

III. РАБОТЫ, ВЫПОЛНЯЕМЫЕ ПО ПРОЕКТАМ КОСМИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ

3.1 Проекты в стадии реализации

1. Детектор нейтронов высоких энергий ХЕНД для КА НАСА «2001 Марс Одиссей» (шифр – МСП-2001).

Заказчик – Федеральное космическое агентство. Гос. контракт № 025-5670/07 от 14.02.2007 г. с Роскосмосом на выполнение ОКР в 2007-2009 годах. Новый контракт на работы 2010-2011 годов на подписании.

Цель проекта: Детектор быстрых нейтронов ХЕНД является российским экспериментом в составе гамма спектрометрического комплекса GRS космического аппарата НАСА «Марс Одиссей» (США). Научная цель эксперимента ХЕНД – исследование потоков нейтронов образующихся в верхнем слое грунта Марса под действием космических лучей для поиска воды и обеспечения обработки данных гамма спектрометра GRS. Космический аппарат «Марс Одиссей» запущен 7 апреля 2001 г.

Руководитель: д.ф.м.н. Митрофанов И.Г., тел.: (495) 333-3489, imitrofa@space.ru

Выполнено: Обеспечено управление экспериментом ХЕНД и обработка данных измерений. После 10 лет непрерывной работы в космосе все системы аппаратуры ХЕНД работают штатно. После официального окончания срока 3-й продленной миссии работа прибора ХЕНД продлена «до отказа». Данные измерений обрабатываются и размещаются в базе данных «Планета» ИКИ РАН и также в международный архив данных PDS.

2. Бортовой телескоп нейтронов БТН-М1 на борту Международной космической станции (шифр БТН-НЕЙТРОН).

Заказчик – РКК «Энергия» им. С.П. Королева. Работы по изготовлению аппаратуры БТН-М1 для эксперимента были выполнены в ИКИ РАН по контракту с РКК «Энергия» № 828 от 15.03.2002 г. в рамках темы Роскосмоса «МКС-Наука». Работы по сопровождению эксперимента, управлению аппаратурой БТН-М1 и обработке данных выполнялись в ИКИ РАН по контракту с РКК «Энергия» № 1173 от 15.10.2007 г. в рамках темы Роскосмоса «МКС-Эксперименты».

Цель проекта: Целями этого эксперимента «БТН-Нейтрон» являются исследование с борта Служебного Модуля Российского Сегмента Международной Космической Станции вторичного нейтронного излучения верхней атмосферы Земли под воздействием энергичных заряженных частиц в магнитосфере; исследование нейтронной компоненты солнечных вспышек; исследование нейтронной компоненты радиации на борту МКС.

Руководитель: д.ф.м.н. Митрофанов И.Г., тел.: (495) 333-3489, imitrofa@space.ru

Выполнено: За весь период работы в 2011 г. аппаратура БТН-М1 функционирует штатно без замечаний, все параметры находятся в допустимых пределах. Научные данные в сеансах связи с МКС поступают в базу данных наземного сегмента эксперимента «БТН-Нейтрон» в ЦУП-М и передаются в ИКИ РАН для обработки.

3. «Лунный исследовательский нейтронный детектор» (ЛЕНД) для орбитального КА НАСА «Лунный разведывательный орбитер» (шифр – МСП-2001).

Заказчик – Федеральное космическое агентство.

Цель проекта: Нейтронный телескоп «Лунный исследовательский нейтронный детектор» (ЛЕНД) является российским экспериментом в составе научной аппаратуры лунного орбитального КА НАСА «Лунный разведывательный орбитер» (ЛРО). Научная цель эксперимента ЛЕНД – исследование потоков нейтронов образующихся в верхнем слое грунта Луны под действием космических лучей для изучения распределения водяного льда и исследование радиационной обстановки на орбите около Луны.

Руководитель: д.ф.м.н. Митрофанов И.Г., тел.: (495) 333-3489, imitrofa@space.ru

Выполнено: Завершены разработка, изготовление, испытания и выполнена поставка в НАСА летного образца аппаратуры ЛЕНД для миссии ЛРО. После старта 18 июня 2009 года космического аппарата ЛРО с прибором ЛЕНД на борту к Луне по настоящее время все системы аппаратуры ЛЕНД работают штатно. В настоящее время обеспечено управление прибором ЛЕНД и обработка данных научных измерений и мониторинг телеметрии. Данные телеметрии и научных измерений обрабатываются и размещаются в базе данных ИКИ РАН и НАСА PDS. На основе обработки данных эксперимента ЛЕНД совместно с данными других экспериментов установлены закономерности распределения водяного льда в приповерхностном слое грунта Луны в приполярных областях

4. Российский нейтронный детектор ДАН стартовал к Марсу 26 ноября 2011г. в 19-02 по московскому времени с космодрома на мысе Канаверал стартовала ракета-носитель Atlas V с научно-исследовательской автоматической станцией Mars Science Laboratory («Марсианская научная лаборатория», сокращенно MSL, НАСА). Станция должна доставить на поверхность Марса марсоход «Кьюриосити» (по-английски Curiosity – «любопытство»), в состав научной аппаратуры которого входит [российский прибор ДАН](#), разработанный в Институте космических исследований Российской Академии наук по заказу Федерального космического агентства. Основная цель проекта MSL состоит в проверке гипотезы о возможности существования на раннем или современном Марсе примитивных форм жизни. Участие России в проекте предусмотрено Исполнительным соглашением между Федеральным космическим агентством (Роскосмосом) и НАСА.

5. «ИНТЕГРАЛ» Международная обсерватория гамма-лучей

(<http://integral.rssi.ru/>)

Международная обсерватория гамма-лучей ИНТЕГРАЛ была выведена на высокоапогейную орбиту в 2002 году российской ракетой-носителем ПРОТОН В обмен на запуск космического аппарата российские ученые получили право на ~25% научных данных миссии, доступность которых обеспечивает Российский Центр Научных Данных (РЦНД) проекта ИНТЕГРАЛ, организованный в Институте Космических Исследований. С момента создания РЦНД его сотрудники ведут активную работу по адаптации существующего и разработке нового математического обеспечения миссии, занимаются распространением информации о предстоящем проекте среди российской научной общественности.

За этот период работы на орбите космическая обсерватория ИНТЕГРАЛ накопила огромный массив наблюдательных данных, что позволило приступить к решению задач, требующих больших экспозиций.

В 2011 году было продолжено получение научных и калибровочных данных из Европейского центра научных данных обсерватории ИНТЕГРАЛ, их архивирование и распределение наблюдателям, поддержание необходимого интерфейса. Проведено дооборудование учебного класса и технической базы архива данных. Велось оказание помощи в работе с данными, организация широкополосных наблюдений, совместных с наблюдениями обсерватории ИНТЕГРАЛ.

6. Эксперименты на космических аппаратах ЕКА

6.1 Эксперименты ОМЕГА, СПИКАМ, ПФС на космическом аппарате ЕКА «Марс Экспресс»

В рамках ОКР "Беппи Колумбо" в 2011 году продолжены эксперименты на КА ЕКА "Марс Экспресс", работающем на орбите Марса с 25 декабря 2003г. Важные элементы трех научных приборов КА "Марс Экспресс" изготовлены с российским участием. В ИКИ РАН

изготовлены входная оптика и сканирующее устройство картографирующего спектрометра ОМЕГА (Россия, Франция), детекторы и калибровочное оборудование для Фурье-спектрометра ПФС (Россия, Италия) и инфракрасный канал универсального спектрометра СПИКАМ (Россия, Франция, Бельгия). Приборы, разработанные с российским участием, работают номинально. С их помощью получен ряд приоритетных научных результатов, опубликованных в рецензируемых научных журналах. Осенью 2010 работа КА Марс Экспресс была номинально продлена до 31 декабря 2014г. (при условии дополнительного рассмотрения решения о продлении в 2012 году).

В 2011 г. продолжены работы по участию в планировании и проведении измерений, также обработке и анализу данных приборов ОМЕГА, ПФС и СПИКАМ.

Д. ф.-м.н. Кораблев О.И., korab@iki.rssi.ru, Котцов В.А., vladkott@mail.ru

6.2 Эксперименты СПИКАВ–SOIR, ПФС

на космическом аппарате ЕКА «Венера Экспресс»

В рамках ОКР "Бепи Колombo" в 2011 году продолжены эксперименты на КА "Венера Экспресс", работающем на орбите вокруг Венеры с апреля 2006г.

Важные элементы двух научных приборов КА "Венера Экспресс" изготовлены с российским участием. В ИКИ РАН изготовлены детекторы и калибровочное оборудование для Фурье-спектрометра ПФС (Россия, Италия) и инфракрасный канал универсального спектрометра СПИКАВ –SOIR (Россия, Франция, Бельгия). Прибор СПИКАВ–SOIR работает номинально, а в приборе ПФС не работает сканер, поставленный итальянскими соисполнителями. По полученным результатам за время работы российскими участниками проекта опубликовано не менее 40 статей в рецензируемых научных журналах. По результатам номинальной миссии, в конце 2008г вышел специальный выпуск журнала *Journal of Geophysical Research*, в начале 2012 года планируется специальный выпуск журнала *Icarus*. Осенью 2010 работа КА Венера-Экспресс была номинально продлена до 31 декабря 2014г. (при условии дополнительного рассмотрения решения о продлении в 2012 году).

В 2011 г. продолжены работы по участию в планировании и проведении измерений, а также оперативной обработке данных прибора СПИКАВ.

Д. ф.-м. н. Кораблев О.И., korab@iki.rssi.ru

7. Мессбауэровский спектрометр. Работа по проекту «Mars Exploration Rovers»

Один из двух марсоходов НАСА («Opportunity») продолжает работу на поверхности Марса (Полуденная равнина) уже в течении почти восьми лет. Мессбауэровский спектрометр, разработанных при участии специалистов ИКИ РАН, находится в рабочем состоянии и продолжает измерения. Продолжаются работы по составлению библиотеки мессбауэровских спектров поверхности Марса.

К. ф.-м. н. Родионов Д. С., rodionov@iki.rssi.ru

8. Эксперимент Русалка на борту МКС

Продолжается эксперимент «Русалка» и работы по отработке методики определения содержания углекислого газа и метана в атмосфере с борта МКС. Ключевым компонентом эксперимента является компактный спектрометр высокого разрешения, обеспечивающий проведение спектроскопических измерений с борта СМ РС МКС в ближнем ИК-диапазоне, позволяющим различать отдельные ненасыщенные линии в слабых полосах CO₂ и CH₄. Разработаны алгоритмы географической привязки зон наблюдения, восстановления полной геометрии наблюдений, составление баз данных климата (на основе климатической модели европейского центра прогноза погоды *European Centre for Medium-Range Weather Forecasts*), а также первичная обработка и калибровка каждой серии поступающих данных, включающая использование калибровочных данных наземных отработок и данные калибровочных наблюдений Солнца с борта МКС.

Восстановление содержания парниковых газов ведется с использованием следующих методик, баз данных и алгоритмов:

- спектроскопическая база данных HITRAN2008;
- прямая задача без рассеяния;
- солнечный спектр Кит-Пик;
- расчет спектров пакетом программ LBLRTM;
- симплекс метод поиска минимума функции отклонения расчетного спектра от экспериментального (фитируемые параметры в этом случае X-газ, ppm и разрешение HW).

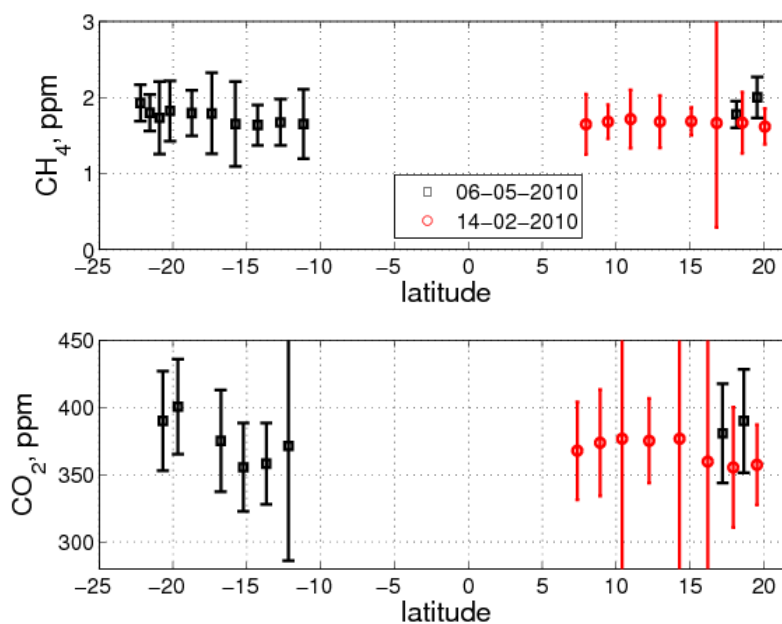


Рисунок 1 Пример восстановления содержания метана и углекислого газа для двух наблюдений бликов.

Трохимовский А.Ю., trokh@iki.rssi.ru, к. ф.-м. н. Федорова А.А., fedorova@iki.rssi.ru, д. ф.-м. н. Кораблев О.И., korab@iki.rssi.ru, Кострова Е.А. enke-enke@rambler.ru

О.И. Кораблев, А.Ю. Трохимовский, И.И. Виноградов, А.А. Федорова, А.Ю. Иванов; Ю.К. Калинин; А.Ю. Титов; А.В. Калюжный; А.В. Родин, Е.А. Кострова, А.А. Венкстерн, В.В. Барке; Ю.В. Смирнов, М.А. Полуаршинов, О.З. Ростэ, «Прибор «РУСАЛКА» для измерения содержания углекислого газа и метана в атмосфере с борта МКС», "Оптический журнал" том 78, № 5, 2011, с. 44-58.