

Институт радиотехники и электроники им. В. А. Котельникова Российской академии наук

6. Результаты научных исследований, полученные российскими учеными и специалистами в ходе реализации летных научных программ на борту МКС

В 2012- 2014 гг на РС МКС на РС МКС проводились КЭ «Сейнер», «Напор-миниРСА» и «Ураган» Цели экспериментов и используемая аппаратура приведены в таблице 5.1

Таблица 6.1. КЭ, реализованные на РС МКС в 2012-2014гг

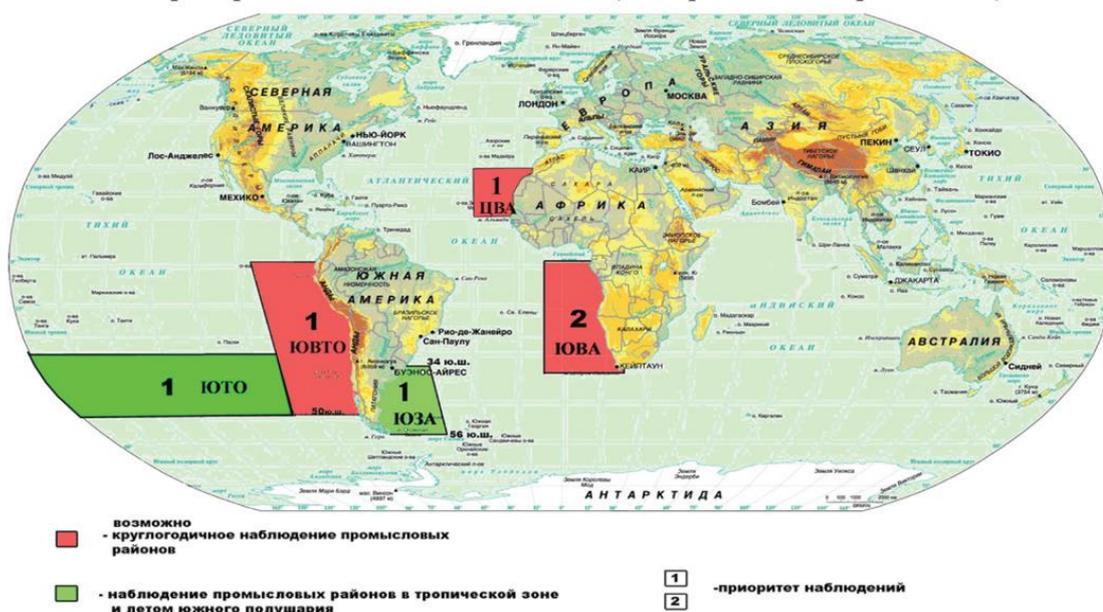
Шифр КЭ, постановщик	Название КЭ	Научная аппаратура
«Сейнер» (2009-2014) ВНИРО, ЦПК им. Ю.А. Гагарина	Экспериментальная отработка методики взаимодействия экипажей российского сегмента Международной космической станции с судами Рыболовства в процессе поиска и освоения промыслово-продуктивных районов Мирового океана.	Штатная аппаратура: видеокамера HDV Sony HVR-Z7; цифровая фотокамера NikonD3X; цифровая фотокамера NikonD800; ноутбукRSS2, RSK1
«Напор – МиниРСА» РКК «Энергия»	Экспериментальная отработка технологии малогабаритного радиолокатора с синтезированной апертурой на основе микрополосковых активных фазированных антенных решеток в интересах решения задач природопользования, экологического контроля и мониторинга чрезвычайных ситуаций На этапе 2014 года – доставка на орбиту и отработка вспомогательного научного оборудования, системы оптических телескопов - видеокамер высокого (HRC) и среднего (MRC) разрешения.	Телескоп среднего и телескоп высокого разрешения

6.1 КЭ «Сейнер»

Цель эксперимента «Сейнер» - показать возможность использования результатов наблюдений экипажами РС МКС за различными видами гидробиологических образований в целях потенциального обнаружения новых перспективных промысловых районов в удалённых районах Мирового океана в качестве дополнительного информационного поискового ресурса.

В 2014г. на РС МКС был завершён двухлетний цикл работ КЭ «Сейнер», который был ориентирован на получение оригинальных фотоматериалов при съёмке российскими космонавтами заданных акваторий Мирового океана в процессе поиска признаков зон повышенной биологической продуктивности. Результаты по данному КЭ были доложены на Международной научно-практической конференции «Научные исследования и эксперименты на МКС». 9-11 апреля 2015 г., в Москве, которая проходила в ИКИ РАН [1]. Пример Программы наблюдений основных заданных районов Мирового океана при реализации КЭ «Сейнер» на борту РС МКС в период октябрь 2013 г.– апрель 2014 г. приведен на рисунке 6.1.

Промысловые районы, приоритетные для наблюдений космонавтами в период работы экспедиций МКС-37/38 (октябрь 2013 г. – апрель 2014 г.)



-  **возможно**
- круглогодичное наблюдение промысловых районов
-  - наблюдение промысловых районов в тропической зоне и летом южного полушария
-  -приоритет наблюдений
- 

Рисунок 6.1 - Пример Программы наблюдений основных заданных районов Мирового океана при реализации КЭ «Сейнер» на борту РС МКС в период октябрь 2013 г.– апрель 2014 г.

В результате выполнения эксперимента создан банк информативных фотоматериалов этих районов Мирового океана, которые можно использовать как базисные показатели при выявлении косвенных дешифровочных признаков зон высокой биологической продуктивности водной среды, визуально воспринимаемых и фиксируемых космонавтами [1].

Для валидации результатов наблюдений космонавтов составлялись карты температуры поверхности океана (ТПО) промысловых районов Мирового океана, заданных в «Программах...» по КЭ «Сейнер»: Юго-восток Тихого Океана (ЮВТО), Юго-западная Атлантика (ЮЗА), Центрально-восточная Атлантика (ЦВА), Юго-Западная Атлантика (ЮВА), Северо-западная часть Тихого океана (СЗТО). При этом анализировались спутниковая информация с метеорологических и геостационарных ИСЗ, а также синхронизированные с ней по пространству и времени измерения температуры воды судами и буями. По теме эксперимента опубликовано 5 работ [1-5].

6.2. КЭ «Напор-миниРСА»

В эксперименте «Напор - МиниРСА» на данном этапе выполнялась отработка функционирования системы оптических телескопов для передачи и получения с борта служебного модуля на наземные приемные станции видеоизображений подстилающей поверхности Земли (в т.ч. получение

видеоизображений тестовых участков, синхронных с радиолокационными) для обеспечения потребностей российских и зарубежных организаций.

В 2013-2014 гг. выполнена доставка на МКС грузовым кораблем «Прогресс» камер телескопов канадской компании EVC высокого НРС и среднего МРС разрешения. Камеры доставлены на служебный модуль (СМ) МКС и установлены космонавтами на внешней поверхности СМ.

В результате камера среднего разрешения прошла полный цикл испытаний в составе СМ МКС и готова к проведению съемок по заявкам потребителей в рамках проведения космического эксперимента. С камерой высокого разрешения проводятся тесты на СМ МКС.

Проведена отработка программного обеспечения (ПО) двухступенной платформы наведения (ДПН), при этом от камеры НРС получены снимки с разрешением около 1,5м. По предложению компании UrtheCast разработано ПО, использующее для наведения ДПН данные гироскопов камеры НРС. Ожидается, что использование для наведения ДПН более точных данных гироскопов позволит получить более высокое разрешение снимков камеры.

На рисунках 6.2 и 6.3 приведены примеры снимков, сделанных камерами среднего и высокого разрешения.

Оператором системы оптических телескопов Роскосмос назначил «Научный центр оперативного мониторинга Земли», который на этапе эксплуатации системы оптических телескопов по заявкам потребителей будет обеспечивать планирование съемок и их обработку.



Рисунок 6.2 - Озеро Виннипег, Манитоба, Канада (снимок камерой среднего разрешения)

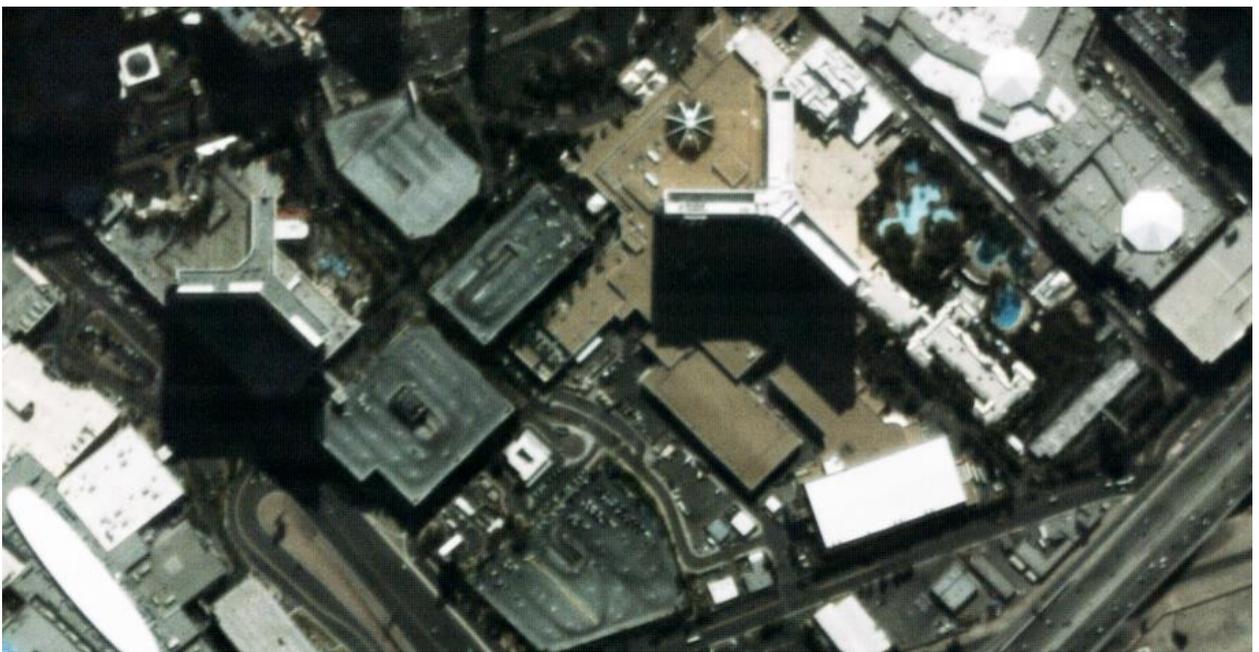


Рисунок 6.3 - США, Лос-Анжелес (снимок камерой высокого разрешения)

6.2. КЭ «Ураган»

Космические снимки и спектральная информация, полученные на борту РС МКС в рамках КЭ «Ураган», широко используются различными организациями при выполнении научных исследований и в практической деятельности. В частности, к настоящему времени установлена возможность

их применения при изучении следующих явлений и связанных с ними объектов:

- оползней, обвалов горных пород, лавин, подвижек ледников;
- динамики растительных покровов;
- вулканической активности, последствий землетрясения;
- масштабных наводнений, динамики половодий, ледоходов;
- лесных пожаров;
- очагов загрязнения вокруг городов и нефтяных плёнок на водной поверхности;
- изменений окружающей среды;
- пыльных бурь;
- индикаторов изменения климата;
- геологических структур и т.д.

Существенные результаты КЭ «Ураган» получены при изучении динамики землепользования в поймах рек Центральной России. При этом используется одно из преимуществ съёмки с борта МКС, а именно, детальное фотографирование криволинейных объектов размером в сотни и тысячи километров за 2 – 3 сеанса мониторинга. В качестве основного объекта выбрана долина реки Дон от его истоков возле города Новомосковска до места впадения в Азовское море. На рисунке 6.4 показан фрагмент поймы реки Дон у станции Вёшенская.



Рисунок 6.4 - Фрагмент поймы реки Дон.



Рисунок 6.5- Фрагмент Крымских гор от Семеиза до Фороса – наиболее перспективный район для добычи артезианских вод



Рисунок 5.6 - Аризонский ударный кратер

В 2014 г. получены фотоснимки горной части Крыма. Данные наблюдений применены для актуального картографирования реальной инфраструктуры и определения природной ситуации. Это позволило начать работы по изучению геологических и гидрологических особенностей

Крымского полуострова для поиска резервов получения пресной воды. По данным космической съёмки и синхронных наземных исследований установлено, что наиболее перспективным районом для добычи артезианских вод является горный участок от Симеиза до Фороса. Здесь на северном пологом скате хребта возможно создать несколько водохранилищ без изъятия плодородных земель (Рисунок 6.5). Для поиска современных и древних, так называемых, ударных кратеров, возникших при падении крупных метеоритов, используются в качестве эталонов наиболее изученные подобные объекты. На снимке (рисунок 6.6), сделанном с борта РС МКС, показан Аризонский ударный кратер.

Изучение колебаний ледников – ещё одна важная задача исследований в целях оценки и прогнозирования регионального и глобального изменения климата, так как ледники являются надёжным индикатором климатических изменений [6]. При потеплении климата они сокращают свои размеры и толщину, так как в балансе массы абляция доминирует над аккумуляцией. Суждение о масштабе и темпах изменения климата тем более основательно, чем большее число ледников привлечено для анализа. Глобальные оценки климатических флуктуаций могут быть сделаны только в результате анализа динамики ледников, расположенных в горах обоих полушарий Земли.

Для изучения динамики климата Земли на РС МКС выполняется съёмка более 20 основных узлов горного оледенения. Особенно интенсивно на потепление климата реагируют ледники высокогорного района Кунь-Лунь на севере Тибета. В 2014 г. специалистами Института географии РАН совместно с гляциологами из Китая и США намечена реализация программы по бурению скважин на 2 тестовых ледниках (на рис. 6.7 представлен снимок одного из них). В данном случае было использовано важное достоинство космической съёмки – возможность периодического получения информации о труднодоступных районах земного шара и слежения за динамикой объекта.

Бурение на леднике осуществляется в те периоды, когда он находится в состоянии подвижки, что и зафиксировано на фото. Одновременно по данным дешифрирования космических снимков определяют скорость перемещения фронтальной части ледника, а также возможность создания угрозы прохождения по его телу кинематических волн напряжений, которые зачастую приводят к появлению полей трещин и разломов.

В горах нашей страны за последние годы полевые измерения положения ледников проводились менее чем на 1 % их общего числа, что не даёт достаточных статистических материалов [7]. Поэтому необходимо использовать сведения о колебаниях ледников, основанные на съемке и визуальных наблюдениях космонавтов с борта орбитальных станций.

В 2011 г. на снимке, полученном с МКС, были обнаружены кинематические волны на поверхности памирского ледника Медвежий. По этому признаку за 3 месяца до начала движения ледника было предсказано его наступание с перекрытием долины р. Абдукагор.



Рисунок 6.7- Ледники Чонгг Шан в Тибете – объект исследований гляциологов России, Китая и США.

Для оперативного определения скорости движения сфотографированного с космического аппарата ледника были разработаны специальные методы.

Для наблюдения извергающихся вулканов, загрязнений и других объектов на земной и водной поверхности используется разработанная по техническому заданию РКК «Энергия» в Научно-исследовательском институте прикладных физических проблем им. А.Н. Севченко (г. Минск) фотоспектральная система (ФСС). По состоянию на 2014 г. проведено более 100 сеансов в рамках КЭ «Ураган» с научной аппаратурой (НА) ФСС, получено более 4000 фотографий и соответствующих им измерений спектральной плотности энергетической яркости (СПЭЯ) подстилающей поверхности.

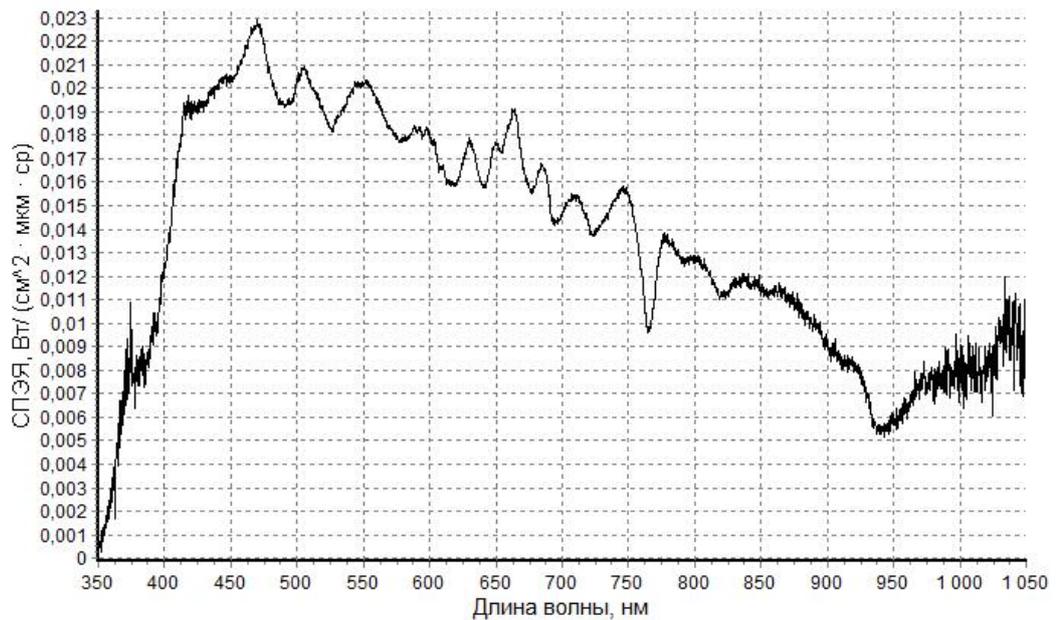
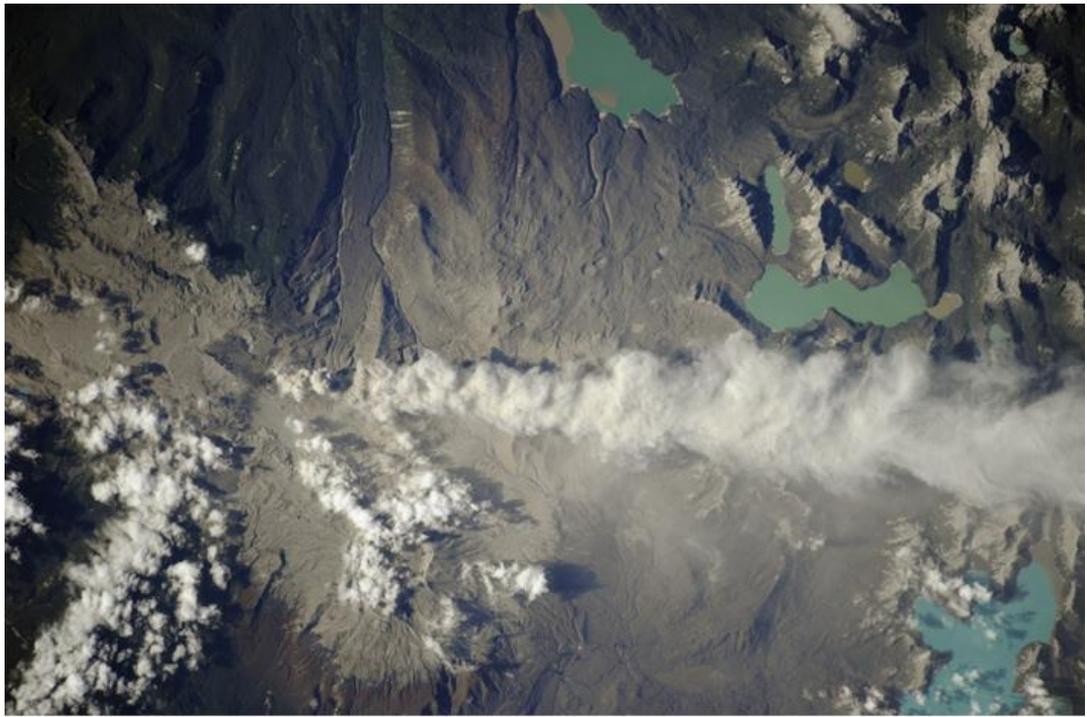


Рисунок 6.8 - Снимок извержения (а) вулкана Пуйехуе-Кордон Каулле (Чили, 40,59 ю.ш., 72,11 з.д.) и измерения СПЭЯ (б) вулканического шлейфа.

Во время сеансов с помощью НА ФСС, как правило, выполняется измерение СПЭЯ точечного объекта. Одним из объектов изучения с применением ФСС являются активные вулканы (рисунок 6.8). В настоящий момент накоплена информация о СПЭЯ активных вулканов, расположенных в Южной Америке и Италии, в различных состояниях: до извержения, при

появлении предвестников (например, увеличении сейсмической активности), во время и после извержения.

Список источников

1. Ванюшин Г.П., Царева В.А., Булатова Т.В., Сапунова Е.В., Анисова И.М. Материалы эксперимента «Сейнер», полученные при его выполнении на борту РС МКС. //Тезисы докладов Международной научно-практической конференции «Научные исследования и эксперименты на МКС». 9-11 апреля 2015 г., Москва, 2015, С.158.
2. Барканова Т.Б, Ванюшин Г.П, Царева В.А, Сапунова Е.В. Космический эксперимент "Сейнер". //Современные проблемы и перспективы рыбохозяйственного комплекса: Материалы второй научно-практической конференции молодых ученых ФГУП "ВНИРО". – М.: Изд-во ВНИРО, 2011, С.149-154.
3. Барканова Т.Б., Ванюшин Г.П., Глубоковский М.К. Космический Эксперимент «Сейнер». // Рыбное хозяйство, 2012, № 4, С. 37-38.
4. Сармин Э.Э., Рулёв Д.Н., Волков О.Н., Богатырёв В.А., Рязанцев В.В., Ванюшин Г.П. Уточнение координатной привязки объектов в открытом океане при проведении эксперимента «Сейнер». К.Э. Циолковский и будущее космонавтики”. //Материалы XLVI научных чтений памяти К.Э. Циолковского(г.Калуга, 13-15 сентября 2011 г.). Российская академия наук, Комиссия по разработке научного К.Э. Циолковского. <http://www.readings.gmik.ru/2011-UTOCHNENIE-KOORINATNOY-PRIVAZKI-OB-EKTOV-V-OTKRITOM-OKEANE-PRI-PROVEDENII-EKSPERIMENTA-SEYNER>
5. Ванюшин Г.П., Котенев Б.Н., Кружалов М.Ю., Трошков А.А., Барканова Т.Б., Булатова Т.В. и др. Трехуровневый мониторинг температурных условий промысловых районов Мирового океана. // Сб.: Вопросы

промышленной океанологии, вып.3. Москва, изд. ВНИРО, 2006 г., С. 205-215.

6. Десинов Л.В., Десинов С.Л., Ивонин И.Л. Возможности индикации изменения климата по данным съемок ледников с МКС. // Лёд и снег, 2012, № 2.
7. Носенко Г.А., Хромова Т.Е., Рототаева О.В. и др. Реакция ледников Центрального Кавказа в 2001 – 2010 годах на изменение температуры и количества осадков. // Лёд и снег, 2013, № 1, С. 26 – 33.