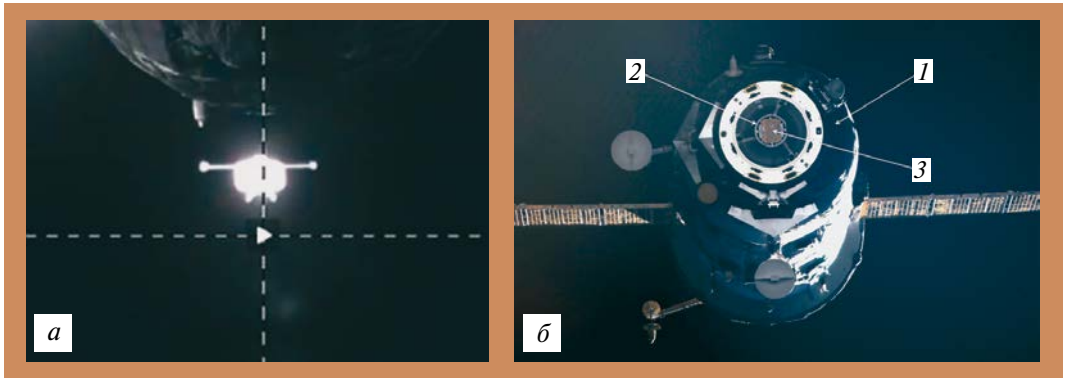
ветствии с отдельными ветвями с отдельными проявлениями атмосферно-межведомственными целевыми программами.

Технические возможности РС МКС позволяют проводить исследования

проявлений атмосферного электричества. Особый интерес в последнее время вызывает изучение “экстремальных” вспышечных событий: мощных



Пример результатов мониторинга электромагнитной активности в атмосфере Земли по широте и долготе с помощью научной аппаратуры микроспутника “Чибис-М”: вверху – спокойные геомагнитные условия, 3 октября 2012 г.; внизу – геомагнитная буря, 13 октября 2012 г. По данным ИКИ РАН.



Эксперимент “Микроспутник”, выполненный в 2011 г.: а – запуск микроспутника “Чибис-М” с борта транспортного грузового корабля “Прогресс М-13М” на орбите высотой около 500 км; б – транспортный грузовой корабль “Прогресс М-13М”, который применялся для доставки спутника на заданную орбиту: 1 – грузовой корабль, 2 – транспортно-пусковой контейнер микроспутника, 3 – микроспутник “Чибис-М”.

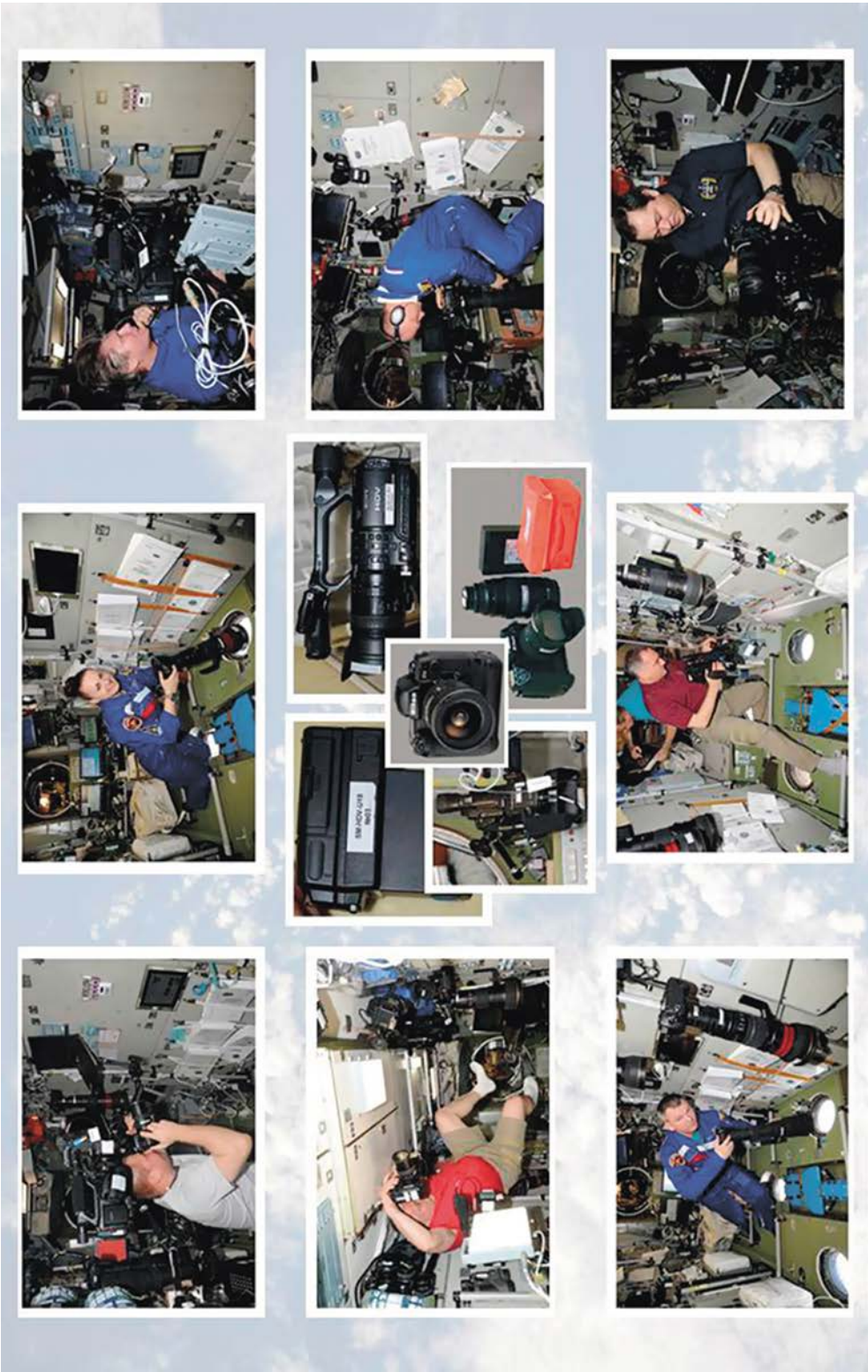
источников УКВ-излучения в земной атмосфере – компактных разрядов между облаками; красных спрайтов, возникающих в широком диапазоне высот в стратосфере и мезосфере, а также синих джетов. Специально для проведения исследований перечисленных явлений в ИКИ РАН был создан микроспутник “Чибис-М” (космический эксперимент “Микроспутник”, для исследования физических процессов, происходящих при атмосферных грозных разрядах). Выведение этого малого космического аппарата на орбиту было выполнено 25 января 2011 г. с использованием транспортной инфраструктуры РС МКС на борту грузового корабля “Прогресс М-13М” (Земля и Вселенная, 2012, № 3, с. 72–73; 2013, № 3).

Установка на РС МКС радиоприемной аппаратуры навигационного диапазона позволяет использовать сигналы спутниковых систем “Глонасс”/GPS и наземных передатчиков для отработки комбинированного метода радиозондирования ионосферы, а также выполнять исследования, связанные с повышением точности позиционирования наземных приемников системы “Глонасс” (Земля и Вселенная, 2006, № 1). В то же время, использование на околоземной орбите радиопередающих систем для зондирования и “просвечивания” ионосферы в КВ-диапазоне позволяет расширить возможности наземной аппаратуры по проведению ее мониторинга, в

том числе с использованием методов радиотомографии. Это дает возможность решать задачи проверки и модернизации современных моделей ионосферы Земли, имеющих большое прикладное значение.

Перечисленное – лишь часть задач дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ; Земля и Вселенная, 2008, №№ 2, 5; 2011, № 5), решаемых на РС МКС с помощью космических средств; их полный перечень весьма широк; по этой причине мы не будем детально характеризовать их в небольшой статье.

Наблюдения за состоянием суши, океана и атмосферы нашей планеты, контроль геофизических параметров природной среды, изучение их пространственно-временной динамики – основные на-



Визуально-инструментальные наблюдения, проводимые космонавтами с борта РС МКС с помощью комплекса цифровой фото- и видеопаратуры.



Аппаратура фотоспектрометрической системы на борту РС МКС.



Использование аппаратуры фотоспектрометрической системы космонавтом О.И. Скрипочкой при проведении съемки земной поверхности. 2011 г.

правления науки о Земле. В этом плане методы изучения окружающей среды из космоса считаются важнейшими для получения информации различного пространственно-временного масштаба о состоянии суши, Мирового океана и атмосферы. Космические исследования расширяют и углубляют знания о Земле, об окружающем мире, закладывают основы для решения фундаментальных научных и прикладных проблем.

МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ И НАУЧНАЯ АППАРАТУРА

Метод изучения земной поверхности, основанный на дистанционной регистрации ее электромагнитного излучения в различных диапазонах спектра, позволяет идентифицировать исследуемые физические объекты и процессы, определять их положение в

пространстве, изучать свойства объектов. Важным преимуществом космических средств наблюдения (в сравнении с иными) является глобальность охвата земной поверхности наблюдениями и оперативность поступления информации на центральные, региональные и локальные станции ее приема и обработки. Мониторинг позволяет получать данные о природно-экологическом состоянии исследуемого региона в режиме съемки и передачи информации в реальном времени, что очень важно при решении задач, связанных, например, с оперативным контролем экологической обстановки.

На РС МКС наблюдения Земли осуществляются разными способами:

– с участием космонавтов (в этом случае они носят название визуально-инструментальных на-

блюдений; проводятся экипажем через иллюминаторы модулей);

– с использованием бортовой аппаратуры ДЗЗ, работающей в автоматическом режиме по командам из Центра управления полетом РС МКС, и расположенной, как правило, на внешней поверхности станции.

Экипаж преимущественно в своей работе, при выполнении визуально-инструментальных наблюдений, пользуется наиболее современными цифровыми фото- и видеокамерами фирм “NIKON” и “SONY”. Использование длиннофокусных объективов позволяет получать цифровые цветные снимки земной поверхности с пространственным разрешением порядка 3 м, а с помощью бортовой электронной системы планирования экспериментов “Сигма”, оперирующей данными о параметрах

Аппаратура видеоспектрометрической системы на борту РС МКС.

движения МКС на орбите, космонавты рассчитывают точные координаты и время проведения съемки.

Научная информативность визуально-инструментальных наблюдений существенно возросла с введением в 2010 г. в состав комплекса бортовой научной аппаратуры фотоспектрометрической системы (ФСС) и с 2014 г. – видеоспектрометрической системы (ВСС). В дополнение к цифровым снимкам земной поверхности ФСС и ВСС позволяют получать спектральные характеристики выделенных на ней участков; эти данные используются для проведения исследований в рамках эксперимента “Ураган”.

Для выполнения съемок Земли в автоматическом режиме аппаратура ДЗЗ устанавливается на внешней поверхности модулей РС МКС на универсальных рабочих местах (УРМ), что обеспечивает ее сменяемость при завершении эксперимента или прекращении функционирования. Средства УРМ обеспечивают интеграцию аппаратуры на борту. Они использовались при проведении мно-



гих экспериментов ДЗЗ в автоматическом режиме. В настоящее время УРМ обеспечивает работу научной аппаратуры для выполнения космического эксперимента “Напор-мини РСА”. Этот аппаратный комплекс, изготовленный в сотрудничестве с канадскими партнерами, представляет собой систему цифровых камер высокого (до 1,3 м в панхроматическом режиме) и среднего (до 6,1 м в мультиспектральном режиме) пространственного разрешения.

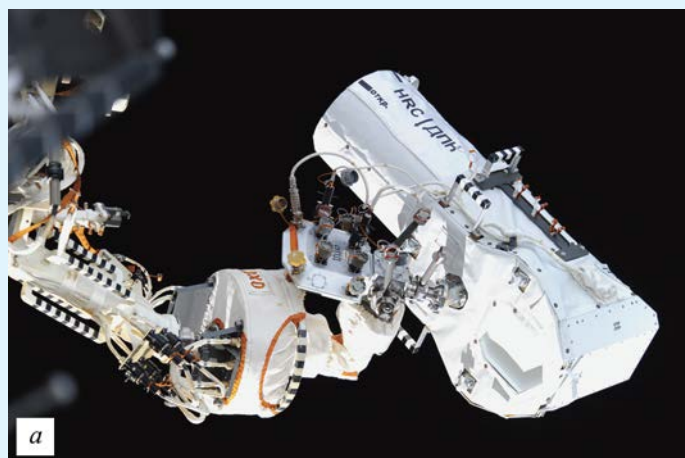
Итак, основное назначение находящегося на борту РС МКС комплекса научной аппаратуры ДЗЗ, следующее:

– экспериментальная отработка новых методов и средств дистанционного зондирования Земли для последующей их реализации в составе специализированных автоматических космических аппаратов;

– решение научных и мониторинговых задач ДЗЗ в интересах отечественных и зарубежных заказчиков в широтном диапазоне $\pm 54^\circ$.



Космонавт А.Н. Шкаплеров выполняет съемку Земли с помощью видеоспектрометрической аппаратуры. 2015 г.



Камеры высокого (а) и среднего разрешения (б) для проведения эксперимента "Напор-мини РСА", установлены на внешней поверхности служебного модуля "Звезда" РС МКС.

ОСНОВНЫЕ ЗНАЧИМЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

С помощью комплекса научной аппаратуры дистанционного зондирования Земли за 16 лет полета в пилотируемом режиме на РС МКС был получен ряд значимых научных и практических результатов, созданы базы данных в области изучения природных явлений и процессов. Вот неко-

торые из них, представляющие различные направления исследований Земли.

Проведена оценка прогностических возможностей всплесков высокоэнергичных заряженных частиц в околоземном космическом пространстве в качестве предвестника землетрясений: установлено, что около 15% зарегистрированных

всплесков частиц могут иметь сейсмическую природу (эксперимент "Всплеск"). Получены новые знания о природе атмосферных грозовых разрядов, важные для разработки кинетической теории пробоя на убегающих электронах и для понимания других сложных явлений атмосферного электричества (эксперименты "Микроспутник", "Молния-Гамма", "Молния-СМ", "Волны"); исследовано влияние условий космического полета на плазменную обстановку и выполнен цикл плазменно-волновых измерений вблизи поверхности РС МКС (эксперименты "Обстановка", "Плазма-МКС").

Изучены формы, структуры и морфометрические характеристики наблюдаемых из космоса цветоконтрастных образований, связанных с присутствием полей фитопланктона в рыбопромысловых районах Мирового океана с координатной привязкой результатов наклонного фотографирования так называемых безориентирных акваторий; построены сотни карт для анализа температуры поверхности океана – недельных, среднемесячных, карт аномалий и тенденций (эксперименты "Сейнер", "Диатомея"). Фотосъемка образований в поверхностном слое океана проводилась с помощью аппаратуры СКПФ-У, цифрового



Размещение научной аппаратуры эксперимента "Напор-мини РСА" на внешней поверхности служебного модуля "Звезда" РС МКС.

фотографического оборудования и аппаратуры "Сигма".

Главным результатом эксперимента стала отработка методики взаимодействия экипажей РС МКС с российскими рыбопромысловыми судами в процессе поиска и освоения биопродуктивных районов Мирового океана. Экипажем с борта МКС были обследованы районы, находящиеся в широтном поясе $\pm 54^\circ$ с целью контрольного поиска и определения теку-

щих координат биопродуктивных акваторий.

Изучены пространственные вариации содержания метана и двуокси углерода в нижней тропосфере с высоким пространственным разрешением (3 км), что необходимо для моделирования процессов изменения климата на Земле (эксперимент "Русалка").

Отработаны методы и аппаратура для дистанционного зондирования Земли в перспективном дециметровом диапазоне электромагнитных

волн (панорамный СВЧ-радиометр РК-21-8); полученные научные данные используются при создании карты распределения радиоярких температур с использованием линейной поляризации принимаемого излучения для дистанционного определения влажности почв, биомассы растительности и солености воды (эксперимент "СВЧ-радиометрия").

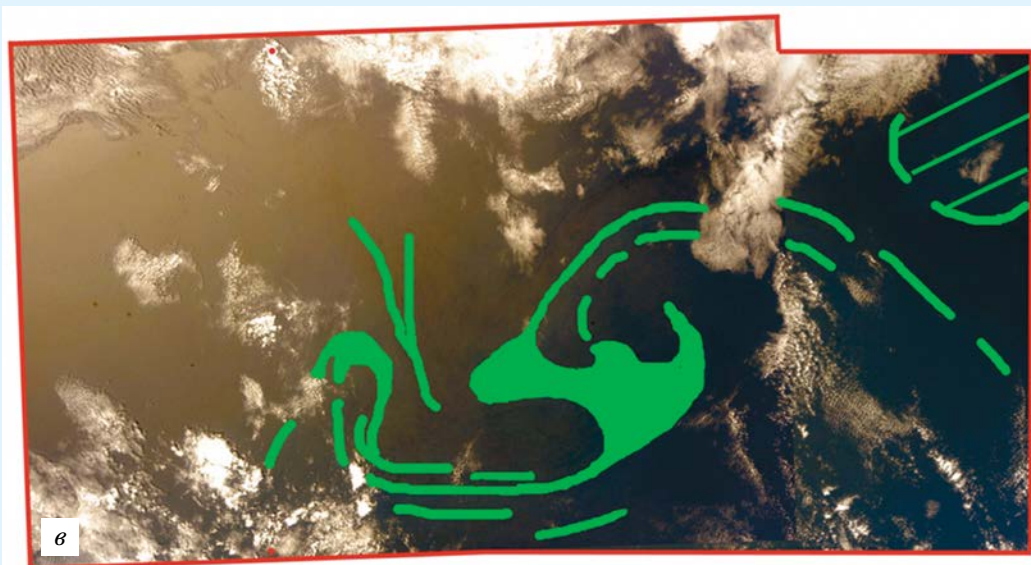
Сформирована база данных фото- и видеоматериалов по космическому экологическому



а

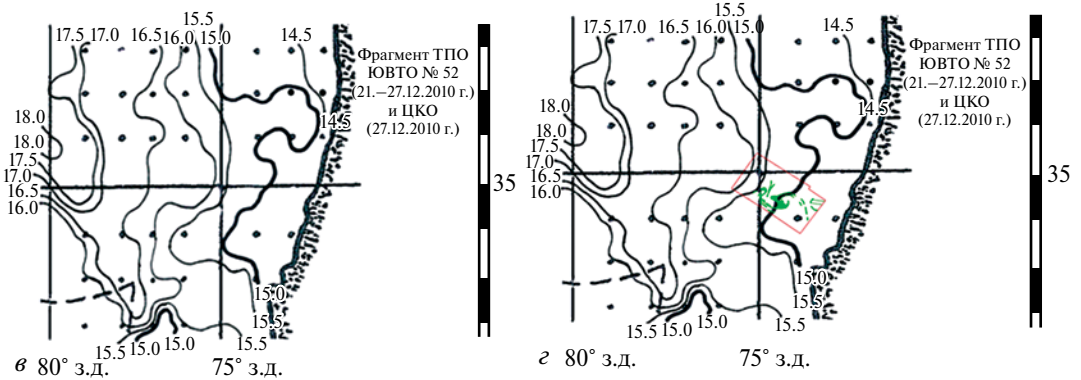
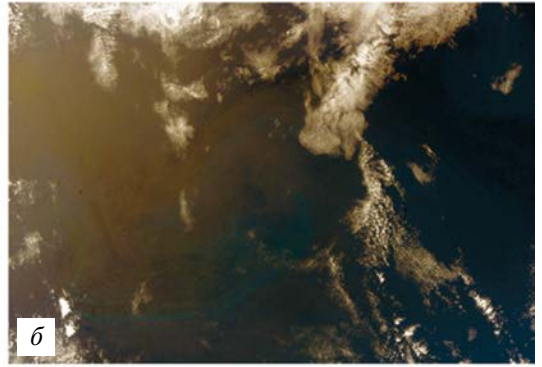


б



в

Эксперимент «Сейнер»: а – космонавт Р.Ю. Романенко выполняет сеанс исследований с использованием аппаратуры СКПФ-У в 2013 г. (экспедиция МКС-35); б – аппаратура «Сигма» на борту модуля «Звезда» в – результаты монтажа и дешифрирования; .



Пример построения карты-схемы распределения полей цветоконтрастных образований, связанных с формированием полей фитопланктона: а – один из снимков акватории Тихого океана, полученных в эксперименте “Сейнер”; б – контрастирование и дешифрирование фотоснимка; в – карта температуры поверхности океана; г – валидация данных – цветоконтрастных образований и температуры поверхности океана.

мониторингу, получена оперативная информация о различных объектах на территории России и зарубежных стран в процессе визуально-инструментальных наблюдений с борта РС МКС (эксперименты “Экон”, “Ураган”).

Подчеркнем, что это – лишь небольшая часть полученных результатов, основной объем которых представлен на веб-ресурсах Ракетно-космической корпорации “Энергия” им. С.П. Королёва и ЦНИИмаш.

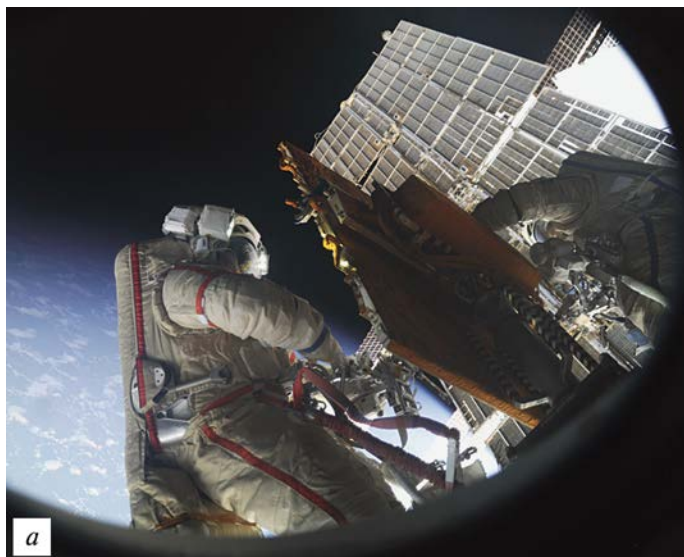
ОСОБЕННОСТИ РАБОТЫ КОМПЛЕКСА ДЗЗ НА БОРТУ

При функционировании любых сложных технических систем, к которым относятся и комплекс средств ДЗЗ на РС МКС, и станция в целом, неизбежно возникают разноплановые проблемные вопросы, решение которых приводит, в конечном итоге, к совершенствованию системы и повышению ее эффективности. На сегодняшний день в направлении наблюдений

Земли с борта РС МКС к таким проблемам относятся следующие:

– недостаточная производительность информационной инфраструктуры РС МКС, которая направлена в основном на поддержание общесистемных сервисов, необходимых для подготовки и проведения исследований;

– трудности в организации и проведении комплексных наблюдений Земли в различных диапазонах спектра с помо-



Эксперимент “СВЧ-радиометрия”: а – размещение научной аппаратуры “РК-21-8” 16 февраля 2011 г. космонавтами О.И. Скрипочкой и Д.Ю. Кондратьевым на борту служебного модуля “Звезда” РС МКС во время выхода в открытый космос (ВКД № 28); б – аппаратура “РК-21-8”.

– унифицированных бортовых приборов для высокоточной пространственно-временной привязки данных ДЗЗ при параллельном использовании вспомогательных наземных комплексов юстировки бортовой научной аппаратуры;

– широкополосных систем передачи и ретрансляции данных ДЗЗ с борта РС МКС;

– унифицированных систем калибровки и валидации данных бортовой научной аппаратуры в видимом, ИК- и СВЧ-диапазонах электромагнитного спектра (с использованием подспутниковых полигонов);

– автоматизированных систем оперативного планирования сеансов измерений различными средствами ДЗЗ, что позволит наилучшим образом распределить наблюдения во времени, снизить требуемые для проведения сеансов затраты бортовых ресурсов, повысить объем и качество научной информации;

– информационных систем для совместного анализа разновременных,

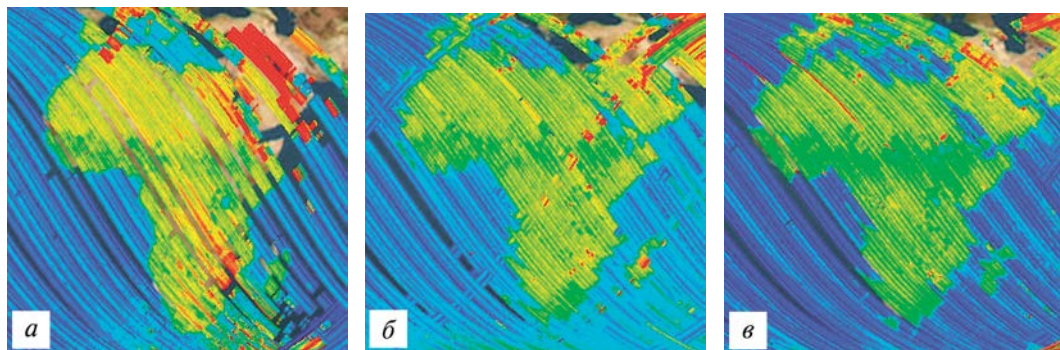
щью активных и пассивных средств зондирования, что обусловлено постоянной изменчивостью состава бортового оборудования; это крайне затрудняет проведение своевременной проектной увязки требуемого комплекса, все элементы которого могут использоваться одновременно;

– высокие трудозатраты при выполнении предварительной и тематиче-

ской обработки поступающей с борта информации ДЗЗ.

Как отмечено, многие из указанных проблем решаются в настоящее время (или могут быть решены в ближайшие годы) с развитием технологий пилотируемой космонавтики, информационных технологий.

В частности, обеспечивается разработка и целевое применение:



Карты распределения собственного излучения Земли (радиояркой температуры) на длине волны 21 см в условных цветах, полученные с помощью СВЧ-радиометра "РК-21-8" при маршрутной съемке с борта РС МКС: а – 21–29 июня 2011 г., б – 15–31 июля 2011 г., в – 1–13 августа 2011 г. В цветовой шкале синий и зеленый цвета соответствуют более низким радиоярким температурам подстилающей поверхности, а желтый и красный – более высоким. По данным Института радиотехники и электроники РАН.

разнородных данных ДЗЗ и сопутствующей информации, а также программных продуктов.

Итак, понимание проблем – ключ к их успешному решению. Необходимые для этого технические средства разрабатываются, доставляются и интегрируются на РС МКС в соответствии с программой полета сегмента.

подготовка кадров

Разумеется, решить проблемы может лишь компетентный специалист. Недостаток таких специалистов при очевидной комплексности и мультивекторности решаемых в космосе задач диктует необходимость подготовки будущих профессионалов. Эту стратегически важную задачу необходимо решать, начиная с обучения в общеобразо-

вательной школе, продолжая и закрепляя полученные знания и приобретенные навыки в профильных вузах. Приход молодого ученого и инженера в научные институты, на производство, в организации, занимающиеся разработкой космической техники и ее целевым использованием, не должен останавливать процесс обучения, а только интенсифицировать его, переводя эти знания и навыки в практическую плоскость.

Вот один из последних по времени и значимых шагов на этом пути.

В 2017 г. в МГУ им. М.В. Ломоносова был создан Факультет космических исследований. Основное направление деятельности факультета – подготовка квалифицированных кадров для проведения фундаментальных

и прикладных космических исследований и использования результатов космической деятельности. Тогда же был произведен набор студентов на три магистерские программы:

- методы и технологии дистанционного зондирования Земли;
- технологии смешанной реальности для аэрокосмических систем;
- государственное управление в космической отрасли.

За последние 10 лет произошел существенный рост возможностей группировок спутников (включая совершенствование средств на РС МКС), улучшились характеристики зондирующей аппаратуры и пропускная способность каналов связи. Сейчас на Землю ежедневно передается более 5 Тб данных спутникового мониторин-



Эксперимент “Ураган”: пример оперативной съемки с борта МКС Керченского пролива (а) и лесных пожаров в Восточной Сибири (б). По данным РКК “Энергия” и Института географии РАН.

га; обрабатывать эти данные в ручном и полуавтоматическом режимах уже практически невозможно. Более того, в связи с накоплением больших объемов архивных данных космической съемки необходимо (с использованием современных технологий обработки данных и машинного обучения) строить современные системы процессинга, которые позволят вывести автоматическую обработку и обработку информации с применением высокой степени автоматизации на качественно новый уровень эффективности. Для создания и использования подобных систем требуются специалисты, знающие, с одной стороны, принципы функционирования систем ДЗЗ и владеющие методиками обработки спутниковых данных; с другой, – умеющие применять современные информационные технологии на практике и владеющие актуальным

инструментарием для разработки прикладного программного обеспечения. На подготовку таких специалистов и нацелена магистерская программа “Методы и технологии дистанционного зондирования Земли”, она реализуется совместно с Институтом космических исследований РАН.

Программа “Технологии смешанной реальности для аэрокосмических систем” ориентирована на подготовку специалистов по разработке тренажеров и моделирующих систем в процессе подготовки космонавтов и выполнению ими экспериментов и исследований. Для создания эффективных тренажеров этим специалистам, кроме навыков создания высококачественного стереовидеоряда, потребуются знания о работе вестибулярного аппарата человека в условиях перегрузок и невесомости. Программа реализуется

межфакультетской лабораторией математического обеспечения имитационных динамических систем, руководителем которой является ректор МГУ академик В.А. Садовничий.

Во время обучения на факультете студенты проходят практику на предприятиях и в организациях ракетно-космической отрасли: в РКК “Энергия” им. С.П. Королёва, в Центре подготовки космонавтов им. Ю.А. Гагарина, в Научном центре оперативного мониторинга Земли, Научно-исследовательском центре “Планета”, в Институте космических исследований РАН.

Подготовка кадров в магистратуре позволяет за два года из выпускника бакалавриата, вооруженного хорошим базовым образованием, подготовить специалиста для решения актуальных прикладных и фундаментальных задач. В то же время, как по-

казывает практика, уровень знаний поступивших в магистратуру может существенно различаться по различным направлениям обучения. Для решения этой проблемы разработана программа подготовки специалистов “Космические исследования и космонавтика” в ходе 6-ти лет обучения. Проходя подготовку по этой программе, за первые три года студент получает фундаментальные знания по математике, физике и информатике, а начиная с четвертого курса, проходит специализацию по выбранной траектории обучения, во время которой предусмотрена производственная практика на предприятиях ракетно-космической отрасли. Первый набор слушателей для подготовки по этой программе планируется провести летом 2018 г.

Следует также отметить, что на факультете разработаны и внедряются предложения по применению в учебном процессе информационных ресурсов, полученных с использованием средств РС МКС; они сформулированы с учетом опыта кадровой работы и тематической деятельности организаций ракетно-космической промышленности, институтов РАН и профильных вузов. Постоянное совершенствование этой деятельности – ключ к успеху в подготовке высококвалифицированных кадров для

космонавтики и для выполнения на орбите передовых исследований в области наук о Земле и космосе.

ПЕРСПЕКТИВЫ ИССЛЕДОВАНИЙ НА БОРТУ ПИЛОТИРУЕМЫХ КОСМИЧЕСКИХ КОМПЛЕКСОВ

На нынешнем этапе научно-методического развития дисциплин, связанных с ДЗЗ, – более глубокого понимания его основных целей и задач – крайне важным представляется обеспечение надежности и долгосрочной стабильности измерений с помощью научных инструментов, установленных на космических аппаратах. Это не только обеспечивает возможность накопления длинных и непрерывных рядов данных ДЗЗ, но и значительно упрощает задачи, связанные с заменой и модернизацией бортового и наземного оборудования. Не менее важная задача – качественная и оперативная обработка больших объемов данных ДЗЗ, сопровождающаяся своевременной доставкой к конечному пользователю требуемого информационного продукта. Построение длинных непрерывных рядов данных ДЗЗ, в свою очередь, является важным условием формирования репрезентативной статистики наблюдений за процессами больших пространственно-временных

масштабов (например, климатических изменений). С другой стороны, регулярность наблюдений (космический мониторинг) способствует существенному прогрессу в понимании динамики быстроразвивающихся процессов, в том числе стихийных бедствий и катастроф.

При реализации всей совокупности (или существенной части) указанных возможностей обеспечиваются условия для проведения долговременных исследований Земли из космоса с помощью комплексов научно-исследовательской аппаратуры видимого, ИК- и СВЧ-диапазонов. Эти возможности в истории пилотируемой космонавтики были реализованы лишь однажды – при выполнении в 1996–1999 гг. исследований на борту модуля “Природа” орбитальной станции “Мир”; в настоящее время они практически не используются по ряду причин организационного и экономического характера.

Возможно, единственным на сегодня ярким примером комплексного подхода к исследованиям в области ДЗЗ, проводимым на РС МКС, является организация работ по эксперименту “Ураган” и другим экспериментам, для поведения которых используются те же средства наблюдений. Вполне назрела необходимость подготовки и проведения экспериментов по наблю-

дению Земли из космоса на основе технологий, используемых при разработке элементов перспективной пилотируемой космической инфраструктуры. Эти технологии базируются на широком использовании модульности образцов разрабатываемой аппаратуры и оборудования, их унификации, применении автоматизированных средств планирования и выполнения экспериментов. Такой подход может быть ре-

ализован при формировании и последовательном исполнении программы ДЗЗ на РС МКС с учетом возможности ее продолжения на российских пилотируемых кораблях и станциях по завершении эксплуатации МКС, а также при интенсивной подготовке квалифицированных кадров, способных решить эту задачу. Это, в свою очередь, даст возможность реализовать в полном объеме и на новой технологиче-

ской основе столь важный для фундаментальной науки о Земле и ее практических приложений принцип комплексности исследования нашей планеты из космоса, что обеспечит эволюционный скачок в повышении эффективности целевого использования пилотируемых и автоматических космических систем.

*Фото РКК “Энергия”
им. С.П. Королёва*

Информация

Соглашение о постройке орбитального космодрома

Группа компаний S7 и Госкорпорация “Роскосмос” договорились вместе построить орбитальный космодром. Этот многофункциональный комплекс предполагается использовать для сборки и заправки космических аппаратов, отправки их на другие околоземные орбиты, а также для полетов к Луне и к Марсу. По мнению экспертов, такое государственно-частное партнерство способно изменить состояние

ракетно-космической отрасли в нашей стране. Соглашение о намерениях подписали глава “Роскосмоса” И.А. Комаров и гендиректор ООО “С7 Космические транспортные системы” (российская дочерняя структура S7 для управления космическими активами) С.А. Сопов.

Для транспортного обеспечения новой структуры планируется использовать плавучий космодром “Морской старт”. С его борта в ближайшие годы планируется запускать РН “Зенит-3SL”, а впоследствии – новые российские РН “Союз-5”. Предполагается также создать новый грузовой транспортный корабль, стартующий с космодрома “Морской старт”.

Двухстороннее соглашение планируется подписать после завершения сделки по покупке группой S7 проекта “Морской старт” – сейчас последняя находится на стадии межгосударственного согласования. Договор, заключенный “Роскосмосом” с РКК “Энергия”, предусматривает покупку комплекса “Морской старт” в Калифорнии (командного судна, пусковой платформы “Odyssey” и наземной инфраструктуры) и возобновление эксплуатации “Морского старта”. Планируется до 70 коммерческих пусков ракет-носителей в течение 15 лет.

*Пресс-релиз
Госкорпорации
“Роскосмос”,
24 ноября 2017 г.*

54–55-я основные экспедиции на МКС*

3 сентября 2017 г. спускаемый аппарат КК “Союз МС-04” с экипажем 51/52-й основной экспедиции (МКС-51/52; Земля и Вселенная, 2017, № 6, с. 69–71) в составе командира МКС-52 Ф.Н. Юрчихина (Россия), бортинженера МКС-52 Дж. Фишера (США), бортинженера и командира МКС-51 П. Уитсон (США) благополучно приземлился в 148 км юго-восточнее г. Жезказган (Казахстан). Экипаж полностью выполнил программу научно-прикладных исследований (531 сеанс по 62 экспериментам) в течение 135 сут 18 ч 08 мин. В ходе полета экипаж принял транспортный КК “Союз МС-05” и три грузовых корабля: “Прогресс МС-06” (Россия), “Дрэгон-11 и -12” (США). “Прогресс МС-06” доставил на станцию около 2,4 т грузов: наноспутники “Танюша-ЮГЗУ”, “Сфера-53” и ТНС-2; 620 кг топлива для заправки МКС, 47 кг воздуха в баллонах, 420 л воды в баках, 351 кг контейнеров с рационами питания, а также 15 кг свежих яблок, аджи-

ку, горчицу, хрен и сырокопченые колбаски.

13 сентября 2017 г. с космодрома Байконур стартовала РН “Союз-ФГ” с КК “Союз МС-06” На его борту находился экипаж МКС-53/54: командир корабля и командир МКС-54 А.А. Мисуркин (Россия), бортинженер-1 М. Ванде Хей (США) и бортинженер-2 Дж. Акаба (США). Через 5 ч 38 мин после старта по четырехвитковой схеме сближения корабль пристыковался к модулю “Поиск” (МИМ-2). Экипажу экспедиций МКС-53/54 предстоит проведение регламентных работ, прием пилюрируемого корабля “Союз МС-07”, трех грузовых кораблей: “Прогресс МС-07 и -08” (РФ), “Сигнус-8” (США), выполнение 59 экспериментов по 6 направлениям. 29 ноября 2017 г. проведена плановая коррекция орбиты станции: высота – 402,8 × 422,7 км, с периодом обращения вокруг Земли – 92,6 мин и наклоном – 51,66°. По плану экипаж будет работать в течение 167 сут – до 27 февраля 2018 г. Дж. Акаба выполняет третий полет, А.А. Мисуркин – второй, М. Ванде Хей – новичок в космосе.

Александр Александрович Мисуркин (526-й астронавт мира, 116-й космонавт России) родился в 1977 г. в г. Ершичи Смоленской области. В 1994 г. поступил в Качинское высшее военное авиационное училище летчиков. После

окончания в 1999 г. с золотой медалью Армавирского военного авиационного института служил командиром авиационного звена учебного полка Северо-Кавказского военного округа (общий налет – 1060 ч), полковник ВВС в отставке. Летчик-инструктор 1-го класса, инструктор парашютно-десантной подготовки, офицер-водолаз. В 2006 г. зачислен в отряд космонавтов ЦПК им. Ю.А. Гагарина. В 2013 г. выполнил 167-суточный полет на КК “Союз ТМА-08М” в качестве бортинженера экипажа МКС-35/36. После полета работал начальником 1-й группы инструкторов-космонавтов ЦПК. Герой России, награжден тремя медалями, почетный гражданин г. Орла.

Джозеф Акаба (Joseph M. Acaba; 488-й астронавт мира, 311-й астронавт США) родился 17 мая 1967 г. в г. Ингелвуд (штат Калифорния). В 1990 г. окончил Университет штата Калифорния со степенью бакалавра в области геологии. Через два года получил степень магистра по той же специальности в Университете штата Аризона. Работал гидрогеологом в Лос-Анджелесе, затем управляющим Карибского морского исследовательского центра на Багамских Островах. Начиная с 1998 г. преподавал научные дисциплины в старших классах средней школы. В качестве волонтера “Корпуса мира” в течение двух

* Продолжение. Начало см.: 1999, № 2; 2000, №№ 5, 6; 2001, № 5; 2002, №№ 1, 2, 4; 2003, №№ 1, 5; 2004, №№ 2–5; 2005, №№ 1, 4; 2006, №№ 1, 2, 4; 2007, №№ 1, 3, 4; 2008, №№ 1–6; 2009, №№ 1, 2, 4, 6; 2010, №№ 1–5; 2011, №№ 1, 2, 4–6; 2012, №№ 2, 5; 2013, № 2; 2014, № 2; 2015, №№ 1, 2, 6; 2016, №№ 2, 4, 6; 2017, № 2.

лет работал в Доминиканской Республике специалистом по экологическому просвещению в начальной школе. В 2004 г. зачислен в отряд астронавтов США. Работал в группе подготовки к старту и посадке КК “Спейс Шаттл” в Космическом центре им. Дж. Кеннеди. В 2009 и 2012 гг. выполнил два полета на КК “Дискавери” (STS-119) в качестве специалиста полета и КК “Союз ТМА-04М” в качестве бортинженера экипажа МКС-31/32 общей продолжительностью 137 сут 19 ч.

Марк Ванде Хей (Mark T. Vande Hei; 548-й астронавт мира, 341-й астронавт США) родился 10 ноября 1966 г. в г. Фолс-Черч (штат Виргиния, США). В 1989 г. окончил Университет Святого Иоанна, получив степень бакалавра наук по физике. С 1989 г. служил на инженерных должностях парашютно-десантного батальона на американской военной базе в Италии. В 1991 г. в должности командира взвода участвовал в операции сил НАТО в Ираке, затем командира роты в саперном батальоне. В 1999 г. окончил Стэнфордский университет, получил степень магистра наук по прикладной физике и был направлен на преподавательскую работу на кафедру физики Военной академии США в Вест-Пойнте. С 2003 г. служил в 1-м космическом батальоне на авиабазе ВВС США Питерсон, с 2006 г. – выполнял обязанности оператора связи с МКС в Космическом центре им. Л. Джонсона. В

2009 г. зачислен в отряд астронавтов США.

17 декабря 2017 г. с космодрома Байконур стартовала РН “Союз-ФГ” с КК “Союз МС-07”. Это 134-й пилотируемый полет корабля серии “Союз”. На его борту находился экипаж 54/55-й основной экспедиции на МКС: командир корабля, бортинженер и командир МКС-55 А.Н. Шкаплеров (Россия), бортинженер-1 С. Тингл (США) и бортинженер-2 Н. Канаи (Япония). Через 6 ч 20 мин после старта произведена стыковка в автоматическом режиме с модулем “Рассвет” (МИМ-1). Российской научной программой запланировано провести 61 эксперимент по 6 направлениям. По плану работа экипажа МКС-54/55 продлится 125 сут – до 28 февраля 2018 г. А.Н. Шкаплеров выполняет третий полет, С. Тингл и Н. Канаи – первый.

Антон Николаевич Шкаплеров (521-й астронавт мира, 111-й космонавт России) родился в 1972 г. в Севастополе; военный летчик 2-го класса, имеет квалификацию “офицер-водолаз”, полковник ВВС в запасе. В 1989–1992 гг. учился в Черниговском высшем военном авиационном училище летчиков, переведен в Качинское высшее военное авиационное училище летчиков им. А.Ф. Мясникова, которое окончил с отличием в 1994 г. Служил в частях ВВС, в 1998–2003 гг. – старший летчик-инструктор пилотажной группы “Небесные гусары”. В 1997 г. окончил Военно-воздуш-

ную инженерную академию им. Н.Е. Жуковского, в 2006–2009 гг. учился в Российской академии государственной службы при Президенте РФ. В 2003 г. зачислен в отряд космонавтов ЦПК. В 2011–2012 и 2014–2015 гг. выполнил два полета на КК “Союз ТМА-22” в качестве бортинженера экипажа МКС-29/30 и КК “Союз ТМА-15М” в качестве командира корабля и члена экипажа МКС-42/43 общей продолжительностью 365 сут. Герой России, награжден орденом “За заслуги перед Отечеством” IV степени, пятью медалями, почетный гражданин г. Севастополя.

Скотт Тингл (Scott D. Tingle; 549-й астронавт мира, 342-й астронавт США) родился 19 июля 1965 г. в Этлборо (штат Массачусетс), в г. Рэндолф прошло его детство. В 1987 г. окончил с отличием Юго-Восточный Массачусетский университет, получил степень бакалавра наук в области машиностроения. В 1988 г. в Университете Пердью (штат Индиана) получил степень магистра наук в области машиностроения по специальности “гидромеханика и реактивные двигатели”. С 1991 г. служил летчиком-испытателем ВМС США (налет более 4 тыс. ч на 48 типах самолетов), участвовал в боевых действиях в Ираке и Афганистане, выполнил 54 боевых вылета; в 1998 г. прошел подготовку в школе летчиков-испытателей ВМС США, капитан ВМС США. В 2009 г. зачислен в отряд астронавтов США. Награжден 14 военными медалями.

Норисигэ Канаи (550-й астронавт мира, 12-й астронавт Японии) родился в декабре 1976 г. в Токио. В марте 2002 г. окончил Медицинский институт министерства обороны (National Defense Medical College), получил степень доктора медицины. Служил в госпитале Медицинского института министерства обороны, затем в госпитале Сил самообороны Японии. С июня 2009 г. до своего отбора в качестве кандидата в астронавты служил на кафедре медицинской службы военного училища Морских сил самообороны Японии, получил квалификацию специалиста по подводной медицине. В 2015 г. в качестве члена экипажа участвовал в экспедиции NEEMO-20 – миссии NASA по отработке действий

в экстремальной окружающей среде на подводной научной станции “Аквариус”. В 2009 г. зачислен в астронавты Японского космического агентства JAXA, приступил к общей космической подготовке в космическом центре Японии, которую закончил в Космическом центре им. Л. Джонсона вместе с астронавтами NASA.

В сентябре–декабре 2017 г. на борту МКС работали 53/54-я основные экспедиции: С.Н. Рязанский, А.А. Мисуркин (Россия), П. Неспולי (ESA, Италия), Р. Брезник, Дж. Акаба и М. Ванде Хей (США). 14 декабря 2017 г. совершена посадка КК “Союз МС-05” с экипажем МКС-52/53 в составе командира корабля и бортинженера МКС-50/51 С.Н. Рязанского (Россия),

бортинженера-1 и командира МКС-53 Р. Брезника (США) и бортинженера-2 П. Неспולי (ESA, Италия). В декабре 2017 г. – марте 2018 г. на борту МКС работали 54/55-я основные экспедиции: А.А. Мисуркин, А.Н. Шкаплеров (Россия), Дж. Акаба, М. Ванде Хей, С. Тингл (США) и Н. Канаи (Япония; см. стр. 3 обложки, внизу). На 21 марта 2018 г. запланирован запуск КК “Союз МС-08” с экипажем МКС-55/56 в составе командира корабля О.Г. Артемьева (Россия), бортинженера-1 и командира МКС-56 Э. Фьюстела (США) и бортинженера-2 Р. Арнольда (США).

*По материалам
Госкорпорации
“Роскосмос”,
ЦУП-М и NASA*

Информация

Яркий болид

На снимке, сделанном 14 ноября 2017 г. астрономом-любителем Олли Тейлором (Англия), запечатлен вид с перевала на заснеженные скалистые горы (см. 2-ю стр. обложки, внизу). Закат окрасил небо в мягкие розоватые оттенки на этом

горном зимнем пейзаже. Внизу на снимке видна деревня Ла Вилла, входящая в территорию горнолыжного курорта Альта Бадия в итальянских Доломитовых Альпах. Высоко в небе над северным горизонтом над деревней сияет созвездие Большой Медведицы. Привлекает внимание яркий болид, случайно пролетевший с востока на запад под известным астеризмом Большой Ковш в созвездии Большой Медведицы. Этот болид увидели жители Европы; об этом событии

в Американское метеорное общество и Международную метеорную организацию поступило большое количество сообщений. Траектория полета метеора согласуется с предположением, что он принадлежал к активному в этот период (ноябрь) метеорному потоку Тауриды, связанному с кометой Энке.

*По материалам
интернет-сайта
“Астронет”,
16 ноября 2017 г.*