

3.2. Проекты в стадии ОКР

Проект «ЭкзоМарс»

Проект ЭкзоМарс – совместный российско-европейский проект по исследованию Марса. В рамках проекта планируется как выполнение ранее планировавшихся исследований, так и решение принципиально новых научных задач. Важными аспектами проекта являются создание объединенного с ЕКА наземного комплекса приема данных и управления межпланетными миссиями и объединение опыта Роскосмоса и ЕКА при разработке технологий для межпланетных миссий. Проект может рассматриваться как этап подготовки к освоению Марса (разведка районов посадки, поиск подповерхностной воды, мониторинг радиационной обстановки).

ИКИ РАН отвечает за создание и эксплуатацию российской научной аппаратуры, входящей в комплексы научной аппаратуры на борту космических аппаратов проекта ЭкзоМарс, а также за наземный научный комплекс (ННК). В рамках проекта планируется два запуска с помощью российских носителей «Протон» в 2016 и в 2018 годах.

Миссия ЭкзоМарс 2016 года включает в себя разрабатываемые ЕКА орбитальный модуль и демонстрационный десантный модуль. Орбитальный КА TGO (Trace Gas Orbiter) предназначен для изучения малых газовых примесей атмосферы и распределения водяного льда в грунте Марса. ИКИ РАН разрабатывает два прибора для КА TGO: спектрометрический комплекс АЦС и нейтронный спектрометр ФРЕНД. 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. 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.

В настоящий момент летные образцы приборов АЦС и ФРЕНД установлены на борт КА TGO, который ожидает отправки на Байконур в конце декабря 2015 года. Запуск запланирован на март 2016 года.

В рамках миссии ЭкзоМарс 2018 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. В октябре 2015 года научная группа по выбору места посадки рекомендовала плато Оксия как место посадки десантного модуля в 2018 году (для резервного варианта запуска в 2020 году рекомендовано три кандидата на место посадки).

ИКИ РАН разрабатывает два прибора для установки на марсоход: инфракрасный спектрометр ИСЕМ и нейтронный спектрометр АДРОН-РМ. ИСЕМ (ISEM – Infrared Spectrometer for ExoMars) представляет собой инфракрасный спектрометр, устанавливаемый на мачте марсохода и служащий для минералогического анализа поверхности. АДРОН-РМ используется для регистрации нейтронного альбедо, 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 изготовлены структурно-тепловые модели и симуляторы электрических интерфейсов приборов ИСЕМ и АДРОН-РМ и идет подготовка к изготовлению штатных образцов.

После схода марсохода с посадочной платформы, последняя начнет свою научную миссию как долгоживущая стационарная платформа (ожидаемый срок жизни – один

земной год). Комплекс научной аппаратуры (КНА) массой 45 кг 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 настоящее время завершен отбор приборов КНА, в том числе и европейского вклада.

Начался этап разработки РКД и изготовления макетов приборов. Комплекс научной аппаратуры состоит из 13 приборов:

ТСПП – система из четырех камер.

БИП – блок управления КНА-ЭМ.

МТК – метеокомплекс.

ФАСТ – Фурье спектрометр.

АДРОН-ЭМ – нейтронный спектрометр и дозиметр.

М-ДЛС – мультиканальный диодный лазерный спектрометр.

РАТ-М – радиометр грунта.

ПК – пылевой комплекс.

СЭМ – сейсмометр.

МЭГРЭ – магнетометр.

МГАК – газохроматографический комплекс.

LARA – LAnder RAdioscience (Бельгия).

НАВИТ – Habitability, brine irradiation and temperature package (Швеция).

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

По теме «Бепи Колombo» в 2015 году проводились работы с летными образцами приборов ФЕБУС на европейском аппарате МРО и с прибором МСАСИ на японском аппарате ММО этой миссии. Оба аппарата проходят комплексные испытания в ESTEC (Нидерланды). В связи с задержкой сроков запуска КА Бепи Колombo проведены технологические работы по продлению гарантийных сроков приборов ФЕБУС и МСАСИ. Поставлен резервный образец прибора ФЕБУС LATMOS (Франция). Запуск КА «Бепи Колombo» планируется в 2017 г с Европейского космодрома Куру в Южной Америке.

Проект «Лаплас-П»

Проект «Лаплас-П» («Лаплас – посадочный модуль») нацелен на проведение исследований посадочным модулем на спутнике Юпитера Ганимеде. Кроме того, очевидна необходимость иметь независимый российский орбитальный модуль Ганимеда, для дополнительной гарантии успеха миссии «Лаплас-П». Орбитальный модуль обеспечит независимое от JUICE-ESA получение рекогносцировочной информации для выбора места посадки посадочного модуля, примет и передаст на Землю научную информацию с посадочного модуля, и, наконец, выполнит дополняющие JUICE научные исследования Ганимеда и системы Юпитера.

Особенности Ганимеда, выделяющие его из общего ряда спутников Солнечной системы:

– В первую очередь, это наличие собственного магнитного поля и собственной магнитосферы, зарегистрированных миссией КА «Галилео». Собственная магнитосфера Ганимеда взаимодействует с магнитосферой Юпитера сложным образом, образуя, в частности, зоны конвекции космической плазмы.

– Вторая особенность – присутствие, помимо собственного магнитного поля, магнитного поля индуцированного характера, что говорит о возможности существования подледного океана, состоящего из соленой проводящей воды.

– Третья особенность Ганимеда – это наличие «старых» и «молодых» участков поверхности, наделенных разными свойствами и говорящих об обширных тектонических процессах, сформировавших современный вид поверхности этого спутника.

– Четвертая особенность – крайне высокая кратерированность поверхности, показывающая присутствие всех известных по другим космическим телам видов изменений ландшафта, вызванных внешними соударениями с космическими телами.

На сегодняшний день:

- проанализирована радиационная обстановка на траектории полета КА миссии «Лаплас-П» в области магнитосферы Юпитера и в межпланетном пространстве,

- сформулированы научные цели и задачи, представлены методики проведения измерений и технические характеристики предлагающегося комплекса научной аппаратуры посадочного модуля, для проведения исследований на поверхности спутника Юпитера Ганимеда. Предложен существенно обновлённый и расширенный приборный состав.

– проанализирован приборный состав для орбитального российского модуля Ганимеда. Приведены научные цели и задачи, а также технические характеристики этих приборов.

Тематика и задачи проекта являются актуальными как с научной точки зрения, так и в плане подготовки освоения самого крупного спутника Юпитера - Ганимеда как части системы Юпитера. КНА для КК «Лаплас-П» является уникальным по своему составу и характеристикам и не имеет российских и зарубежных аналогов.

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: 2016..2017 гг., проведение с 2018 г. КЭ «Планетный мониторинг» – эксперимент по наблюдению планет и малых тел Солнечной системы и технологической отработке наблюдения экзопланет.

Принято Техническое решение (ОАО "РКК "Энергия" – ИКИ РАН) № 27КСМ- 062/071-2015 «...по вопросу продолжения работ по проекту «Планетный мониторинг» в обеспечение проведения космического эксперимента... Учитывая актуальность задач по исследованию планет Солнечной системы и исследованию экзопланет необходимо продолжить работы по проекту «Планетный мониторинг» в 2015-2017 г.г. в части создания КНА ПМ... Уточнен состав кооперации и заключается договор на разработку рабочей документации и изготовление опытного образца КНА ПМ... »

Актуализированы научные задачи КЭ «Планетный мониторинг» и научная аппаратура.

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

За 2015 год была подготовлена большая часть рабочей и эксплуатационной документации на макеты и летные образцы аппаратуры.

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 2015 году велись работы в соответствии с Техническим заданием и планом-графиком работ.

Проект МВН

Монитор Всего Неба – эксперимент по измерению рентгеновского фона в жестком рентгеновском диапазоне. Эксперимент будет установлен на Российский сегмент МКС. В 2015 году велись работы в соответствии с Техническим заданием и планом-графиком работ. Проведены испытания КДИ МВН. 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.

НИР «Рентгеновский микрофон»

Проведена разработка проектной концепции космического комплекса «Микрофон» для проведения исследований быстропеременных процессов в рентгеновском диапазоне. Проведено уточнение научной программы и проектных решений по созданию перспективной астрофизической обсерватории «Микрофон», оптимизированной для проведения исследований быстропеременных процессов в рентгеновском диапазоне, протекающих в условиях сверхсильных гравитационных полей вблизи нейтронных звезд и черных дыр. Проведено научно-техническое обоснование исходных данных для разработки проекта ТЗ на ОКР «Микрофон»

Сведения о реализации объектов интеллектуальной собственности в 2015 году
Зарегистрирована топология интегральной микросхемы (свидетельство о государственной регистрации №2015630079) «Интегральная микросхема малошумящего спектрометрического тракта обработки сигналов полупроводниковых детекторов»
Правообладатели НИЯУ МИФИ и ФГБУН ИКИ РАН.

Авторы: Аткин Э.В., Шумихин В.В., Маланкин Е.З., Норманов Д.Д., Иванов П.Ю., Гусев А.В., Сагдиев И.Г., **Ротин А.А., Кривченко А.В.**

ОКР «Микроспутник»

Завершен летный этап эксперимента «Чибис-М» на МКС, сдан финальный отчет.

ОКР «Обстановка»

Проведение летных испытаний эксперимента «Обстановка-1» на МКС.

ОКР «Резонанс»

Продолжались работы по созданию научных приборов (технологические образцы и КДО).

ОКР «МКА-ФКИ-4»

Продолжались работы по созданию научных приборов (технологические образцы).

ОКР «Луна-глоб» и «Луна-ресурс»

Продолжались работы по созданию научных приборов (технологические образцы и КДО), выполнен ДЭП по проекту Луна-ресурс-1 (ОА)

ОКР «Экзомарс-ПП»

Разрабатывается прибор МЭГРЭ для измерений квазипостоянного и переменного магнитного поля (до 40КГц) на поверхности Марса для посадочной платформы.

Эксперимент МГНС в составе КА ЕКА «БепиКоломбо»

Эксперимент с Меркурианским гамма- и нейтронным спектрометром (МГНС) на борту космического аппарата ЕКА «БепиКоломбо» для изучения элементного состава поверхности Меркурия. В настоящее время летный образец аппаратуры находится на борту космического аппарата и участвует в проведении комплексных испытаний в составе аппарата.

Эксперимент ФРЕНД в составе КА ЕКА ТГО проекта «ЭкзоМарс»

Эксперимент с нейтронным телескопом ФРЕНД на борту космического аппарата ЕКА ТГО проекта «ЭкзоМарс» для изучения распространенности воды в приповерхностном слое грунта Марса с высоким пространственным разрешением около 40 км. В настоящее время летный образец аппаратуры находится на борту космического аппарата и участвует в проведении комплексных испытаний в составе аппарата.

Эксперимент АДРОН-МР для марсианского ровера программы «ЭкзоМарс»

Эксперимент АДРОН-МР предназначен для измерения потока тепловых и эпитепловых нейтронов с поверхности Марса вдоль трассы движения марсохода для оценки содержания воды в верхнем слое грунта под поверхностью. Разработка аппаратуры находится на этапе создания технологического образца.

Эксперимент АДРОН-МП для марсианского посадочного аппарата программы «ЭкзоМарс»

Эксперимент АДРОН-ПМ предназначен для изучения элементного состава грунта Марса в районе посадки российского посадочного аппарата программы «ЭкзоМарс» Разработка аппаратуры находится на начальном этапе выпуска рабочей документации.

Эксперименты АДРОН-ЛГ и АДРОН-ЛР для лунных посадочных аппаратов «Луна-25» и «Луна-27»

Эксперимент АДРОН-ЛГ и ЛР предназначен для изучения элементного состава грунта Луны в районе посадки российских посадочных аппаратов «Луна-25» и «Луна-27». Разработка аппаратуры находится на этапе завершения конструкторско-доводочных испытаний.

Эксперимент ЛГНС для лунного орбитального аппарата «Луна-26»

Эксперимент ЛГНС предназначен для изучения элементного состава грунта Луны с орбиты с борта аппарата «Луна-26». Разработка аппаратуры находится на этапе эскизного проектирования.

Звездные датчики

1. Звездные датчики, комплекс многозональной спутниковой съемки КМСС, сканер береговой зоны СБЗ, комплекс оперативного мониторинга Горизонт для КА Метеор 2.0, 2.1, 2.2, 3.0, Метеор-МП
2. Датчики гида телескопа для проекта Спектр-УФ
3. Звездные датчики, ССОИ для проекта Спектр-РГ
4. Звездные датчики, служебная телевизионная система СТС-Л, лунная стерео телевизионная камера ЛСТК, оптическая система уклонения от препятствий для проектов Луна-Ресурс, Луна-Глоб
5. Звездные датчики, видеокамера для стыковки, автоматическая система оптической навигации для пилотируемых транспортных кораблей (ПТК)
6. Служебная телевизионная система для проекта Экзо-Марс

ПРОЕКТЫ В СТАДИИ НИР

НИР «Звездный Патруль»

Проработка проектного облика космического телескопа «Звездный патруль» НИР (ЦНИИМАШ - ИКИ РАН- ИНАСАН) www.star-patrol.cosmos.ru. КЭ «Звездный патруль» нацелен на исследование внесолнечных планет и окрестностей ближайших звезд а также на исследование планет и малых тел Солнечной системы спектральными, фотометрическими и поляризационными инструментами.

В рамках СЧ НИР «Магистраль» (Облик-АКА) «КТ-Звездный патруль» выполнена проработка научных задач, предварительного проектного облика, определен перечень и проработаны критические технологии космического телескопа, предназначенного для отработки методик поиска экзопланет земного типа, изучения транзитов, для исследования планет Солнечной системы и астрофизических объектов, а также проработаны варианты приборного состава и определены основные характеристики научной аппаратуры орбитальной обсерватории «Звездный патруль».

Сформирован научно-технический отчет. Проектно-поисковые исследования в обеспечение проекта по поиску экзопланет земного типа «Звездный патруль» (№ 851-2147/14/264–11–132–58–2015).

НИР «Венера-Д»

Обоснован состав комплекса с учетом выполнения приоритетных научных задач изучения Венеры, которые должны дать ответы на вопросы: Как возникла и эволюционировала планета, и были ли условия на ранних этапах ее эволюции пригодными для

возникновения жизни? Какие процессы сформировали и продолжают формировать поверхность Венеры? Что Венера может сказать нам о будущем земного климата? Основными аппаратами являются ПА и ОА, другие аппараты — СС, АЗ и ДС. Произведено сравнение научных задач, которые можно решить с помощью ПА типа «Венера»/«ВЕГА» и ДС. С учетом новых технических разработок 2014–2015 гг. усовершенствованы приборы, что позволило снизить вес приборов и расширить круг решаемых задач. Рассчитаны траектории перелета Земля-Венера, включая и гравитационный маневр около Земли, использование которого позволит значительно сократить скорость подлета к Венере. В связи с вероятно обнаруженной активностью на Венере, предложено выбирать место посадки на вулканической равнине, как безопасное и научно значимое. Разработаны исходные данные для проекта ТЗ на ОКР. Из вариантов международной кооперации, реальной кажется только совместная с НАСА миссия на основе проекта «Венера-Д».

СЧ НИР «Магистраль» (Облик-АКА) «Ариадна-ИКИ» - разработка предложений по перспективному микроспутнику.

НИР «Разработка методов выявления возмущений параметров ионосферы и электромагнитных полей, вызванных наземными радиосредствами. (ФЦП «Геофизика»)

4. ИНИЦИАТИВНЫЕ ПРОЕКТЫ

Разработка гетеродинных приемников инфракрасного диапазона для планетной астрономии

Совместно с МФТИ, МПГУ и компанией «СКОНТЕЛ» были продолжены работы по разработке перспективных гетеродинных приемников для спектрометров инфракрасного диапазона сверхвысокого разрешения, предназначенных для исследования планетных атмосфер при помощи наземных телескопов. Были исследованы образцы гетеродинных смесителей инфракрасного диапазона на основе сверхпроводниковых наноструктур, работающих на эффекте электронного разогрева. Показано, что наличие оптических антенн, реализованных в виде металлических структур микронного масштаба, существенно повышает коэффициент связи смесителя с полем излучения и его квантовую эффективность, при сохранении полосы приема порядка 2.5 ГГц.

НИР «Рентгеновский микрофон»

Проведена разработка проектной концепции космического комплекса «Микрофон» для проведения исследований быстропеременных процессов в рентгеновском диапазоне. Проведено уточнение научной программы и проектных решений по созданию перспективной астрофизической обсерватории «Микрофон», оптимизированной для проведения исследований быстропеременных процессов в рентгеновском диапазоне, протекающих в условиях сверхсильных гравитационных полей вблизи нейтронных звезд и черных дыр. Проведено научно-техническое обоснование исходных данных для разработки проекта ТЗ на ОКР «Микрофон»