

3. Краткие аннотации работ, выполняемых по проектам космических исследований

1. Проекты в стадии реализации

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

В текущем году была продолжена работа спектрометрических научных приборов ПФС, ОМЕГА и СПИКАМ на КА «Марс Экспресс» запущенного к Марсу в 2003 году. К настоящему времени аппаратура многократно превысила планируемые сроки функционирования. Тем не менее, несмотря на некоторые ограничения по режимам, она продолжает давать научную информацию. Продолжительные сроки работы позволяют проследить многолетнюю динамику процессов на планете и обеспечить их прогнозирование. Работа финансируется по теме «Бепи Колombo». В соответствии с подписанным в 2017 г. госконтрактом, работа с приборами КА «Марс Экспресс» запланирована в рамках темы до конца 2019 года. В перспективе рассматривается совместная координация исследований КА ЕКА «Марс Экспресс», MAVEN(NASA) и КА ЕКА «ЭкзоМарс16»..

1.2 Эксперименты спектрометрический комплекс АЦС, нейтронный спектрометр ФРЕНД для КА ЕКА Trace Gas Orbiter, проект «ЭкзоМарс16»

(шифр темы – «ЭкзоМарс-СП», «ЭкзоМарс-ЯФ»)

Заказчик – Федеральное космическое агентство.

Орбитальный КА TGO (Trace Gas Orbiter) предназначен для изучения малых газовых примесей атмосферы в рамках проекта «ЭкзоМарс-2016». ИКИ РАН разработал два прибора для КА TGO:

- 1) Спектрометрический комплекс АЦС (ACS – Atmospheric Chemistry Suite) предназначен для изучения химического состава атмосферы и климата Марса. Он состоит из трех спектрометров (эшелле-спектрометры ближнего и среднего ИК диапазона и Фурье-спектрометр) и системы сбора информации.
- 2) Коллимированный нейтронный детектор ФРЕНД (FRENД – Fine Resolution Epithermal Neutron Detector) предназначен для регистрации альбедных нейтронов, возникающих в грунте Марса под воздействием галактических и солнечных космических лучей, и построения с высоким пространственным разрешением глобальных карт распределения водяного льда в верхнем слое грунта Марса. ФРЕНД также включает в себя блок дозиметрии.

КА TGO был успешно запущен в марте 2016 года и в октябре 2016 года вышел на орбиту Марса. Спектрометрический комплекс АЦС и нейтронный спектрометр ФРЕНД успешно прошли включения и калибровки во время перелета к Марсу, а также провели наблюдения на высокоэллиптической орбите Марса в начале 2017 года. В настоящий момент идет процесс торможения КА в атмосфере Марса. Начало номинальной научной миссии запланировано на июнь 2018 г.

2. Проекты в стадии ОКР

2.1 Проект «ЭкзоМарс-2020»

В рамках миссии «ЭкзоМарс-2020» года на поверхность Марса с помощью разрабатываемого в России во ФГУП «НПО им С.А. Лавочкина» десантного модуля будет доставлен марсоход ЕКА массой около 300 кг.

Задачами марсохода являются геологические исследования и поиск следов жизни в подповерхностном слое Марса. ИКИ РАН разрабатывает два прибора для установки на

марсоход: инфракрасный спектрометр ИСЕМ и нейтронный спектрометр АДРОН-РМ. ИСЕМ представляет собой инфракрасный спектрометр, устанавливаемый на мачте марсохода и служащий для минералогического анализа поверхности. АДРОН-РМ используется для регистрации нейтронного альbedo, генерируемого космическими лучами в грунте и зависящего от количества водяного льда в нём, и построения локальной карты распределения водяного льда вдоль трассы движения марсохода. В настоящий момент завершено изготовление макетов и квалификационных образцов приборов ИСЕМ и АДРОН-РМ и завершается изготовление летных образцов.

После схода марсохода с посадочной платформы, последняя начнет свою научную миссию как долгоживущая стационарная платформа (ожидаемый срок жизни – два земных года). Комплекс научной аппаратуры (КНА-ЭМ) массой 45 кг (13 приборов) разрабатывается под руководством ИКИ РАН. Основные научные задачи КНА:

- долговременный мониторинг климатических условий на марсианской поверхности в месте посадки;
- исследование состава атмосферы Марса с поверхности;
- мониторинг радиационной обстановки в месте посадки.
- исследование взаимодействия атмосферы и поверхности;
- изучение распространенности воды в подповерхностном слое.

В настоящий момент идет изготовление макетов образцов приборов КНА-ЭМ.

2.2 Спектрометрические приборы с российским участием в проекте ESA и JAXA «Бепи Колombo»

Контракт по СЧ ОКР «Марс–Сервейер (Бепи Колombo)» находится в состоянии подписания. Тем не менее выполнялись работы, предусмотренные планом 1 этапа. В соответствии с этим планом основные работы составляют испытания приборов.

Выполняется анализ результатов испытаний ЛО прибора МСАСИ в составе КА ММО в части функционирования российской части прибора, качества развертки сканирующей системы прибора, контроля ЭМС с приборами научного комплекса ММО. Выполняется оценка наработки и учета ресурса сканирующего устройства для продления гарантийных сроков СУ МСАСИ.

Выполнены работы по компенсации магнитного поля поворотного устройства наведения ЛО прибора ФЕБУС в составе КА МРО по технологии согласованной с ЕКА. Обеспечена возможность совместной работы ПУ прибора ФЕБУС с функционированием магнитометра МЕРМАГ в составе научного комплекса

Выполняется анализ результатов испытаний ЛО прибора ФЕБУС в составе КА МРО в части функционирования российской части прибора, взаимодействия программ управления прибором и системы позиционирования, определения ошибок датчика положения и оценки точности системы наведения прибора. В процессе работы была произведена замена вакуумного насоса в составе наземного оборудования, выработавшего свой ресурс в ходе испытаний.

Продолжались интеграционные испытания резервной модели прибора ФЕБУС с ПУ. Обсуждается целесообразность и возможность использования резервной модели прибора ФЕБУС в составе российской лунной миссии. Имеется заинтересованность с французской стороны. Учитывая особенность требований для наземной работы прибора вакуумного ультрафиолета, согласовывается также передача используемого технологического помпового оборудования после запуска.

2.3 Проект «Планетный Мониторинг»

Разработка космического телескопа «Планетный мониторинг» (ПМ) СЧ ОКР («ОАО "РКК "Энергия"») http://knts.tsniimash.ru/ru/site/Experiment_q.aspx?idE=90.

Запланированы подготовка КЭ: 2017..2018 гг., проведение с 2019 г. КЭ «Планетный мониторинг» – эксперимент по наблюдению планет и малых тел Солнечной системы и технологической отработке наблюдения экзопланет. Уточнен состав кооперации и заключается договор на разработку рабочей документации и изготовление опытного образца КНА ПМ... »

2.4 «Комплекс дополнительной НА для исследования экзопланет»

Разработка Блока Камер Поля (БКП) оптического телескопа «Спектр-УФ», диаметром 1,7 м, с планируемым запуском в 2022+ г. Согласованы предложения по дополнительным инструментам по исследованию экзопланет спектральным УФ исследованием корон экзопланет в линиях водорода, кислорода и азота, а также по звездному коронографу в видимом диапазоне для получения изображения экзопланет в зоне обитания. Данная кооперация развивается с участием японских коллег из университета Риккё, г. Токио и Японской Национальной Астрономической Обсерватории (NAOJ) и Центра Астробиологии, Токио. Материалы разработок согласовано представить в ДЭП на БКП.

2.5 Проект « Дриада»

Целью космического эксперимента «Дриада», проводимого ИКИ РАН, является накопление данных измерений спектров поглощения атмосферной углекислоты и метана в течение не менее 3х лет, для дальнейшего исследования распределения и трендов концентраций парниковых газов в земной атмосфере. Ключевым узлом аппаратуры является двухканальный инфракрасный спектрометр высокого разрешения, записывающий спектры поглощения в ближнем ИК-диапазоне. Концентрация CO₂ определяется по ненасыщенной полосе 1,58 мкм, CH₄ – по полосе 1,65 мкм. Кроме того, измеряются две полосы поглощения атмосферного кислорода 1,27 мкм и 0,76 мкм, которые используются при обработке в качестве каналов сравнения для определения эффективной воздушной массы при наличии аэрозоля. В отдельный канал всего комплекса аппаратуры выделен инфракрасный спектрометр на кислородную полосу 0,76 мкм. Ожидаемые результаты КЭ:

- Будет отработана технология создания компактных спектрометров высокого спектрального разрешения и светосилы для работы в открытом космосе;
- Для непрерывного покрытия освещенных участков орбит будет получены массивы калиброванных спектров пропускания атмосферы в ближнем ИК диапазоне для надирных измерений для восстановления концентраций парниковых газов (данные 1 уровня);
- Благодаря использованию платформы наведения будет набрана уникальная статистика спектров пропускания по наблюдению бликов для последующей обработки в более простом приближении, что позволит повысить точность и достоверность выходных научных данных;
- Будут получены массивы концентраций парниковых газов в континентальных районах для различных сезонов в от экватора до $\pm 52^\circ$ широты (данные 2 уровня) для дальнейшего анализа

В 2017 году были завершены работы по этапу "Разработка КД и ЭД на макеты и образцы", однако из-за юридических формальностей в отношениях с заказчиком этап пока не может быть закрыт.

Проект СПЕКТР-РЕНТГЕН-ГАММА «Спектр-РГ»

Орбитальная обсерватория «Спектр-Рентген-Гамма» предназначена для обзора всего неба зеркальными рентгеновскими телескопами в жестком диапазоне энергий (0,5—11 килоэлектрон-вольт, или кэВ). Обзор станет рекордным в этом диапазоне энергий благодаря высокой чувствительности, которая обеспечивается большой эффективной площадью зеркальных систем, высоким угловым разрешением оптики и исключительно широким для таких телескопов полем зрения. В состав научной аппаратуры обсерватории

включено два зеркальных рентгеновских телескопа: eROSITA (Германия) — основной инструмент миссии, весом 760 кг, работающий в диапазоне энергий 0,5—10 кэВ и, прибор ART-XC (Россия), весом 350 кг, дополняющий немецкий инструмент в более жестком диапазоне энергий 6 - 30 кэВ. Обсерватория будет выведена на орбиту в окрестностях точки L2 — одной из пяти существующих в системе Солнце — Земля точек либрации, в которых возмущающие гравитационные воздействия на космический аппарат со стороны Солнца и Земли сведены к минимуму. Точка L2 расположена на линии Солнце — Земля в 1,5 миллионах километров за Землей. В 2017 году велись работы в соответствии с Техническим заданием и планом-графиком работ.

Проект MBN

Монитор Всего Неба – эксперимент по измерению рентгеновского фона в жестком рентгеновском диапазоне. Эксперимент будет установлен на Российский сегмент МКС. В 2017 году велись работы в соответствии с Техническим заданием и планом-графиком работ. Основной объем работ связан с методами измерений космического рентгеновского фона, начиная с первых ракетных и стратостатных экспериментов, и заканчивая измерениями, проведенными при помощи орбитальных рентгеновских обсерваторий последнего поколения. Особое внимание уделено проблемам учета вклада фоновых событий в измерения инструментов рентгеновского и жесткого рентгеновского диапазонов. Начато производство летного образца.

3. Проекты в стадии НИР

3.1 Проект «Венера-Д»

В 2017 году продолжалась работа по формированию концепции миссии. Оценка архитектуры миссии и ресурсов показывает, что возможно осуществление максимального варианта миссии, включающего базовые: орбитальный и посадочный, а также дополнительных (вклад НАСА): малые долгоживущие станции на поверхности, мобильная атмосферная платформа, спутник