

3.2. Проекты в стадии ОКР

Проект Фобос-Грунт.

Главной задачей проекта является доставка образца вещества Фобоса на Землю для детального изучения его в лабораторных условиях. Кроме того, будут проведены исследования Фобоса и Марса, а также межпланетной среды при помощи приборов, установленных на космическом аппарате. Состав КНА проекта «Фобос-Грунт» представлен в Таблице.

В связи с переносом запуска космического аппарата «Фобос-Грунт» на 2011 г. был принят График продолжения работ по проекту «Фобос-Грунт» на 2009-2011 гг. В соответствии с этим графиком в 2010 г. были проведены доработки и физические калибровки научных приборов, а также автономные и комплексные испытания на специализированном стенде в ИКИ РАН. Весь комплекс научных приборов был поставлен в НПО им. С.А. Лавочкина 12 июля 2010 г. в соответствии с принятым графиком. В НПО им. Лавочкина комплекс приборов прошел входной контроль в полном объеме и был установлен на космический аппарат Фобос-Грунт.

Проведен первый этап испытаний Наземного научного комплекса управления, приема и обработки научной информации, включающий ЦОНИ ИКИ РАН, ЦУП НПО им. С.А.Лавочкина, Медвежьи Озера, Уссурийск.

Проблемы, оставшиеся на выполнены до конца 2010 г. :

- изготовление летного прибора МАНАГА (задержка связана с поздним финансирование работ по прибору и проблем изготовления в ОКБ г. Таруса)
- проведение интеграционных испытаний хромато-масс-спектрометрического комплекса (проблема в том, что прибор МАЛ-1 (ГЕОХИ) этого комплекса не поставлен в ИКИ для проведения испытаний)

Научный руководитель академик РАН Л.М. Зелёный
Зам. научного руководителя доктор физ.-мат.наук А.В. Захаров
Технический руководитель КНА Б.С. Новиков

Состав комплекса научной аппаратуры КА «Фобос-Грунт»

| № п/п | Наименование аппаратуры | Индекс | Головная организация | Иностранная Кооперация |
|-------------------------------------------|------------------------------------------------------------------|---------------|-----------------------------|-------------------------------|
| Бортовые приборы КНА «Фобос-Грунт» | | | | |
| 1 | Хроматографические приборы : | | | |
| | 1.1. Хроматограф | ХМС-1Ф | ИКИ РАН | Франция, Германия |
| | 1.2. Масс-спектрометр | МАЛ-1Ф | ГЕОХИ РАН | - |
| | 1.3. Термический дифференциальный анализатор с блоком подготовки | ТДА | ИКИ РАН | КНР |
| 2 | Субкомплекс научной аппаратуры: | СКНА | ИКИ РАН | - |
| | 2.1. Система управления | СУАК | ИКИ РАН | |
| | 2.2. Сейсмогравиметр | ГРАС-Ф | ИКИ РАН, | - |
| | 2.3. Сейсмометр: | СЕЙСМО-1 | ГЕОХИ РАН | |
| | 2.3.1 Широкополосный сейсмический блок | ШСБ | | |
| | 2.3.2 Сейсмо-акустический блок | САБ | | |
| 2.4. Ультростабильный осциллятор | УСО | ИКИ РАН | - | |
| 2.5. Детектор положения звезд и Солнца | ЛИБРАЦИЯ | ИКИ РАН | - | |

| | | | | |
|-----------|------------------------------------------------------------------------------------------|----------------------|----------------------|-----------------|
| | 2.6. Массбауэровский спектрометр: 2.6.1 Блок электроники 2.6.2 Блок детектирования | МС МС-БЭ МС-БД | ИКИ РАН | Германия |
| 3 | Геофизические приборы: | | | |
| | 3.1 Гамма-спектрометр | ФОГС | ГЕОХИ РАН | - |
| | 3.2 Нейтронный спектрометр | ХЕНД | ИКИ РАН | ЕКА |
| | 3.3 Термодетектор | ТЕРМОФОБ | ГЕОХИ РАН | - |
| | 3.4 Фурье- спектрометр | АОСТ | ИКИ РАН | |
| | 3.5 Длинноволновый планетный радар | ДПР | ИРЭ РАН | |
| | 3.6 Лазерный времяпролетный масс-спектрометр | ЛАЗМА | ИКИ РАН | Швейцария |
| | 3.7 Масс-спектрометр вторичных ионов | МАНАГА-Ф | ИКИ РАН | |
| 4 | Плазменно-пылевые приборы: | | | |
| | 4.1 Плазменный комплекс | ФПМС | ИКИ РАН | Швеция |
| | 4.2 Детектор космической пыли | МЕТЕОР-Ф | ГЕОХИ РАН | - |
| 5 | Служебные приборы КНА: | | | |
| | 5.1 Система информационного обеспечения комплекса научной аппаратуры | СИОК | ИКИ РАН | - |
| | 5.2 Согласующие блоки (4 шт.) | СБ | ИКИ РАН | - |
| 6. | Экзобиологический эксперимент (возвращаемый) | БИОФОБОС | ИМБП, ИКИ, ИНМИ, МГУ | Планетное об-во |

Проект РЕЗОНАНС

Проект Резонанс направлен на исследование взаимодействия волн и частиц во внутренней магнитосфере Земли. Научный руководитель проекта – академик РАН Л.М. Зелёный. Зам научного руководителя – к.ф.-м. н. М.М. Могилевский

Основными научными задачами проект РЕЗОНАНС являются:

- исследование динамических характеристик циклотронного магнитосферного мазера;
- изучение процессов наполнения плазмопаузы после магнитных возмущений,
- изучение динамики кольцевого тока,
- выявление роли мелкомасштабных процессов в глобальной динамике магнитосферной плазмы,
- исследование процессов в авроральной области.

В рамках проекта «РЕЗОНАНС» в 2010 году выполнялись следующие работы:

Разрабатывалась рабочая конструкторская и эксплуатационная документация на комплекс научной аппаратуры и его составные части, изготавливались габаритно-массовые и тепловые макеты приборов комплекса научной аппаратуры проекта, разрабатывались и изготавливались узлы технологических образцов научных приборов.

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 2010 году велись работы по созданию рентгеновских телескопов обсерватории (подготовлены ГМ телескопа eROSITA и НГМТЭ телескопа АРТ-ХС) и разработке уникальных (для России) технологий по созданию рентгеновских зеркал косоугольного падения для телескопа АРТ-ХС. Получены первые образцы инновационных рентгеновских зеркал косоугольного падения телескопа АРТ-ХС.

Проект РТТ-150

В течение 2010 г. были продолжены работы по усовершенствованию Российско-Турецкого 1,5-метрового телескопа (РТТ-150) и его фокальных приборов.

1). Проведен ряд мероприятий, в результате которых существенно повысилась эффективность спектроскопических наблюдений на телескопе. Во-первых, были закуплены объемно-голографические решетки (VPHG), которые заменят гризмы в спектрометре TFOSC.

Во-вторых, были выполнены работы по организации спектроскопических наблюдений в полностью автоматическом режиме. После полного окончания этих работ и установки решеток на телескоп эффективность спектроскопических наблюдений вырастет настолько, что в течение года можно будет получать спектры порядка десяти тысяч объектов. Таким образом эффективность наблюдений станет сравнимой с эффективностью обзорного многообъектного спектрометра 6dF. Наблюдения такого спектрометра на северном небе, которые можно было бы проводить независимо от обзора SDSS и в дополнение к нему, были бы крайне важны для наблюдений объектов, отобранных в рентгеновском диапазоне.

2) Проведена доработка системы управления телескопа и ПЗС-фотометра с тем, чтобы в данные новой быстрой матрицы с умножением заряда вставлялись метки точного времени, полученные от приемника GPS. Это позволит начать решение научных задач, которые связаны с одновременным наблюдением объектов разными приборами в разных диапазонах, а также связанных с точным измерением больших промежутков времени.

3) Осмотр и оценка состояния оборудования телескопа РТТ-150 показала, что на текущий момент исчерпан ресурс работы генератора частоты 400 Гц. Отказ генератора однозначно приводит к полной потере работоспособности телескопа и срыву графика научных наблюдений. В результате было принято решение о разработке и изготовлении собственной схемы генератора-инвертора. Была разработана конструкторская документация на новый генератор, приобретены и изготовлены по заказу основные комплектующие, выполнены работы по сборке аппаратуры опытного образца, проведены настройка и испытания на эквиваленте-нагрузке. После окончания данных работ генератор был отправлен в обсерваторию TUBITAK на телескоп РТТ-150 для монтажа и ввода в эксплуатацию.

Проект МВН

Монитор Всего Неба – эксперимент по измерению рентгеновского фона в жестком рентгеновском диапазоне. Эксперимент будет установлен на Российский сегмент МКС. В 2010 году велись работы по подготовке КДИ образца МВН.

Решением совместного заседания Секции № 8 «Внеатмосферная астрономия» Совета РАН по Космосу и Секции № 5 «Внеатмосферная астрономия» КНТС Роскосмоса, одобрены результаты работы по МВН в 2010 году и рекомендовано КНТС Роскосмоса

рассматривать данную тему в планах реализации полезных нагрузок на МКС на следующее десятилетие с наивысшим приоритетом.

Эксперимент «Обстановка 1-й этап» на Российском сегменте МКС (РС МКС) - контракт с РКК «Энергия» № 837.

Идёт изготовление лётного образца ПВК (Плазменно-Волновой Комплекс). Проведена корректировка рабочей документации (Техническое описание и руководство по эксплуатации, Инструкции по входному контролю ПВК в РКК «Энергия».

Изготовлен имитатор цифровых интерфейсов ИУС и проведена отработка программно-математического обеспечения командно информационного обмена ПВК со служебными системами РС МКС. Продолжена отработка программно-математического обеспечения и циклограмм взаимодействия приборов комплекса ПВК, включая приборы, разработанные в Болгарии, Великобритании, Венгрии, Польше, Украине и Швеции.

Ответственный исполнитель д.ф.-м.н. Климов С.И., технический руководитель к.ф.-м.н. Грушин В.А.

2. Комплекс научной аппаратуры НЧА-РЧА проекта «Рэлек» - контракт с НИИЯФ МГУ №1243.

Ведётся разработка рабочей конструкторской документации и изготовление технологических образцов приборов комплекса.

Ответственный исполнитель к.ф.-м.н. Грушин В.А.

3. Разработка и создание прототипа экспериментального образца бортовой аппаратуры измерительного комплекса для исследования статического электричества на поверхности микроспутника и солнечных батарей – контракт с НИИ КС №1248.

Выпущен научно-технический отчёт по «Разработке принципов построения измерительной системы индикации уровня электростатической заряженности элементов КА.»

Разработан проект ТЗ на измерительную аппаратуру.

Проведено лабораторное макетирование критичных блоков и узлов научной аппаратуры.

Научный руководитель д.ф.-м.н. Климов С.И., ответственный исполнитель к.ф.-м.н. Афонин В.В.

4. Комплекс научной аппаратуры «Гроза» микроспутника «Чибис-М» космического эксперимента «Микроспутник» на Российском сегменте МКС.

Проведено:

- изготовление технологических (ТО) и лётных (ЛО) образцов приборов КНА «Гроза»;

- приёмо-сдаточные испытания ТО и ЛО КНА «Гроза»;

- отработочные испытания КНА «Гроза» в составе микроспутника «Чибис-М»

Разработана программа проведения КЭ «Микроспутник».

Ответственный исполнитель д.ф.-м.н. Климов С.И., соисполнители к.ф.-м.н. Готлиб В.М., к.т.н. Добрян М.Б.

Проект МСП-2001

В рамках ОКР по теме МСП-2001 Федерального космического агентства ведутся опытно-конструкторские разработки аппаратуры для следующих космических экспериментов:

- проект «Динамическое альbedo нейтронов» (ДАН) для мобильного посадочного аппарата НАСА «Марсианская научная лаборатория» (МНЛ, срок запуска октябрь 2011г.).

- проект «Меркурианский нейтронный и гамма спектрометр» (МГНС) для орбитального КА ЕКА «Бепи Колombo» (БК, срок запуска – II-е полугодие 2014 года).

Подраздел ДАН: Продолжались наземные отработки, в т.ч. числе в составе марсохода НАСА «Марсианская научная лаборатория» с образцами прибора ДАН ранее

поставленными в НАСА. Разработан, изготовлен и испытан 2-й летный образец прибора ДАН.

Подраздел МГНС: Разработаны, изготовлены и испытан технологический образец прибора МГНС, который поставлен в ЕКА для продолжения испытаний в составе макета космического аппарата.

Все работы выполнены в соответствии с Техническим заданием на ОКР по теме.

Руководитель проекта:

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

Эксперимент «Фебус» на борту спутника МПО Европейского космического агентства (ESA)

Эксперимент посвящен исследованию химического состава экзосферы планеты Меркурий. Спектрометр «Фебус» регистрирует спектры излучения экзосферы планеты в диапазоне глубокого вакуумного ультрафиолета от 30,0 нм до 150,0 нм. В данном диапазоне расположены линии излучения нейтральных и ионизированных химических элементов водород, гелий, ксенон, аргон, кислород, калий и кальций. По данным спектрам определяется химический состав экзосферы.

Для получения картины пространственного распределения химических элементов в спектрометре установлена сканирующая система. Она позволяет изменять направление визирования прибора в диапазоне 360° в любом из направлений вращения. Такая свобода позволяет не только проводить измерения в окружающем пространстве Меркурия, но обеспечивает проведение абсолютных калибровок спектрометра по известным источникам излучения. Сканирующая система общей массой 1150 граммов и средним потреблением 5 ватт разработана в ИКИ РАН.

Проведены механические испытания габаритно-массового теплового макета спектрометра «Фебус». По результатам испытаний разработана, изготовлена и испытана система арретирования сканирующего устройства. Габаритно-массовый тепловой макет спектрометра «Фебус» готовится к установке на борт теплового образца спутника МРО.

Создан и передан французским коллегам электрический макет сканирующего устройства. В процессе проведения стыковки с электрическим макетом центрального процессора (ЦП) спектрометра осуществлена передача команд и данных как от ЦП в систему сканирования, так и обратно от системы сканирования к ЦП.

В настоящее время проходит интеграция электрических составляющих в электрический макет спектрометра «Фебус».

Начаты работы по созданию квалификационного и летного образцов сканирующего устройства.

Эксперимент «МСАСИ» на борту спутника ММО Японского космического агентства (JAXA)

Эксперимент посвящен исследованию пространственного распределения атомов натрия в экзосфере Меркурия и поиску распределения натрия на поверхности планеты. Картирующий спектрометр «МСАСИ» работает в линии натрия D2 (589,0 нм). Для получения пространственной картины распределения атомов натрия используется не только собственное вращение спутника ММО (период 4 сек.), но в приборе установлено сканирующее устройство. Оно обеспечивает изменение направления визирования в рабочей зоне 15° , шаг поворота 45° . Сканирующая система общей массой 960 граммов и средним потреблением 5 ватт разработана в ИКИ РАН.

В настоящее время создан и работает лабораторный макет сканирующей системы, который позволил провести отработку технологии установки и юстировки сканера на

основной плите спектрометра и проверить повторяемость и точность направлений визирования при движении сканера в прямом и обратном направлениях.

Лабораторный образец сканирующего устройства успешно интегрирован в лабораторный образец спектрометра. Проведены лабораторные регистрации спектров и получены изображения в исследуемой линии спектра. Лабораторный образец спектрометра прошел электро-магнитные испытания.

В ходе испытаний проводились измерения помех особо создаваемых системой наведения:

- уровня постоянного магнитного поля, он не превысил 5нТ

- уровень изменения магнитного поля не превысил 1нТ.

В настоящее время проходит интеграция электрического макета системы сканирования. В дальнейшем планируется проведение механических и тепловых испытаний в России с участием японских коллег. Макет будет передан специалистам Японии для создания электрического макета спектрометра «МСАСИ».

Д. ф.-м. н. Кораблев О.И., korab@iki.rssi.ru, Гнедых В.И., victor@irn.iki.rssi.ru

Миссии “Луна-Глоб” и “Луна-Ресурс”

Работы по проектам ОКР «Луна-Ресурс» и «Луна-Глоб»

В ИКИ РАН ведутся работы по проектам ФКП «Луна-Ресурс» и «Луна-Глоб».

1. В соответствии с ФКП РФ на 2006-2015 годы целью опытно-конструкторской разработки (ОКР) «Луна-Ресурс» является доставка на поверхность Луны исследовательской станции с российской научной аппаратурой (НА) и с индийской подвижной исследовательской лабораторией (луноходом) на борту для проведения контактных научных исследований в окрестности места посадки в приполярной области Луны.

Проект реализуется в рамках российско-индийского проекта «Чандраян-2» в соответствии с Соглашением от 12.11.2007 г. между Федеральным космическим агентством РФ и Индийской организацией по исследованию космоса и Протоколом № 1 от 01.04.2010 г. с запуском КА в 2013 году с помощью индийской ракеты-носителя GSLV-2.

2. В соответствии с ФКП РФ на 2006-2015 годы целью ОКР «Луна-Глоб» является доставка на поверхность Луны российской исследовательской станции (посадочного космического модуля (ПсМ) «Луна-Глоб») с НА для проведения контактных научных исследований в окрестности места посадки в приполярной области Луны и доставка на окололунную орбиту российского перелетного (орбитального) космического модуля (ПМ) «Луна-Глоб» для проведения глобального изучения Луны и ее окрестностей с низкой полярной орбиты.

Запуск ПсМ «Луна-Глоб» запланирован осенью 2014 года вместе с ПМ того же проекта на ракете-носителе «Союз» с космодрома Байконур.

3. Научные задачи проектов «Луна-Ресурс» и «Луна-Глоб», направлены на решение следующих задач:

- исследования состава реголита, в том числе содержание летучих и водяного льда;
- исследования сейсмических, диэлектрических и др. свойств Луны и физических условий вблизи поверхности;
- исследования экзосферы Луны и эффектов взаимодействия ее поверхности с межпланетной средой;
- глобальное изучение минералогического состава поверхности Луны;
- глобальное изучение плазменной, нейтральной и пылевой экзосферы, в том числе магнитного и электрического полей;
- проведение астрофизических исследований с использованием Луны в качестве детекторного тела большой массы.

4. По проектам «Луна-Ресурс» и «Луна-Глоб» в 2009 году была сделана следующая работа:

На основании Решения Совета РАН по космосу № 10310-09 от 15.04.2010 г. о корректировке миссии «Луна-Глоб» и координации работ по посадочным космическим аппаратам «Луна-Ресурс» и «Луна-Глоб» было принято решение провести отбор приборов входящих в состав НА для этих КА на конкурсной основе.

Для этого в период с мая по сентябрь 2010 года в ИКИ РАН проводились работы по отбору научных приборов. Основными критериями отбора были:

- соответствие научным задачам проектов;
- уровень технической готовности с учетом опыта изготовления научных приборов для космических экспериментов, в том числе опыта проекта «Фобос-Грунт»;
- возможность изготовления прибора требуемой надежности, в том числе с учетом предварительных требований НПО им. С.А. Лавочкина по размещению, энергетике, циклограммам работ и др.;
- проведение всех отработок в короткие сроки, определенные планом-графиком;
- налаженная отечественная и/или иностранная кооперация;
- наличие слаженных и сработавшихся технической и научной команд;
- финансовая обоснованность работ по созданию прибора.

Первоначально было представлено 31 предложение по научным приборам и их комплексам и 23 апреля 2010 г в ИКИ РАН было проведено экспертное совещание с участием независимых научных и технических экспертов, по результатам которого был сделан первый отбор приборов и систем для научных контактных исследований в приполярных областях Луны в количестве 24 приборов – претендентов на установку на борт.

17 июня 2010 года в конференц-зале ИКИ было проведено Научно-техническое совещание по программе исследований Луны с борта посадочных аппаратов проектов «Луна-Ресурс» и «Луна-Глоб», на котором научные руководители предварительно отобранных космических экспериментов рассказывали о научных задачах и технических параметрах своих приборов предлагаемых для реализации целей проекта. Презентации выступавших доступны для авторизованных пользователей на сайте <http://www.lr.cosmos.ru/>.

В период с 7 июля по 31 августа в ИКИ РАН были проведены слушания научно-технических команд по защите предлагаемых вариантов приборов предлагаемых для установки на борт и обоснованию их реализуемости. Слушания проводились с участием независимых экспертов, представителей ОТК ИКИ РАН и представителей 5507 ВП МО РФ.

Результаты работы экспертной комиссии были доложены 2 сентября 2010 года на заседании подсекции «Планеты и малые тела Солнечной системы» секции «Солнечная система» Совета РАН по космосу, на которой был произведен окончательный отбор приборов в базовый состав научной аппаратуры КА «Луна-Ресурс» и посадочного модуля «Луна-Ресурс» и в дополнительный состав НА. Решение подсекции направлено в Совет по космосу РАН на утверждение (исх. ИКИ РАН № 11204/2927-503 от 13.10.2010 г.) и 16.12.2010 г. состав НА для проектов «Луна-Ресурс» и «Луна-Глоб» утвержден на Совете по космосу. Состав научной аппаратуры для КА «Луна-Ресурс» и ПсМ и ПМ «Луна-Глоб» приведен в таблицах 1 – 3.

Таблица 1. Список научных приборов КА «Луна-Ресурс»

| № | Прибор | Задача | Ответственная организация | Масса (кг) |
|----|--------|--------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------|
| 1. | БУНИ | Коммутация электропитания от СЭС и управление научной аппаратурой, сбор, | ИКИ РАН | 4 |

| № | Прибор | Задача | Ответственная организация | Масса (кг) |
|-----|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------|------------|
| | | хранение и передача телеметрической и научной информации в бортовые системы КА. | | |
| 2. | Радиомаяк | Радиолокационная навигация и точное определение положения КА на поверхности Луны | ИКИ РАН | 1.7 |
| 3. | ТВ-камера-спектрометр | ТВ-комплекс для исследования в УФ диапазоне минералогического состава грунта. | ИКИ РАН | 0.4 |
| 4. | ТВ-РПМ | ТВ-комплекс на манипуляторе для съемки рабочего поля. | РАСТР ТЕХНОЛОД ЖИ | 0.4 |
| 5. | ЛИС | Дистанционное изучение ИК диапазоне содержания воды (в имплантированной или связанной форме) в поверхностном слое реголита Луны и минералогического состава реголита. | ИКИ РАН | 0.9 |
| 6. | АДРОН-ЛР | Изучение элементного состава и содержания водорода в реголите методами нейтронной и гамма спектроскопии. | ИКИ РАН | 6.7 |
| 7. | Хроматограф (блок ТА-Л) | Обработка грунта для хроматографического комплекса | ИКИ РАН | 3.5 |
| | Хроматограф (блок ГХ-Л) | Измерение содержания летучих газовых компонентов в реголите Луны в месте посадки методами хроматографии | ИКИ РАН | 4.2 |
| | Хроматограф (блок НГМС) | Определение химического и изотопного состава газообразной компоненты (С, О, Н/D, He, Ne, Ar, Kr и др.) в реголите Луны. | ГЕОХИ РАН | 3 |
| 8. | ЛАЗМА-ЛР | Прямые измерения методом лазерной масс-спектрометрии химического и изотопного состава реголита с равновероятной регистрацией всех химических элементов. | ИКИ РАН | 2.8 |
| 9. | РАТ | Измерения радиояростной температуры лунного реголита на глубинах до 2 метров | ИКИ РАН | 0.5 |
| 10. | ПМЛ | Исследование физических характеристик лунной пылевой экзосферы и поверхностного реголита, рассеиваемого под действием микрометеритных воздействий. | ИКИ РАН | 1.5 |
| 11. | СЕЙСМО-ЛР | Сейсмические исследования. Регистрация сейсмических сигналов и волновых полей литосферы Луны. | ИФЗ РАН | 1 |
| 12. | АРИЕС-Л | Изучение взаимодействия солнечного ветра с реголитом поверхности Луны, измерение отраженных от поверхности ионов солнечного ветра, «выбитых» ионов и нейтралов. | ИКИ РАН | 4.1 |

ВСЕГО

34.7

Примечание. В случае увеличения массы научных приборов на этапе разработки вопрос превышения допустимой массы полезной нагрузки будет решаться снятием части приборов с посадочного аппарата.

Таблица 2. Список научных приборов посадочного КА «Луна-Глоб»

| № | Прибор | Задача | Организация | Масса (кг) |
|-----|-------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------------------|------------|
| 1. | БУНИ | Коммутация электропитания от СЭС и управление научной аппаратурой, сбор, хранение и передача телеметрической и научной информации в бортовые системы КА. | ИКИ РАН | 4 |
| 2. | Радиомаяк | Радиолокационная навигация и точное определение положения аппарата на поверхности Луны | ИКИ РАН | 1.7 |
| 3. | ТВ-камера-спектрометр | ТВ-комплекс для исследования в УФ диапазоне минералогического состава грунта. | ИКИ РАН | 0.4 |
| 4. | ТВ-РПМ | ТВ-комплекс на манипуляторе для съемки рабочего поля. | РАСТР ТЕХНОЛО ДЖИ | 0.4 |
| 5. | ЛИС | Дистанционное изучение ИК диапазоне содержания воды (в имплантированной или связанной форме) в поверхностном слое реголита Луны и минералогического состава реголита. | ИКИ РАН | 0.9 |
| 6. | АДРОН-ЛР | Изучение элементного состава и содержания водорода в реголите методами нейтронной и гамма спектроскопии. | ИКИ РАН | 6.7 |
| 7. | Хроматограф (блок ТА-Л) | Обработка грунта для хроматографического комплекса | ИКИ РАН | 3.5 |
| | Хроматограф (блок ГХ-Л) | Измерение содержания летучих газовых компонентов в реголите Луны в месте посадки методами хроматографии | ИКИ РАН | 4.2 |
| | Хроматограф (блок НГМС) | Определение химического и изотопного состава газообразной компоненты (С, О, Н/D, Не, Ne, Ar, Kr и др.) в реголите Луны. | ГЕОХИ РАН | 3 |
| 8. | ЛАЗМА-ЛР | Прямые измерения методом лазерной масс-спектрометрии химического и изотопного состава реголита с равновероятной регистрацией всех химических элементов. | ИКИ РАН | 2.8 |
| 9. | РАТ | Измерения радиояркой температуры лунного реголита на глубинах до 2 метров | ИКИ РАН | 0.5 |
| 10. | ПМЛ | Исследование физических характеристик лунной пылевой экзосферы и поверхностного реголита, рассеиваемого под действием микрометеритных воздействий. | ИКИ РАН | 1.5 |
| 11. | СЕЙСМО-ЛР | Сейсмические исследования. Регистрация сейсмических сигналов и волновых полей литосферы Луны. | ИФЗ РАН | 1 |

| № | Прибор | Задача | Организация | Масса (кг) |
|-----|----------|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------|
| 12. | ЛИНА | Изучение взаимодействия солнечного ветра с реголитом поверхности Луны, измерение отраженных от поверхности ионов солнечного ветра, «выбитых» ионов и нейтралов. | ИКИ РАН | 3.8 |
| 13. | ТЕРМО-ЛР | Измерение теплофизических характеристик реголита Луны | ГЕОХИ РАН | 2.5 |

ВСЕГО 36.9

Примечание. В случае увеличения массы научных приборов на этапе разработки вопрос превышения допустимой массы полезной нагрузки будет решаться снятием части приборов с посадочного аппарата.

Таблица 3. Список научных приборов перелетного КА «Луна-Глоб»

| № | Прибор | Задача | Организация | Масса (кг) |
|-----|-----------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------|
| 1. | РЛК-Л | Радар для исследования подповерхностных слоев Луны | ФИРЭ РАН | 25 |
| 2. | ПКД | Приемник Ка диапазона; совместный с посадочным аппаратом эксперимент для исследования особенностей гравитационного поля Луны | ИКИ РАН | 2 |
| 3. | ЛГНС | Лунный гамма и нейтронный спектрометр для исследования водородосодержащих пород (водяной лед) | ИКИ РАН | 8 |
| 4. | МСУ* | ТВ эксперимент для картирования отдельных участков поверхности Луны, топографические привязки орбитальных измерений | ИКИ РАН | 4 |
| 5. | ЛУМИС | Картирование лунной поверхности в интервале длин волн 1,4 – 3,6 мкм, обнаружение гидратации минералов (область 3 мкм). | ИКИ РАН | 5 |
| 6. | ЛУРТИС** | Исследование минерального состава поверхности Луны посредством измерения спектров в интервале длин волн 7 – 14 мкм с высоким пространственным и спектральным разрешением. | ГЕРМАНИЯ | 5 |
| 7. | МЕТЕОР-Л | Исследование пылевых частиц и микрометеороидов. | ГЕОХИ РАН | 3 |
| 8. | ЛИНА-О*** | Исследование потоков нейтралов и частиц плазмы. | ИКИ РАН | 8 |
| 9. | ЛЕМИ | Мониторинг электромагнитных излучений | УКРАИНА | 5 |
| 10. | ЛЭВУС | Исследование экзосферы Луны | ИКИ РАН | 8 |

| № | Прибор | Задача | Организация | Масса (кг) |
|-----|----------|--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|-------------|------------|
| 11. | БМСВ-ЛГ | Взаимодействие солнечного ветра с Луной | ЧЕХИЯ | 4 |
| 12. | ЛПМС-ЛГ | Измерения квазипостоянного магнитного поля вблизи Луны: изучение взаимодействия солнечного ветра с Луной, внутреннее строение Луны (размер ядра) | ИКИ РАН | 4 |
| 13. | АСПЕКТ-Л | Мониторинг энергичных ионов и электронов | ИКИ РАН | 3 |
| 14. | ЛОРД | Регистрация частиц сверхвысоких энергий при их взаимодействии с Луной (Луна как мишень) | ФИАН РАН | 31 |
| 15. | ССРНИ2 | Система сбора информации и управления научными приборами ПМ | ИКИ РАН | 5 |

ВСЕГО 120

Примечания.

*) Прибор МСУ может войти в состав служебной аппаратуры ПМ «Луна-Глоб».

**) Окончательное решение о приборе ЛУРТИС принимается после подтверждения немецкой стороной своих обязательств по его изготовлению (декабрь 2010).

***). Окончательное решение о приборе ЛИНА-О (его составе) принимается после подтверждения иностранными партнерами своих обязательств в рамках изготовления прибора (январь 2011).

ЭкзоМарс

В рамках ОКР "Беппи Колумбо" в 2010 году выполнялись работы по разработке двух приборов МИМА и МикрОмега для полета к Марсу в составе европейского марсохода по проекту "ЭкзоМарс" запланированного к запуску на 2018 год.

Прибор МИМА

Прибор МИМА представляет собой инфракрасный Фурье-спектрометр и предназначен для исследования поверхности и атмосферы планеты Марс с борта марсохода. Прибор разрабатывается в кооперации Италии и России. Дополнительной сложностью является ограничение возможной массы и габаритов прибора.

В 2010 г. выполнена разработка КД, изготовление и испытания ГМТ российской части прибора МИМА.

Д. ф.-м.н. Кораблев О.И., korab@iki.rssi.ru, Григорьев А.В., grirn@irn.iki.rssi.ru

Прибор МикрОмега

Прибор МикрОмега является микроскопом - спектрометром. Особенностью прибора является то, что для повышения информативности, спектрометрическая часть является источником освещения наблюдаемой пробы. В видимом канале спектральная селекция производится использованием узкоспектральных светоизлучателей, а в ИК канале выполнена на изменении пропускания спектра излучения акустооптическим кристаллом при возбуждении в нем акустических колебаний разной частоты. Прибор предназначен для изучения состава марсианского грунта. Он разрабатывается в кооперации Франции и России. Дополнительной сложностью является ограничение массы и габаритов прибора.

В 2010 г. выполнена разработка КД, изготовление и испытания ГМТ российской части прибора МикрОмега.

Д. ф.-м.н. Кораблев О.И., korab@iki.rssi.ru, Доброленский Ю.С., Котцов В.А.

ОКР проект «Ионозонд» (ФЦП «Геофизика») Озонометр

Основной задачей разрабатываемого прибора является мониторинг общего содержания озона (ОСО) в атмосфере Земли, а также других газов, полосы поглощения которых лежат в спектральном диапазоне работы прибора. В 2009 году было принято решение об установке озонометров на все КА проекта «Ионозонд», что позволяет достичь высокой унификации космических аппаратов. Озонометр разрабатывается в двух модификациях: Озонометр-З, установка которого предполагается на КА «Зонд», и Озонометр-ТМ, установка которого предполагается на 4 КА «Ионосфера» (2 КА «Терминатор» 2 КА «Меридиан»). Озонометр-З обладает широким диапазоном работы (ближний УФ-, видимый и ближний ИК-диапазоны), что позволяет осуществлять мониторинг многих газов. Озонометр-ТМ является облегчённой модификацией прибора с диапазоном работы 300-500 нм, включающей полосу поглощения озона 300-360 нм (полоса Хюггинса), которая обычно используется для определения ОСО.

В 2010 году в связи с отсутствием финансирования по прибору «Озонометр-З» работы велись в основном по прибору «Озонометр-ТМ». Была завершена разработка и расчёт оптической схемы прибора, выпущена конструкторская документация, изготовлены натурный габаритно-массовый макет, оптико-механический узел и технологический образец (электрический макет) прибора «Озонометр-ТМ». Также был модернизирован созданный в прошлом году лабораторный стенд для отработки узлов прибора.

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

Летиция

В соответствии с планом работ по 3 этапу договора №1232 от 25 ноября 2008 г. «Создание комплекса целевой аппаратуры для космического комплекса наблюдения геофизических параметров ионосферы, верхних слоев атмосферы, околоземного космического пространства» Шифр темы: ОКР «Ионозонд-КЦА» :

- а) изготовлены узлы и детали ТО прибора «Летиция»;
- б) разработана документация по прибору «Летиция».

Разработан «Эскизный проект» на ОКР по созданию имаджера видимого диапазона излучения верхней атмосферы и ионосферы (Авровизор-ВИС/МП) в составе комплекса ГГАК-МП на КА Метеор-МП.

Технический руководитель работ – н.с. Ю.В.Никольский

Проект «Чибис – М»

Прибор РЧА

Эксперимент по анализу и регистрации электрической активности электрических разрядов в верхних слоях Земной атмосферы. Изготовлен летный прибор.

К. ф.-м. н. Готлиб, gotlib@mx.iki.rssi.ru

ПРОЕКТЫ В СТАДИИ НИР

НИР «Венера-Д»

В рамках этапа 3 календарного плана договора № 1334/0901-1322/312-2010 НИР «Венера-Д» (НИР «Магистраль-2») продолжалась работа по созданию концепции космического комплекса и комплекса научной аппаратуры проекта «Венера-Д».

Подготовлен и представлен отчет :

«Проработка научно-технических предложений по составу научных задач и аппаратуры для комплексных исследований атмосферы и поверхности Венеры. Определение научной программы экспериментов, состава и характеристик комплекса научной аппаратуры миссии «Венера-Д». Формирование требований к служебным

системам КА для обеспечения выполнения научной программы. Разработка проекта ТЗ на комплекс научной аппаратуры КА «Венера-Д»

Научный руководитель НИР «Венера-Д»: д. ф.-м. н. Засова Л.В., zasova@irn.iki.rssi.ru
НИР «Лаплас»

1-й этап НИР: «Проработка научно-технических предложений по проведению исследований Юпитера и его спутника Европы с орбитального модуля и спускаемого на поверхность Европы космического аппарата. Определение научной программы экспериментов, состава и характеристик комплекса научной аппаратуры миссии "Лаплас – Европа П". Формирование требований к служебным системам КА для обеспечения выполнения научной программы. Разработка исходных данных на комплекс научной аппаратуры КА "Лаплас – Европа П».

Приведено обоснование научных задач, рассмотрены предложения по проведению исследований с орбитального модуля и спускаемого аппарата, научной программе экспериментов и модельному составу научной аппаратуры. Проведено уточнение перечня научной аппаратуры, предлагаемой для использования на орбитальном модуле и спускаемом аппарате. Разработаны предварительные исходные данные для составления ТЗ на научные приборы орбитального модуля и спускаемого аппарата и научного наземного комплекса системы информационного обеспечения проекта. Проведена оценка ожидаемых радиационных условий работы бортовой аппаратуры КА миссии, радиационное и геологическое обоснование мест посадки на поверхности спутника Юпитера Европы. Проанализированы йовиоцентрические траектории КА с целью его выведения на орбиту искусственного спутника Европы. Разработаны схемы и методики посадки спускаемого модуля, разработаны алгоритмы посадки КА на поверхность Европы и сделаны предложения по решению проблемы поиска безопасных мест посадки с использованием оценки рельефа поверхности с орбитального модуля перед отделением спускаемого аппарата.

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

НИР «Система-Марс». Формирование предложений по научным приборам и программе экспериментов миссии «Марс-НЭТ» и перспективных проектов исследования Марса

Проведено математическое моделирование сейсмической обстановки на поверхности Марса и оценен уровень сейсмического сигнала и акустических шумов на борту малого посадочного аппарата. Определены требования к регистрирующей аппаратуре, проведен анализ имеющегося задела по разработке такой аппаратуры и сформулированы требования к предложениям по сейсмометру для малого посадочного аппарата на поверхности Марса, указаны возможные варианты международной кооперации по разработке бортового сейсмометра.

Проведено детальное численное моделирование метеорологических полей на основе трехмерной модели общей циркуляции атмосферы Марса предложены варианты компромиссного расположения малого количества станций, которое позволило бы решить все возложенные на проект задачи.

Проведен анализ требований к экспериментам по исследованию взаимодействия атмосферы с подстилающей поверхностью; проведены расчеты эффективности контактных измерений теплопроводности и электропроводности верхнего слоя грунта Марса с помощью многощуповых зондов. Оценена требуемая глубина зондирования и точность измерений, предложены технические решения по установке зонда, исключаяющие влияние корпуса посадочной станции на процесс измерений.

Работа финансируется Роскосмосом (этап 4.2 календарного плана государственного контракта от 16.02.2009г. № 851-2112/09, п.п. 2.3.1-2.3.7 ТТЗ, часть 49).

к.ф.-м.н. Родин А.В., rodin@irn.iki.rssi.ru

НИР «Рентгеновский микрофон». Формирование методов исследования физических процессов (включая эффекты ОТО) в экстремальных условиях вблизи нейтронных звезд и черных дыр по быстрой переменности их рентгеновского излучения. 2009-2010

Руководитель темы д.ф.-м.н. Павлинский М.Н., отв. исп. к.ф.-м.н. Арефьев В.А.

ИНИЦИАТИВНЫЕ ПРОЕКТЫ

Эксперимент ЛЕММА

Лунный монитор для исследования длинноволнового излучения из космоса. в диапазоне ниже 10 МГц Выполнен эскизный проект

Ответственный исполнитель: Готлиб В.М.

Соисполнитель Могилевский М.М. (отд.54)

Эксперимент «Либрация»

Изучение движения Луны относительно центра масс по оптическим измерениям на поверхности Луны.

Эскизный проект (октябрь 2010г).

Ответственный исполнитель: А.Н.Липатов

Соисполнители: Макаров В.С.

Проект Пилигрим

Разработка многоцелевой микроплатформы с ЭРДУ для межпланетных исследований. Проект создается на основе разработки «Солнечный Парус». В проект принимают участие Немецкие и Бразильские специалисты.

Ответственный исполнитель: А.Н.Липатов

– *Результаты работы представлены на рабочих международных совещаниях в Германии (июль 2010) и Бразилии (октябрь 2010).*

Система навигации космического аппарата в солнечной системе

Создание автономной аппаратуры навигации для космических аппаратов исследующих солнечную систему.

Ответственный исполнитель: А.Н.Липатов

Соисполнители: Антоненко С.А. (ИНТЕРАСТРО), Андреев О.Н., Захаркин Г.В. (ИНТЕРАСТРО), Макаров В.С., Эйсмонт Н.А.

– *Доклады на всероссийской научной конференции «Современные проблемы определения ориентации и навигации космических аппаратов». Таруса. Сентябрь 2010 г.*

Наименование доклада: «Система навигации космического аппарата в солнечной системе».

Многофункциональный звездный датчик для пико КА

Создание звездного датчика для космических аппаратов класса пико.

Ответственный исполнитель: А.Н.Липатов

Соисполнители: Антоненко С.А. (ИНТЕРАСТРО), Андреев О.Н., Захаркин Г.В. (ИНТЕРАСТРО), Макаров В.С., Эйсмонт Н.А., Ляш.А.Н.

– *Доклады на всероссийской научной конференции «Современные проблемы определения ориентации и навигации космических аппаратов». Таруса. Сентябрь 2010 г.*

Наименование доклада: «Многофункциональный звездный датчик для пико КА».

Фурье-спектрометрия

1) Проведено теоретическое и экспериментальное исследования влияния разбьюстировки Фурье-спектрометров на их характеристики. По результатам написана статья и принята в «Оптический журнал» №3, 2011 г.

2). Разработана конструкция, изготовлен опытный образец и выпущен комплект чертежей на изготовление интерферометрического гониометра. По результатам написана статья и принята в «Оптический журнал» №3, 2011 г. Чертежи размещены в производстве ИКИ.
К.ф.-м.н. Мошкин Б.Е., moshkin@irn.iki.rssi.ru, Максименко С. В.