



Российская Академия Наук

**Российская программа
фундаментальных космических
исследований
на 2006 – 2025 годы**

Фундаментальные космические исследования (ФКИ) в России

Основу космической деятельности создают фундаментальные космические исследования (ФКИ), которые направлены на получение принципиально новых знаний о Вселенной и ее законах с использованием средств ракетно - космической техники и научной аппаратуры, доставляемой этими средствами в космическое пространство.

В ходе развития ФКИ в России (1957-2015 гг.) к настоящему времени в рамках компетенции Совета РАН по космосу выделены следующие 10 основных научных направлений:

- Космическая биология и физиология,
- Космическое материаловедение,
- Исследования Земли из космоса,
- Планеты и малые тела солнечной системы,
- Физика Солнца,
- Солнечно-земные связи,
- Внеатмосферная астрономия,
- Физика космических лучей,
- Космическая геодинамика и
- Проблемы физики микрогравитации.

Результаты реализации проектов в области ФКИ

Федеральной космической программы
России

на 2006-2015 годы (ФКП-2016),
утвержденной Постановлением
Правительства Российской Федерации
от 22 октября 2005 года № 635:

А. Проекты в стадии реализации летной научной программы:

A1. Проект «Марс-Экспресс» с использованием российских приборов на КА Европейского космического агентства - ЕКА (запуск КА - 2 июня 2003 года; срок активного существования КА на орбите Марса не менее 14 лет)

A2. Проект «Венера-Экспресс» (ЕКА) с российским участием - спутник Венеры для дистанционного исследования атмосферы и плазменного окружения планеты (запуск - 9 ноября 2005 года, выход на орбиту Венеры 11 апреля 2006 года номинальная продолжительность миссии 500 суток)

A3. Российско-итальянский астрофизический проект «ПАМЕЛА» (запуск КА «Ресурс-ДК-1» - 15 июля 2006 года – успешное завершение научной программы после 10-ти лет наблюдений – декабрь 2015 года)

A4. Астрофизический проект «Коронас-Фотон» (запуск КА на орбиту Земли - 30 января 2009 года – нештатное завершение научной программы вследствие отказа служебных систем КА «Метеор» – август 2009 года)

A5. Аварийный запуск КА «Фобос-Грунт» - 09 ноября 2011 года

A6. Астрофизический проект «РАДИОАСТРОН» (запуск КА - 18 июля 2011 года – успешное выполнение летной программы наблюдений по настоящее время)

A7. Проект «Зонд-ПП» для исследований Земли из космоса с использованием МКА для ФКИ № 1 (запуск 22 июля 2012 года – завершение программы через 11 месяцев вместо 36 месяцев по ТЗ)

A8. Проект «БИОН-М» № 1 в области космической биологии и физиологии (успешный запуск КА - 19 апреля 2013 года и посадка 19 мая 2013 года)

A9. Эксперимент «НУКЛОН» по регистрации космических лучей ядерно-физическими методами на борту КА «Ресурс-П2» (запуск 25 июня 2013 года)

Проект Марс-Экспресс

Приборы, выполненные с участием России:

ОМЕГА- картирующий спектрометр видимого и ИК диапазонов для исследования минерального состава поверхности Марса.

Кооперация: Франция, Италия, Россия

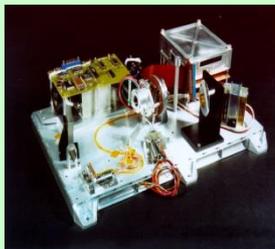
Российский вклад в прибор ОМЕГА – функционально законченный блок – сканирующее устройство (на фото слева).



СПИКАМ- многофункциональный спектрометр для исследования атмосферы Марса, в том числе методом наблюдений затмений Солнца и звезд.

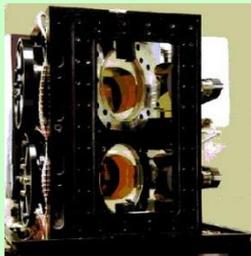
Кооперация: Франция, Россия, Бельгия, США

Российский вклад в СПИКАМ – функционально законченный канал – спектрометр ближнего ИК излучения.



ПФС (планетный Фурье-Спектрометр) – двухканальный Фурье спектрометр высокого разрешения ближнего и теплового ИК диапазонов. Главные задачи – состав атмосферы, ее температуры. Российский вклад в прибор ПФС – блоки детекторов для двух каналов спектрометра, наземное калибровочное оборудование

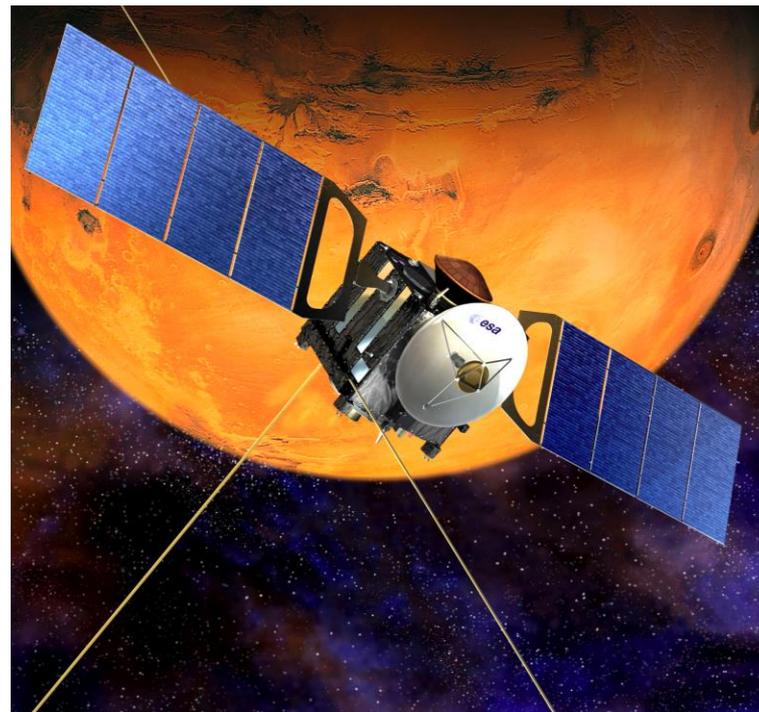
Кооперация: Италия, Россия, Польша, Германия, Испания, Франция



Спутник работает на орбите Марса с декабря 2003 г.

Ведущая научная организация: Институт космических исследований РАН (ИКИ РАН)

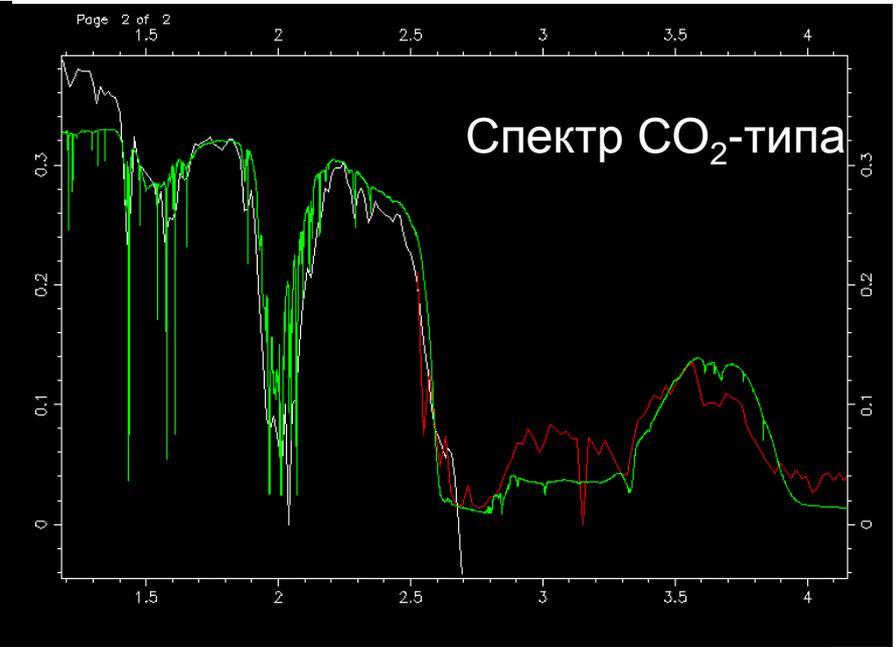
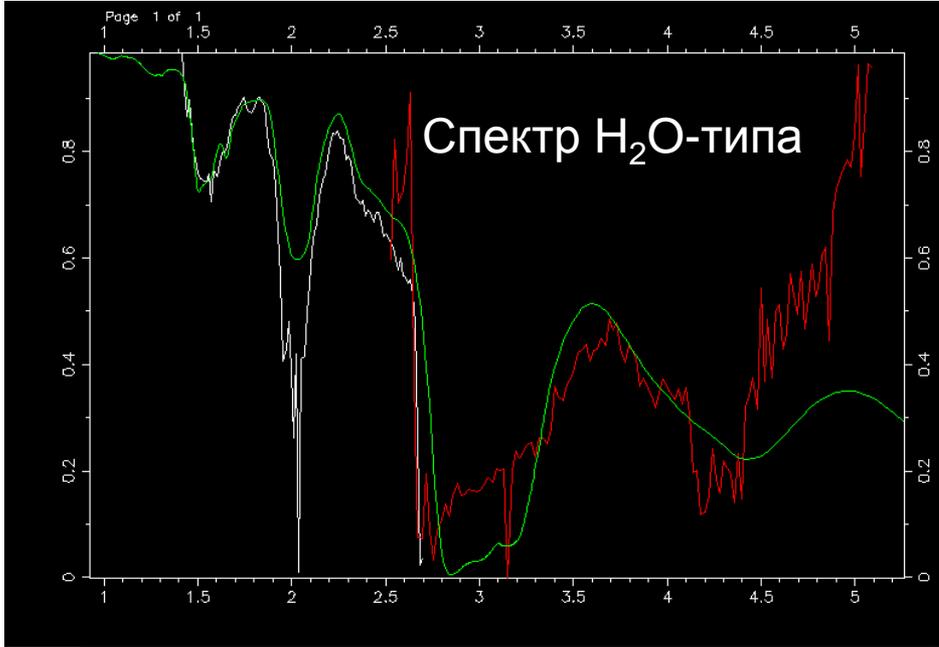
E-mail: oleg.korablev@irn.iki.rssi.ru



Mars Express: основные данные

Масса	1 118 кг, в том числе 428 кг топлива, 116 кг научных приборов и 68 кг спускаемый аппарат Beagle 2
Размеры	1.5 м x 1.8 м x 1.4 м
Запуск	2 июня 2003 с космодрома Байконур Союз-ФГ (11А511У-ФГ №Э15000-005) с разгонным блоком Фрегат (№1005).
Выход на орбиту	26 декабря 2003
Орбита	Околополярная (наклонение 86°), высокоэллиптическая
Высота	Между 250 и 11 500 км первые 440 сут. и между 290 и 10 100 км далее
Период	7 ч 30 м первые 440 сут; 6 ч 42 м далее
Номинальная длительность миссии	1 марсианский год, 687 сут, продлена до сент. 2008г (два марсианских года)

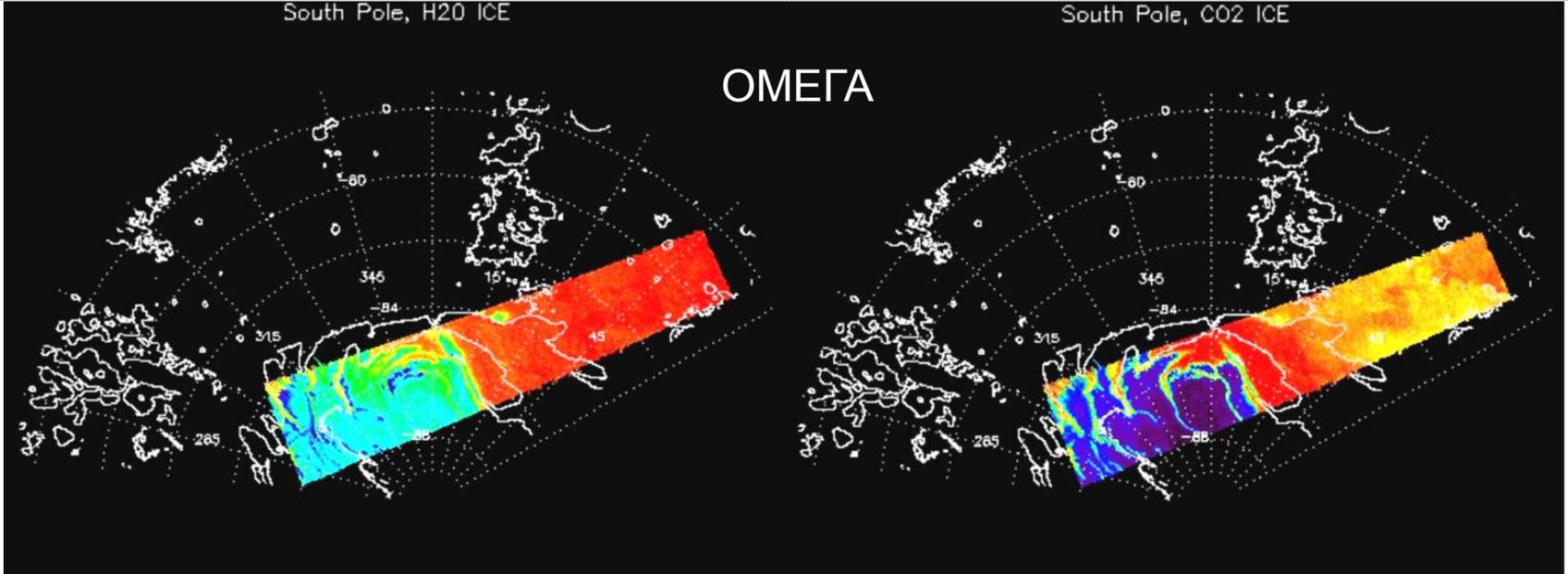
Южный полюс: ОМЕГА



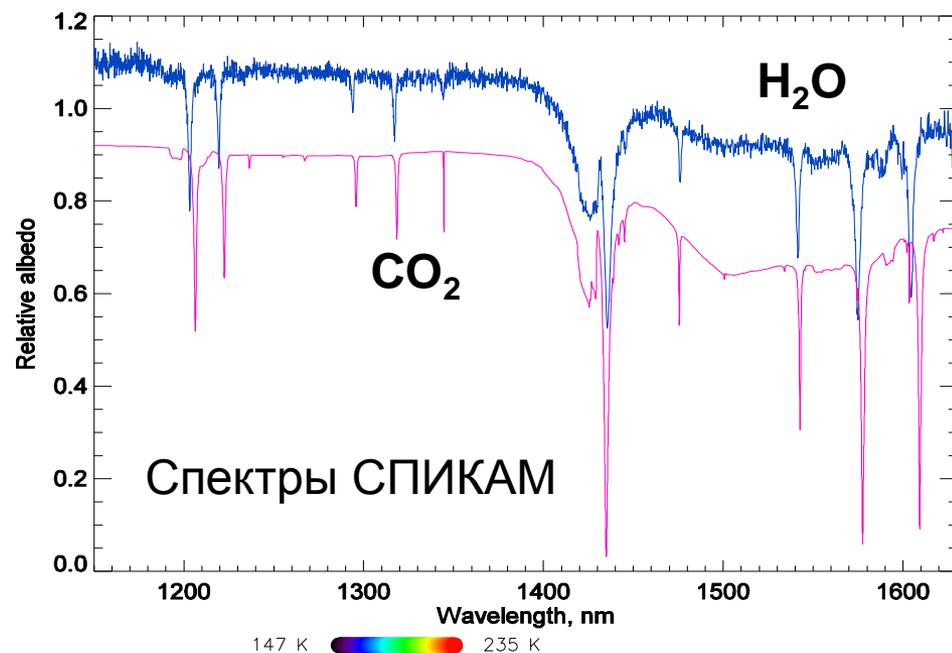
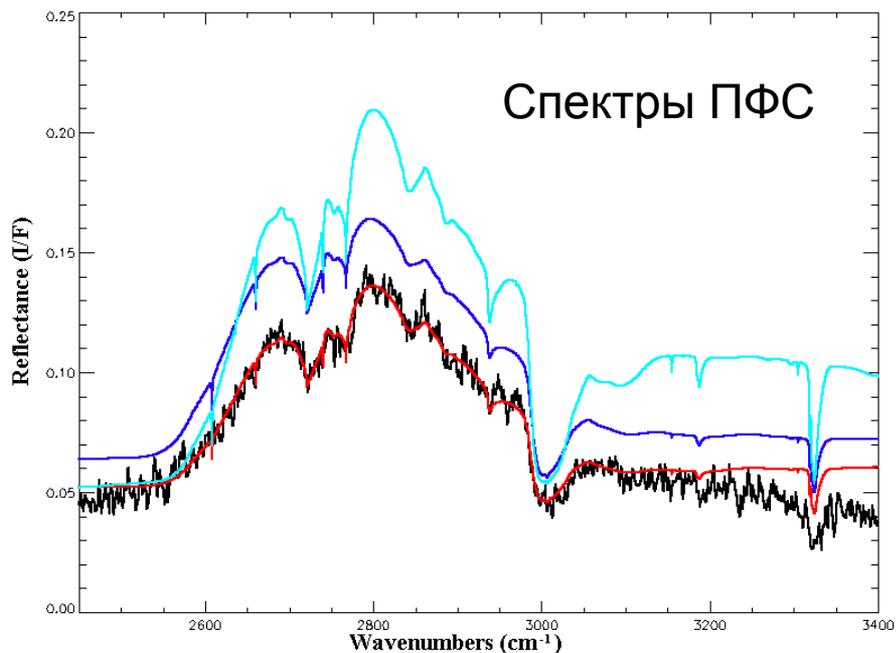
South Pole, H₂O ICE

South Pole, CO₂ ICE

ОМЕГА

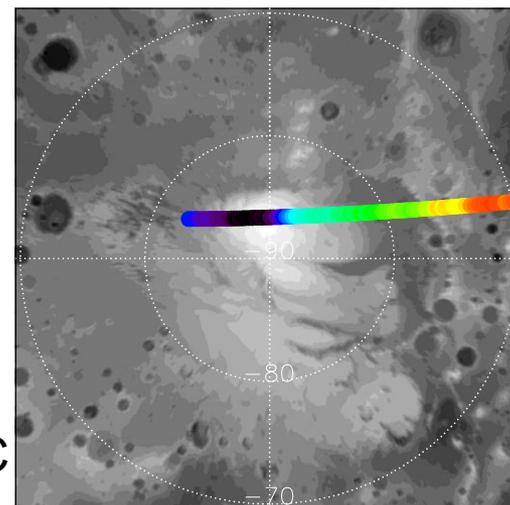


Количественное измерение содержания водяного льда на Южном полюсе Марса



Состав Южной полярной шапки (по спектру ПФС):
CO₂ частицы размером 2мм + 0.005% пыли+
0.0025% H₂O (r=1мкм); 14% поля зрения
свободно от льда

Температура поверхности
вдоль трассы ПФС



Проект Венера-Экспресс

спутник Венеры: полный комплекс приборов для дистанционного исследования атмосферы и плазменного окружения планеты

- Излучение в «окнах прозрачности» впервые исследуется с орбиты
- Российские ученые участвовали в формировании миссии с самого начала
- Российские соисследователи во всех приборах
- Co-PI 2х приборов из ИКИ
- Участие в изготовлении 4х приборов

Российское участие в проекте «Венера Экспресс»

- Совместный прибор SPICAV/SOIR (российский ИК-спектрометр)
- Фурье-спектрометр ПФС (российские детекторы)

Прибор SPICAV/SOIR – Франция, Россия, Бельгия

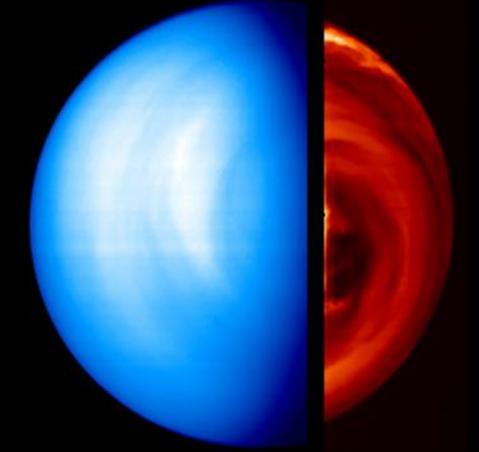
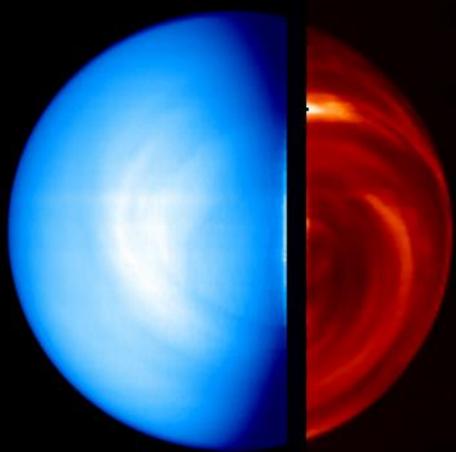
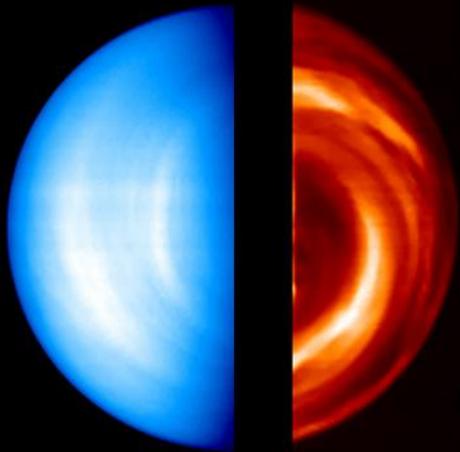
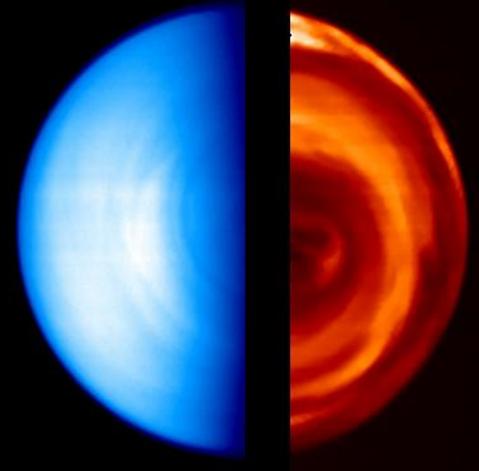
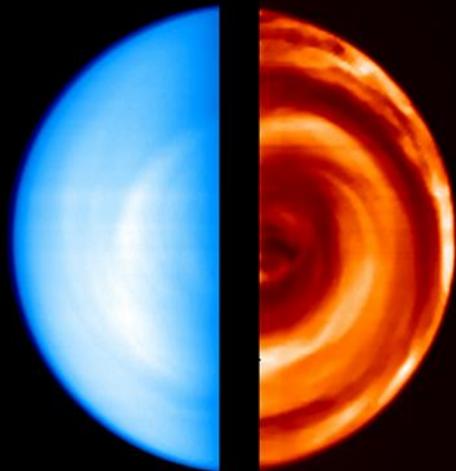
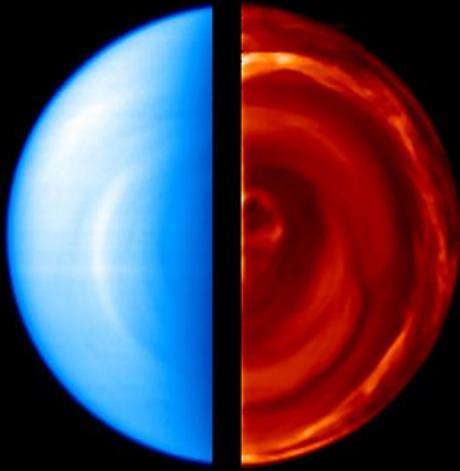
Ведущая научная организация: Институт исследований РАН (ИКИ РАН)

E-mail: oleg.korablev@irn.iki.rssi.ru



- Запуск 9 ноября 2005 г. с космодрома Байконур РН Союз-Фрегат
- Выход на орбиту Венеры 11 апреля 2006 г.
- Номинальная продолжительность миссии 500 сут.
- После выхода на орбиту топлива достаточно, чтобы утроить продолжительность миссии

VIRTIS: вид Венеры со стороны южного полюса в УФ и в ИК



РОССИЙСКО-ИТАЛЬЯНСКИЙ ПРОЕКТ "РИМ - ПАМЕЛА"

Цель проекта - исследование потоков античастиц (антипротонов, позитронов, легких антиядер), электронов и изотопного состава в первичном космическом излучении.

Проект реализуется в качестве дополнительной научной нагрузки КА "Ресурс ДК" №1, выводимого на гелиоцентрическую орбиту высотой 690 км с наклоном 98,5 град.

Масса КНА – 470 кг, срок активного существования не менее 3 лет.

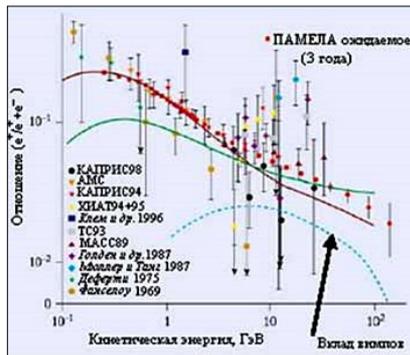
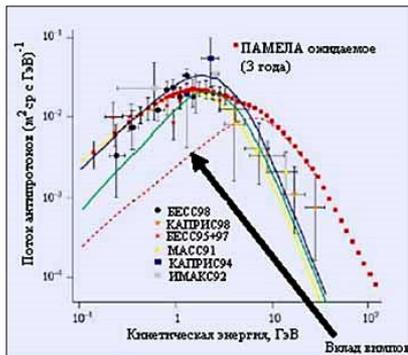
Запуск КА "Ресурс ДК" №1 состоялся 15 июня 2006 г.

Головные организации:

по КНА – Московский инженерно-физический институт (Россия) и Национальный институт ядерной физики (Италия)

по КА «РЕСУРС ДК1» - ЦСКБ «Прогресс», г. Самара .

E-mail: galper@incos.mephi.ru



Russia



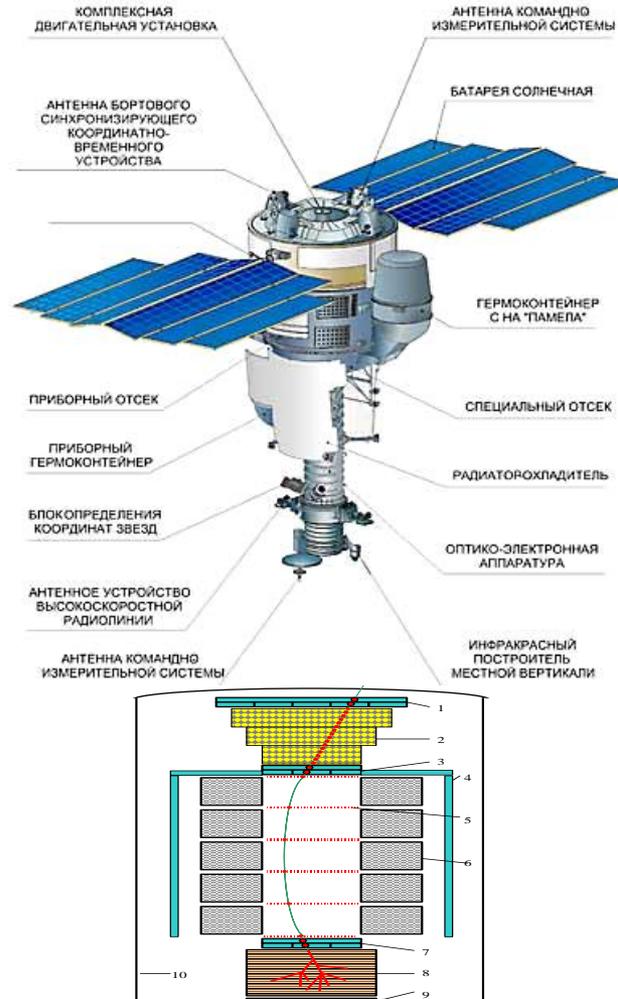
Italy



Sweden



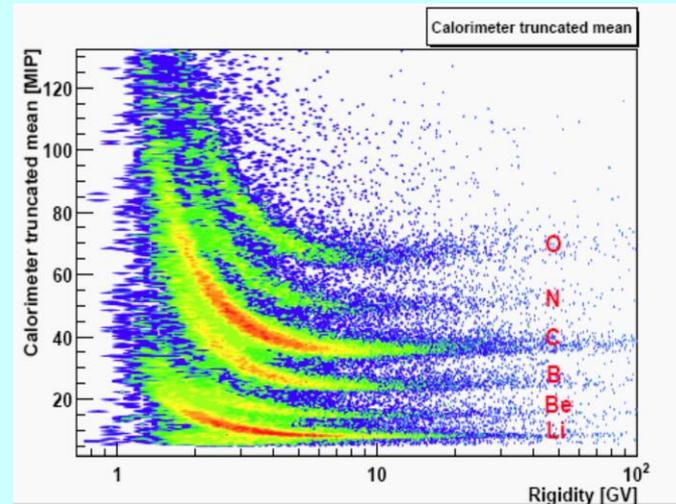
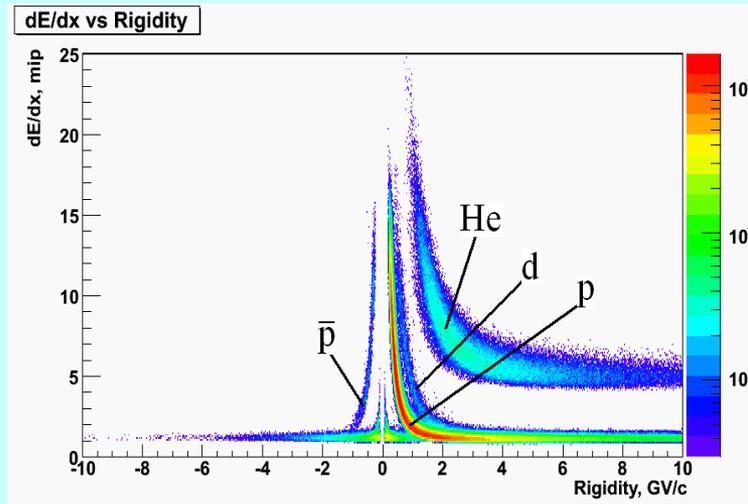
Germany



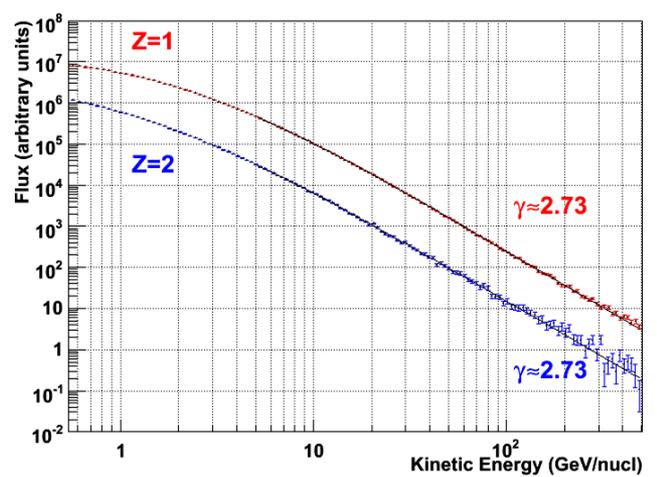
МАГНИТНЫЙ СПЕКТРОМЕТР ПАМЕЛА

- 1, 3, 7, 9- СЦИТЛЛЯЦИОННАЯ ВРЕМЯ-ПРОЛЕТНАЯ СИСТЕМА;
- 2- ДЕТЕКТОР ПЕРЕХОДНОГО ИЗЛУЧЕНИЯ;
- 4- СЦИТЛЛЯЦИОННАЯ СИСТЕМА АНТИСОВПАДЕНИЙ;
- 5- ПОЛУПРОВОДНИКОВАЯ СТРИПОВАЯ КООРДИНАТНАЯ СИСТЕМА (ШЕСТЬ ДВОЙНЫХ СЛОЕВ);
- 6-МАГНИТНАЯ СИСТЕМА (ПЯТЬ СЕКЦИЙ);
- 8- ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ СТРИПОВЫЙ ПОЗИЦИОННО-ЧУВСТВИТЕЛЬНЫЙ КАЛОРИМЕТР;
- 10- СТЕНКИ СПУТНИКА.

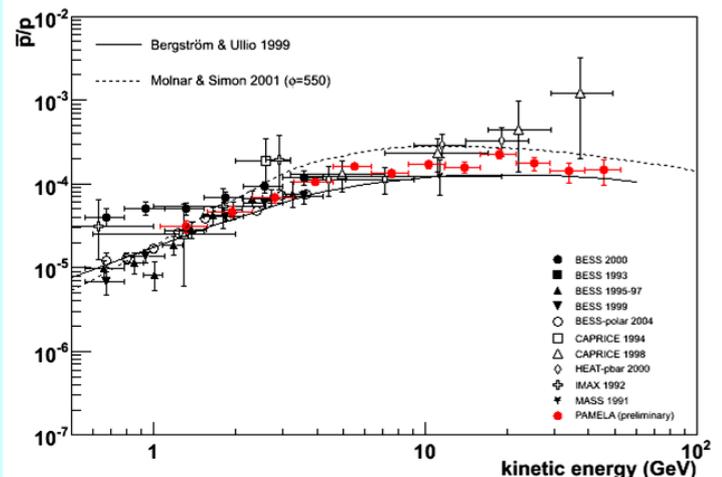
РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКСПЕРИМЕНТОВ «РИМ – ПАМЕЛА»



Диаграммы: зависимость энергетических потерь частиц при прохождении трекера от их импульса (жесткости)



Энергетические спектры частиц протона ($Z=1$) и ядер гелия ($Z=2$)



Отношение потоков антипротонов к протонам в зависимости от энергии



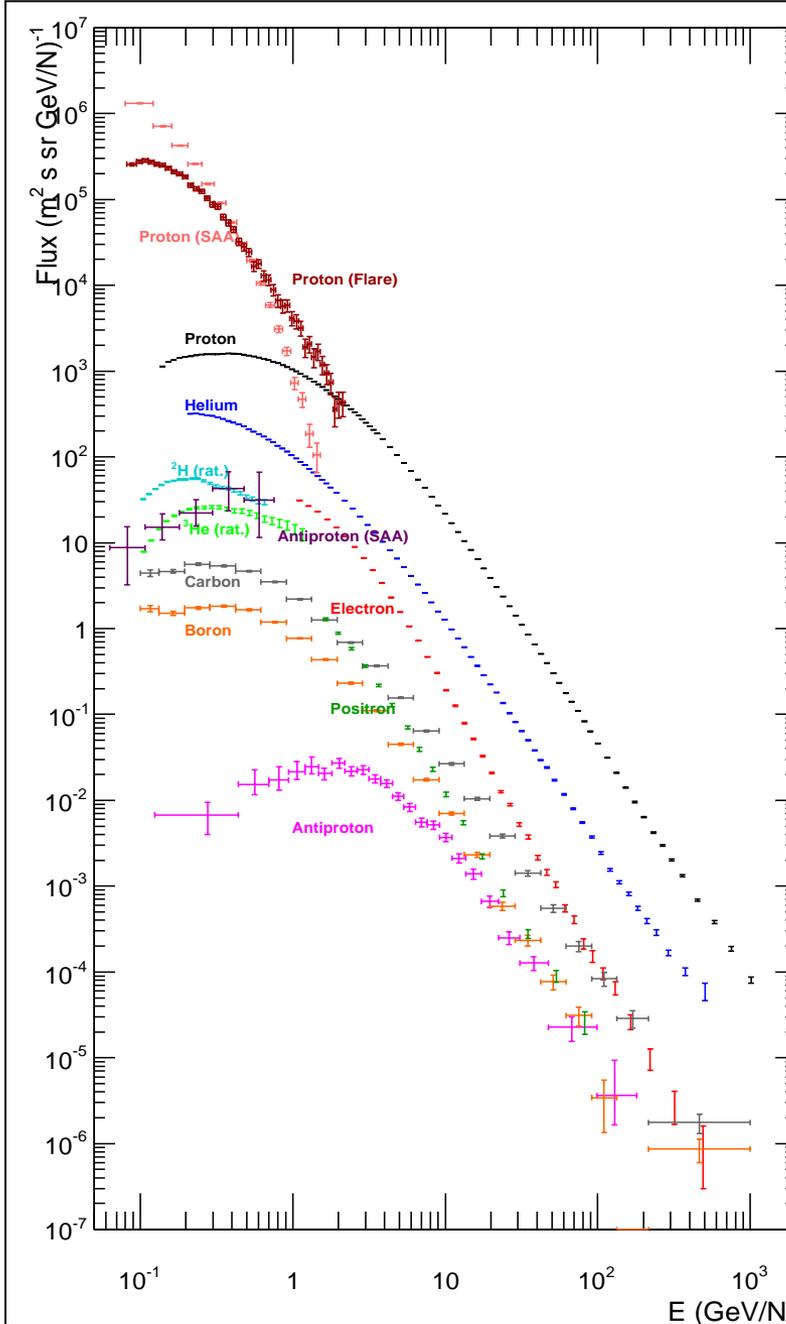
Все результаты эксперимента ПAMEЛА



The PAMELA Mission: Heralding a new era in precision cosmic ray physics

O. Adriani^{ab}, G.C. Barbarino^{cd}, G.A. Bazilevskaya^e, R. Bellotti^{fg}, M. Boezio^h, E.A. Bogomolovⁱ, M. Bongi^{ab}, V. Bonvicini^h, S. Borrai^h, A. Bruno^{de}, F. Cafagna^g, D. Campana^g, R. Carbone^{ab}, P. Carlson^{ik}, M. Casolino^l, G. Castellini^m, M.P. De Pascale^{ab,j}, C. De Santis^{lo}, N. De Simone^l, V. Di Felice^l, V. Formaro^{ab}, A.M. Galper^g, U. Giaccari^g, A.V. Karelin^g, M.D. Kheyमितs^g, S.V. Koldashov^g, S. Koldobskiy^g, S.Yu. Krurkov^g, A.N. Kvashnin^g, A. Leonov^g, V. Malakhov^g, L. Marcelli^h, M. Martucci^{ab}, A.G. Mayorov^g, W. Menn^g, V.V. Mikhailov^g, E. Mocchiuti^h, A. Monaco^{fg}, N. Mori^{ab}, R. Munini^{h,k,l}, N. Nikonov^{lo}, G. Osteria^g, P. Papini^h, M. Pearce^{ik}, P. Piccozza^{ab}, C. Pizzolotto^{h,k,l}, M. Ricci^g, S.B. Ricciarini^{h,m}, L. Rossetto^{ik}, R. Sarkar^h, M. Simon^g, R. Sparvoli^{lo}, P. Spillantini^{ab}, Y.I. Stozhkov^g, A. Vacchi^h, E. Vannuccini^h, G.I. Vasilyev^l, S.A. Voronov^g, J. Wu^{ik}, Y.T. Yurkin^g, G. Zampa^h, N. Zampa^h, V.G. Zverev^g

^aUniversity of Florence, Department of Physics, I-50019 Sesto Fiorentino, Florence, Italy
^bINFN, Sezione di Firenze, I-50019 Sesto Fiorentino, Florence, Italy
^cUniversity of Naples "Federico II", Department of Physics, I-80126 Naples, Italy
^dINFN, Sezione di Napoli, I-80126 Naples, Italy
^eLebedev Physical Institute, RU-119590 Moscow, Russia
^fUniversity of Bari, Department of Physics, I-70126 Bari, Italy
^gINFN, Sezione di Bari, I-70126 Bari, Italy
^hINFN, Sezione di Trieste, I-34143 Trieste, Italy
ⁱHigh Physical Technical Institute, RU-140120 St. Petersburg, Russia
^jICET, Italy Institute of Technology, Department of Physics, Alghero University Center, SS-10081 Sardinia, Sardinia, Sweden
^kThe Oskar Klein Center for Cosmoparticle Physics, Alfvén University Center, SE-10031 Stockholm, Sweden
^lINFN, Sezione di Roma "Tor Vergata", I-00133 Rome, Italy
^mINFN, I-50019 Sesto Fiorentino, Florence, Italy
ⁿUniversity of Rome "Tor Vergata", Department of Physics, I-00133 Rome, Italy
^oUniversity of Trieste, Department of Physics, I-34143 Trieste, Italy
^pNational Research Nuclear University MEPhI (Moscow Physics Engineering Institute), RU-115400 Moscow, Russia
^qINFN Laboratori Nazionali di Frascati, I-00044 Frascati, Italy
^rUniversität Siegen, Department of Physics, D-57083 Siegen, Germany
^sINFN, Sezione di Perugia, I-06123 Perugia, Italy
^tIgnaz Semmelweis University (SZ) Science Center Center, I-40024 Prato, Italy
^uSchool of Mathematics and Physics, China University of Geosciences, CN-430074 Wuhan, China



Проект «КОРОНАС-ФОТОН»

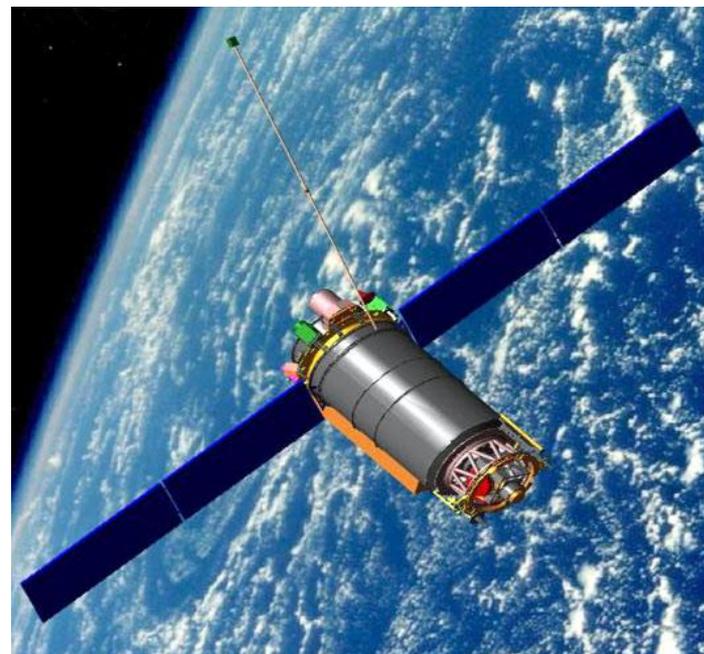
Цели проекта:

- исследование процессов накопления энергии и ее трансформации в энергию ускоренных частиц во время солнечных вспышек,
- изучение механизмов ускорения, распространения и взаимодействия энергичных частиц в атмосфере Солнца,
- Выявление корреляции солнечной активности с физико-химическими процессами в верхней атмосфере Земли.

Запуск КА типа «МЕТЕОР-3» с комплексом научной аппаратуры 30 января 2009 года

Головные научные организации:

- **Московский инженерно- физический институт**
- **Физический институт им. П.Н. Лебедева**
- **Физико-технический институт им. А.Ф. Иоффе**



Параметры орбиты КА:

- Высота круговой орбиты - 500 км
- Наклонение орбиты - 82.5 град
- Точность ориентации продольной оси КА на Солнце
 - лучше 10 угловых мин.
- Срок активного существования
 - не менее 5 лет
- Вес научной аппаратуры - 700 кг

ПРОЕКТ «ФОБОС – ГРУНТ»

Цель проекта - доставка на Землю образцов грунта Фобоса и проведения научных исследований Фобоса и Марса.

Основные научно-техническими задачи:

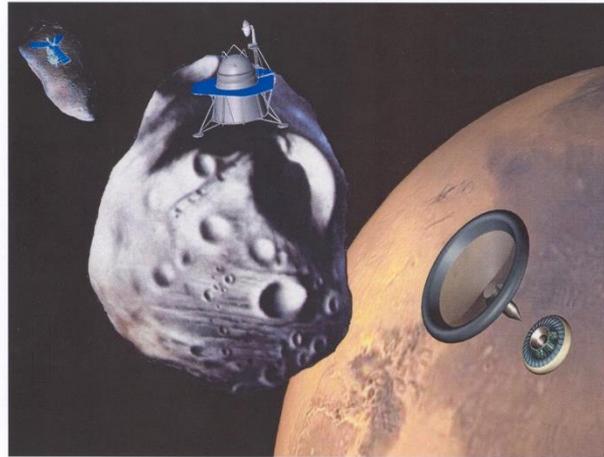
- определение физических и химических характеристик Фобоса, особенностей его внутреннего строения, орбитального и собственного движения;
- осуществление посадки на небесное тело с малой гравитацией;
- старт с Фобоса и доставка на Землю спускаемого аппарата с образцами грунта;
- определение химического состава проб грунта;
- определение состава основных породообразующих элементов;
- исследование взаимодействия солнечного ветра с Фобосом;
- исследование физических условий околопланетной среды вблизи Фобоса (пылевой и газовой компоненты, космических лучей, магнитного поля);
- дистанционные исследования атмосферы и поверхности Марса

Головная научная организация по проекту, включая исследования Марса и Фобоса - ИКИ РАН и ГЕОХИ РАН

E-mail: izelenyi@iki.rssi.ru

Головная организация по созданию и разработке КА - НПО им. С.А. Лавочкина

Аварийный запуск 9 ноября 2011 г.



Масса доставляемого на Землю образца грунта Фобоса – 0,1 кг.
Длительность перелета до сферы действия Марса - 850 суток.
Скорость входа в атмосферу Земли 11,56 км/с.
Длительность перелета до Земли - 285 суток.
Суммарная продолжительность экспедиции – 1030 суток.

Проект «РАДИОАСТРОН»

Главная научная цель - исследование астрономических объектов различных типов с беспрецедентным разрешением до миллионных долей угловой секунды., которое позволяет изучать:

- релятивистские струи, а также непосредственные окрестности сверхмассивных чёрных дыр в активных галактиках,
- строение и динамику областей звездообразования в нашей Галактике по мазерному и мегамазерному излучению;
- нейтронные звёзды и чёрные дыры в нашей Галактике — структуру по измерениям флуктуации функции видности, собственные движения и параллаксы;
- структуру и распределение межзвёздной и межпланетной плазмы по флуктуациям функции видности пульсаров;
- построение высокоточной астрономической координатной системы;
- построение высокоточной модели гравитационного поля Земли.

Запуск КА осуществлен 18 июля 2011 года, при этом КА и комплекс научной аппаратуры успешно реализуют летную научную программу по настоящее время (за пределами гарантийного срока).

Головная научная организация - Астрокосмический центр Физического института им. П.Н. Лебедева Российской академии наук (asc-lebedev.ru).

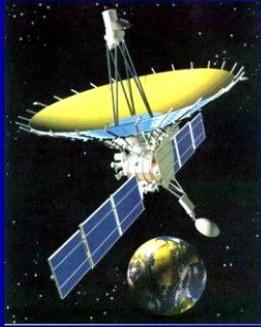
Головная организация по ракетно-космическому комплексу - НПО им. С.А. Лавочкина.



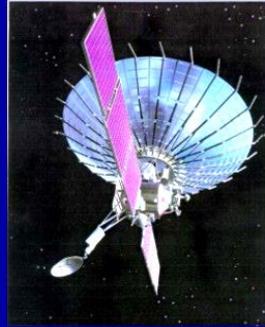
Космический радиотелескоп с приёмной параболической антенной диаметром 10 метров выведен на высокоапогейную орбиту спутника Земли высотой до 350 тыс. км в составе космического аппарата «Спектр-Р».

Применение радиотелескопа на высокоэллиптической орбите позволяет получить интерферометр с базой, значительно превышающей диаметр Земли.

Интерферометр с такой базой позволяет получить информацию о структуре галактических и внегалактических радиоисточников на угловых масштабах порядка 30 микросекунд и даже до 8 микросекунд дуги для самой короткой длины волны проекта (1,35 см) при наблюдениях на максимальной длине базы.

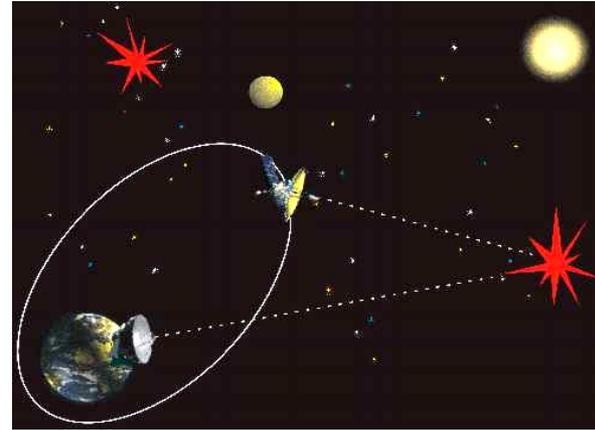


Основные
параметры
МИССИИ
РАДИОАСТРОН

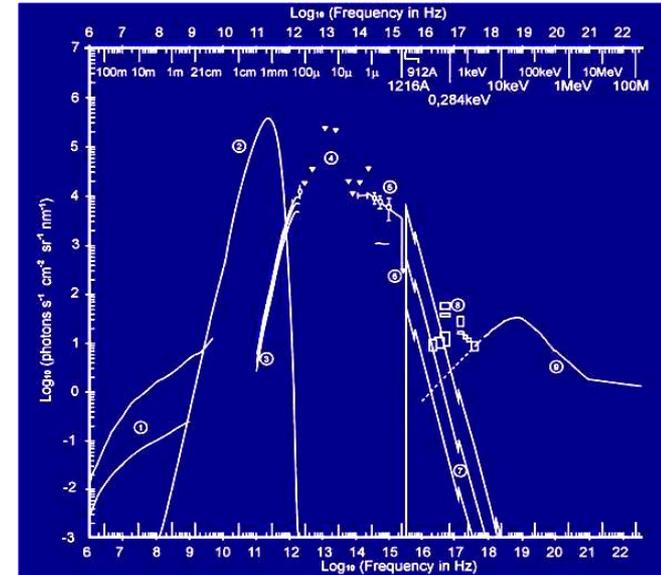
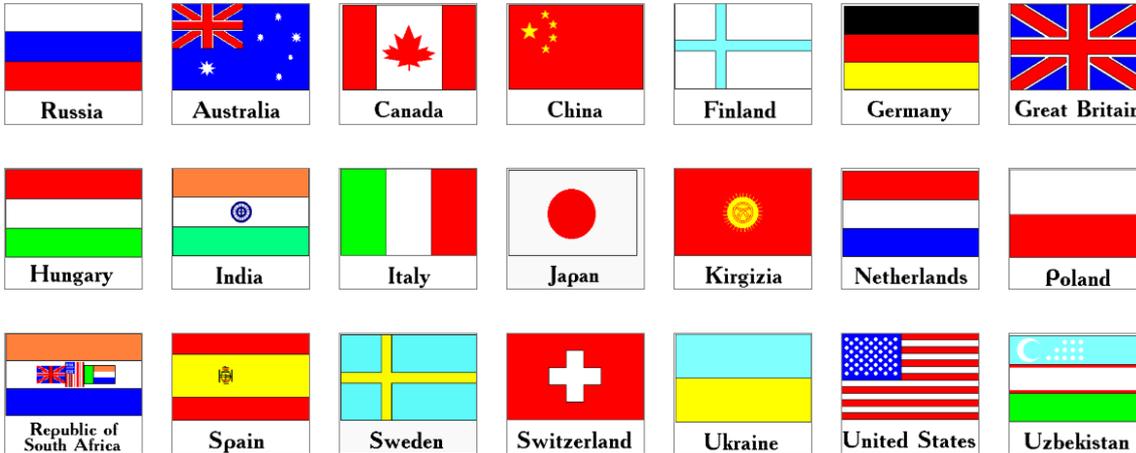


Диапазон (λ , см)	92	18	6,2	1,2-1,7
Ширина диапазона ($\Delta\nu$, МГц)	4	32	32	32
Ширина интерференционного лепестка (мксек дуги) при базе 350 000 км.	540	106	37	7,1-10
Чувствительность по потоку (σ , мЯн), на земле антенна EVLA, 300 с. накопление	10	1,3	1,4	3,2

- Основные параметры
интерферометра Земля-космос
«Радиоастрон»



- Орбита
космического
радиотелескопа -
интерферометра



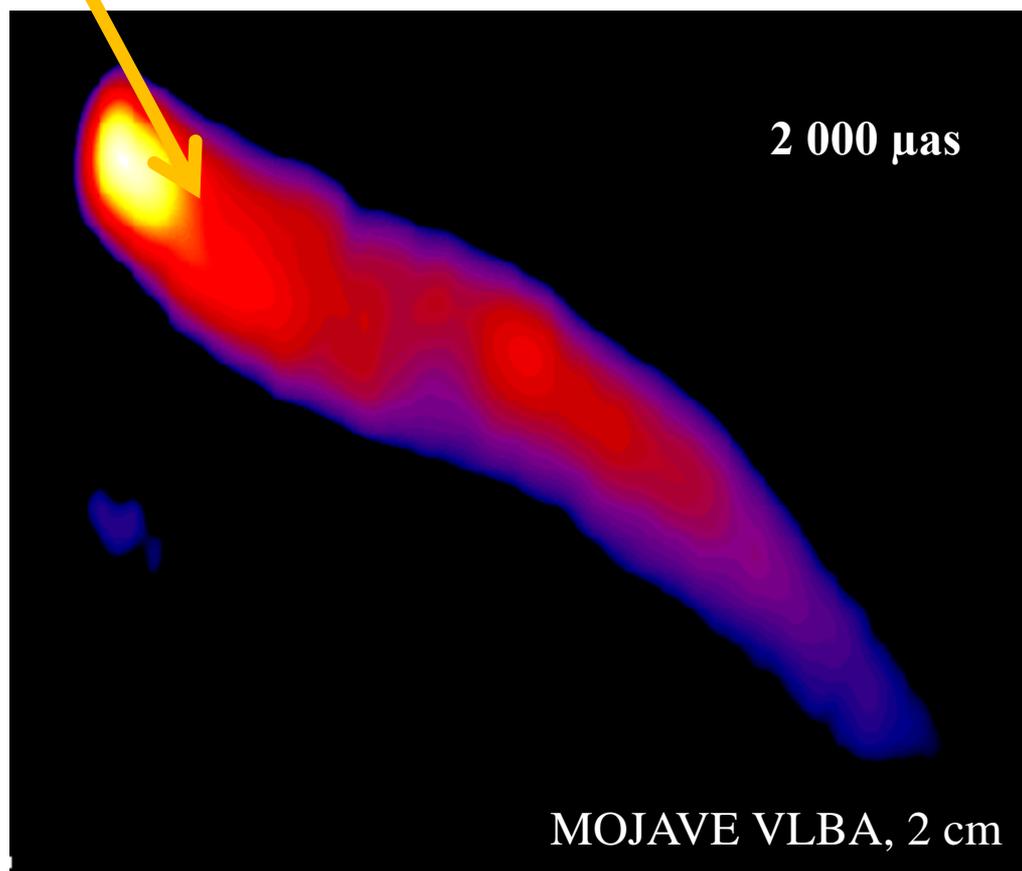
Усреднённый спектр
электромагнитного
излучения неба
во всех диапазонах

**РадиоАстрон измерил
яркостную температуру
ядра квазара на уровне
 $2-4 \cdot 10^{13}$ К.**

Это нарушает известный
предсказанный предел яркости
синхротронного излучения
ядра из-за Комптоновской
катастрофы, даже при учете
релятивистского усиления
излучения.

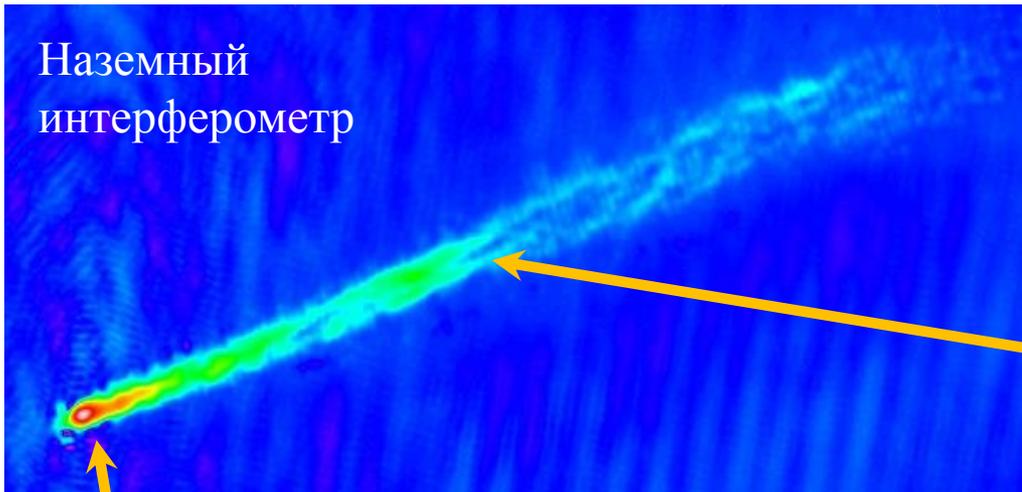
Требует пересмотра физики
излучения ядер квазаров.

Открытие экстремальной яркости ядра квазара 3C273



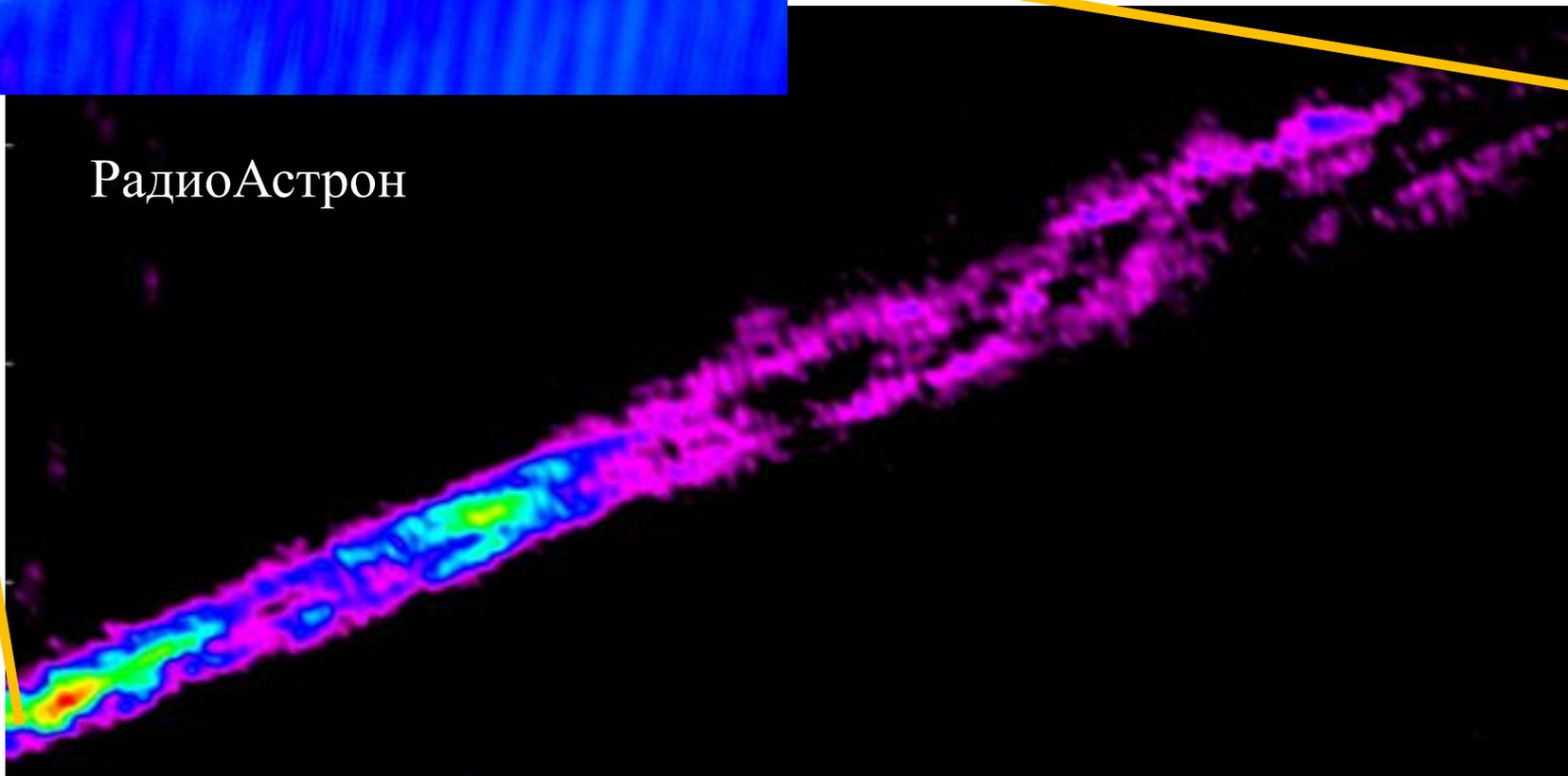
Горячий джет в галактике Дева А

Наземный
интерферометр



РадиоАстрон увидел явные
проявления плазменных
нестабильностей в горячем
джете

РадиоАстрон



Проект ОКР «Зонд-ПП»

Цель проекта – разработка радиофизических методов дистанционного зондирования Земли в перспективном диапазоне электромагнитных волн ($\lambda \approx 21$ см) для исследования физических явлений и процессов в системе атмосфера - земная поверхность
Для проведения научных исследований используется КА «МКА-ФКИ» №1

Головная научная организация –
Институт радиотехники и
электроники РАН (ИРЭ РАН)

Головная организация по РКК –
НПО им С.А. Лавочкина

Запуск КА «МКА-ФКИ» №1 - 22 июля
2012 года – завершение программы
через 11 месяцев вместо 36 месяцев по
ТЗ



Масса КА – 120 кг

Масса КНА – до 40 кг

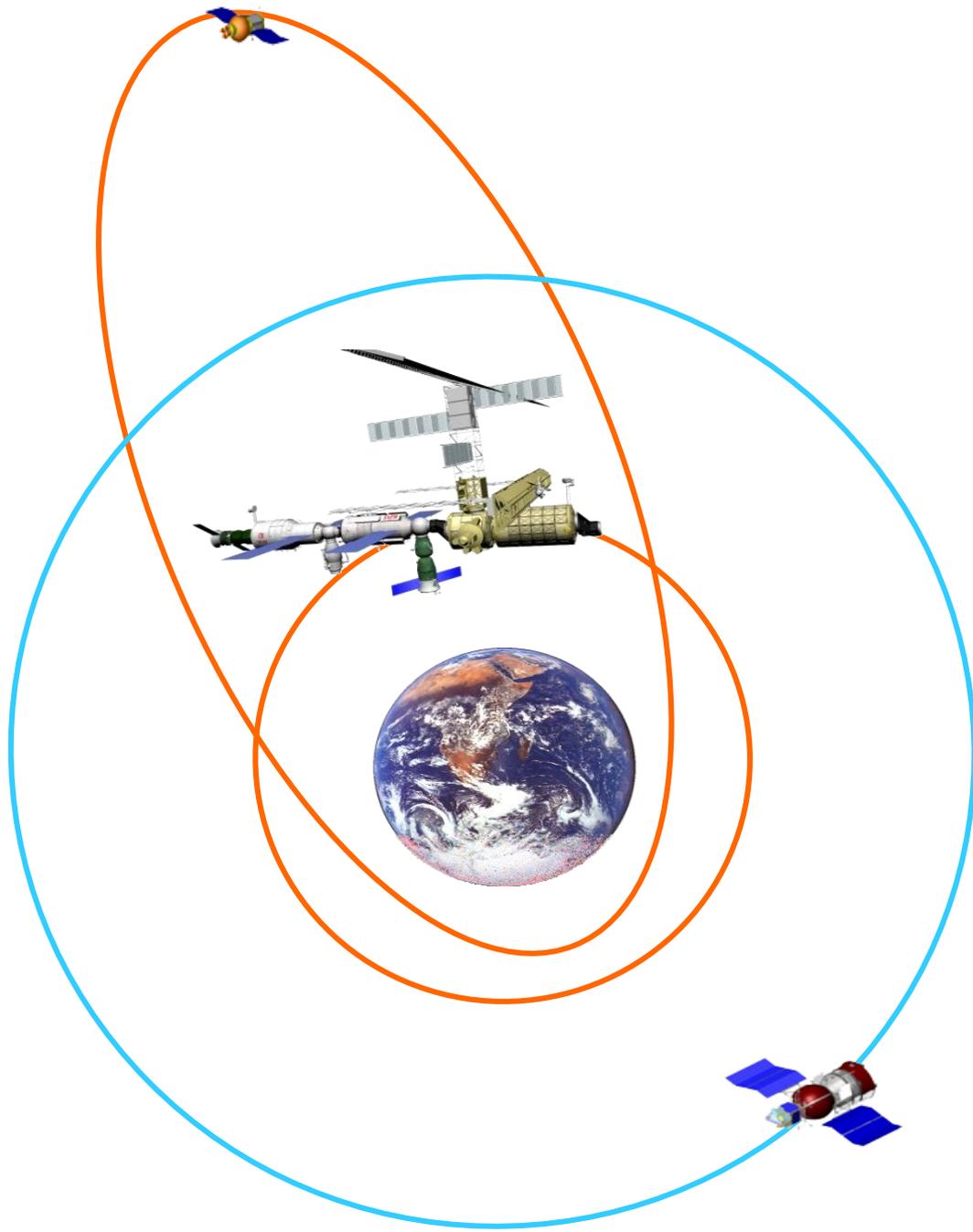
Высота орбиты – до 800 км

Полоса обзора – 450-500 км

**Средняя частота принимаемого сигнала
– 1415 МГц**

Энергопотребление КНА - до 60 Вт

Срок активного существования КА – 5 лет



**ПРОГРАММА МЕДИКО-
БИОЛОГИЧЕСКИХ
ИССЛЕДОВАНИЙ
С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ
БЕСПИЛОТНЫХ
КОСМИЧЕСКИХ
АППАРАТОВ «БИОН-М»
И «ВОЗВРАТ-МКА»**



13. ОКР «БИОН - М»

Цели эксперимента:

Головные организации:

1. Биомедицинские эксперименты

Цель: комплексное исследование влияния невесомости на организм и его отдельные функциональные системы.

Объекты исследований:

- монгольские песчанки – 8 самцов;
- мыши С 57bl – 45 самцов;
- гекконы - 15 самок.

2. Исследования по гравитационной биологии, биотехнологии и экзобиологии

Цель: исследование влияния невесомости и факторов открытого космического пространства на внутриклеточные процессы жизнедеятельности.

Объекты исследований:

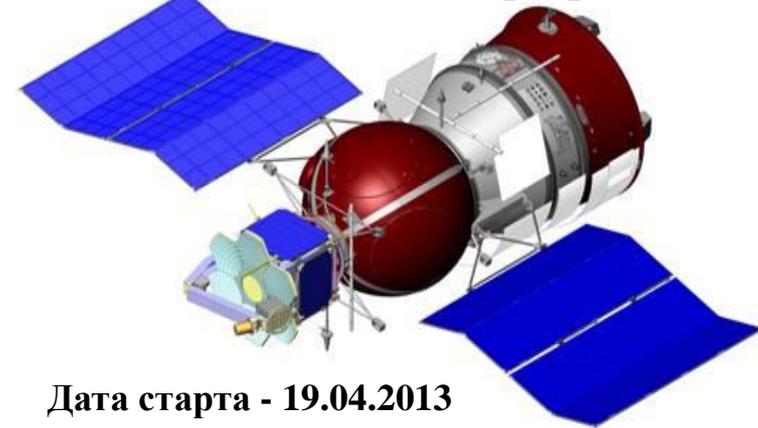
- низшие беспозвоночные животные (улитки);
- низшие позвоночные животные (рыбы);
- микроорганизмы, семена, высшие растения, культуры клеток и тканей;
- биопрепараты.

3. Радиобиологические и радиационно-физические исследования

Цель: изучение биологически значимых характеристик космического ионизирующего излучения и эффектов его воздействия на живые системы.

По КНА и научной программе - ГНЦ РФ - Институт медико-биологических проблем РАН

По РКК – ОАО «РКЦ Прогресс»



Дата старта - 19.04.2013

Ракета - Союз 2

Запуск с космодрома Байконур

Параметры орбиты: круговая 575 км

Наклонение - 64,9°

Продолжительность полетов - 30 дней

Масса аппарата - 6480 кг

Вес научного оборудования:

внутри - 650 кг

снаружи - 250 кг

Энергоснабжение научной аппаратуры - 550 W





Наиболее значимые результаты исследований

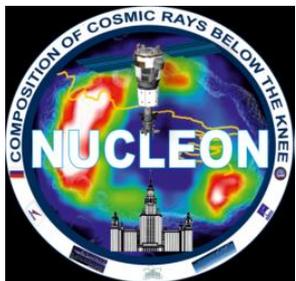
Исследования структур мозга ответственных за процессы обучения и памяти показали, что у животных после полета наблюдается существенные изменения в концентрации моноаминов и их метаболитов, при этом поведенческие тесты животных показали, что новый навык у них вырабатывался после полета значительно хуже. Это подтверждают и исследования экспрессии генов, показано существенное влияние космического полета на экспрессию генов, контролирующих нейротрофический фактор мозга BDNF, серотониновую и дофаминовую системы.

Впервые показано снижение сократимости базилярной артерии у мышей полетной группы. Это может быть причиной неадекватного увеличения кровотока в мозге, повышения внутричерепного давления и нарушения функций головного мозга по переработке сенсорной информации, регуляции движений тела и висцеральных функций, а также высшей нервной деятельности.

Впервые показано увеличение способности продукции клетками костного мозга у полетных мышей ИЛ-1 (интерлейкин-1) - потенциального регулятора костной резорбции и одного из факторов, вовлеченных в патогенез остеопороза.

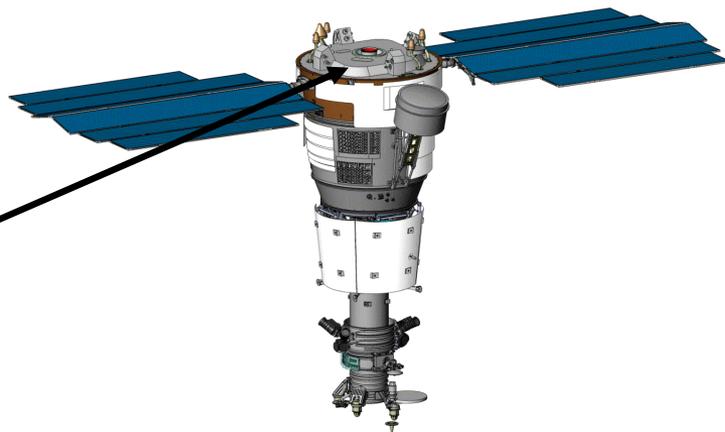
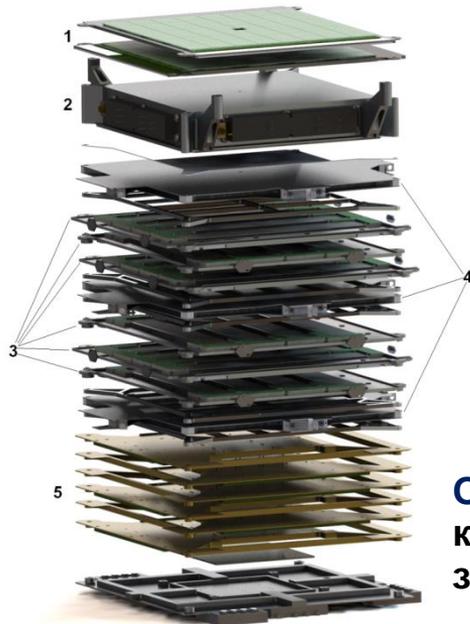
Впервые показана возможность выживания спор бактерий в искусственном метеорите при прохождении плотных слоев атмосферы.





«Нуклон»

Эксперимент на борту «Ресурс-П2» по регистрации космических лучей ядерно-физическими методами



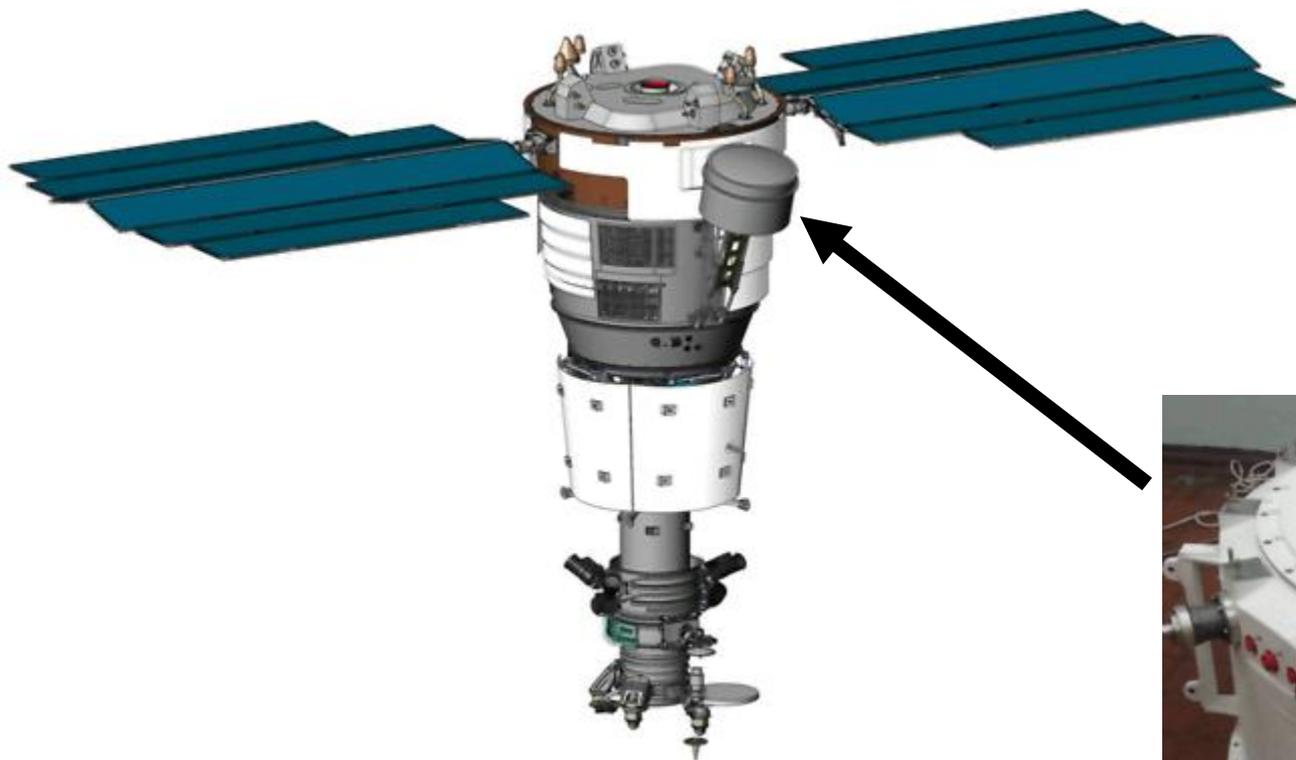
Задачи астрофизического эксперимента НУКЛОН

Основная - экспериментальное изучение химического состава ядер космических лучей в области энергий 10^{12} - 10^{15} эВ с поэлементным зарядовым разрешением.

Дополнительная – выделение из состава космических лучей спектра электронов (позитронов), определение их энергетического спектра в области энергий 300-3000 ГэВ.

Головная научная организация – Научно-исследовательский институт ядерной физики им. Д.В. Скобельцына Московского Государственного университета (www.sinp.msu.ru)

Комплекс научной аппаратуры НУКЛОН в составе КА «Ресурс-П» № 2



Орбита круговая,
солнечно-синхронная,
Высота ~475 км;
Наклонение ~97 град.

Масса ГК ~360 kg

Энергопотребление ~160 Вт

Суточный объем ТМ ~10 ГБ

Запуск КА 25 июня 2013 года

Срок активного существования более 5 лет.

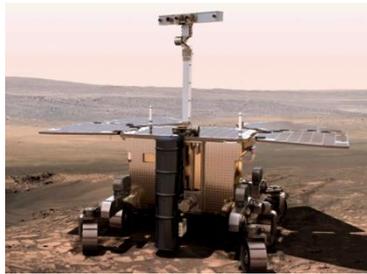


Б. Проекты на этапах ОКР:

- **Б1. Проекты в области исследований планет и малых тел Солнечной системы**
- **Б2. Проекты в области исследований по физике Солнца**
- **Б3. Проекты в области внеатмосферной астрономии**



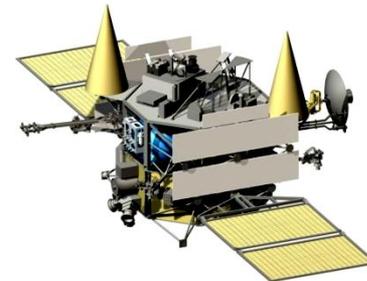
«ЭкзоМарс №1»
Запуск КА в 2016 г.



«ЭкзоМарс №2»
Запуск КА в 2018 г.



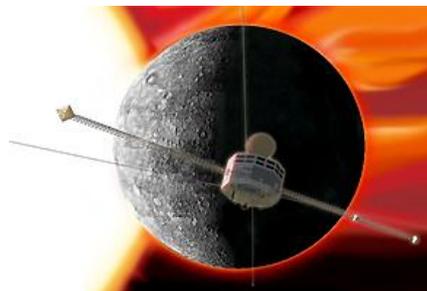
«Луна-Глоб»
Запуск КА в 2019 г.



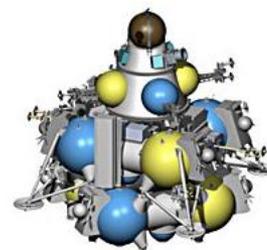
«Луна-Ресурс-1О»
Запуск КА в 2020 г.



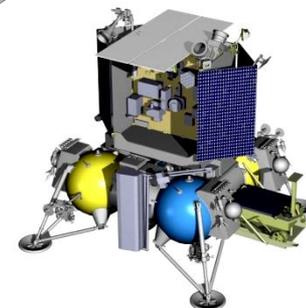
«Экспедиция»
Запуск КА в 2024 г.



«Сервейер» («Бепи-Коломбо»)
Запуск КА в 2017 г.



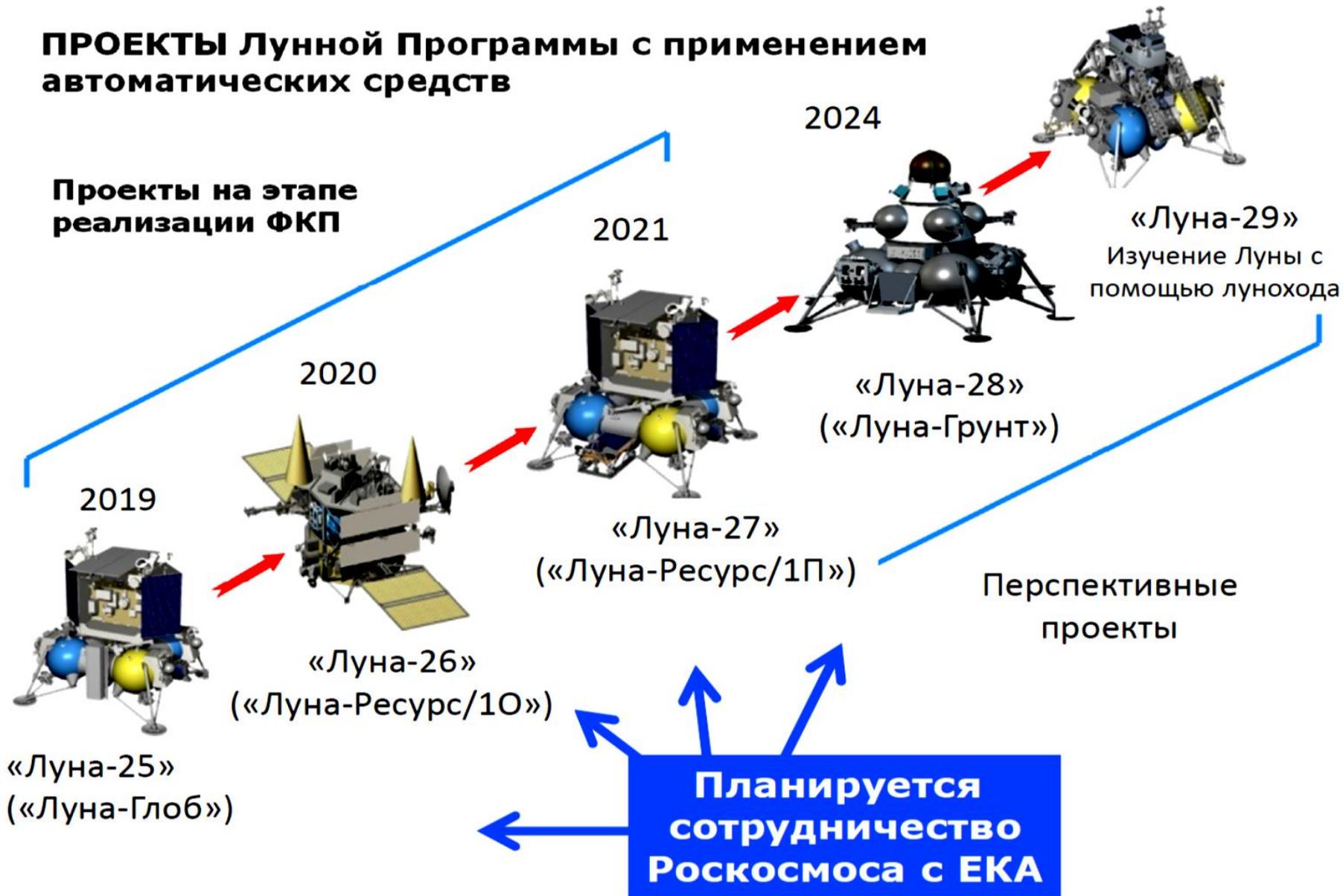
«Луна-Грунт»
Запуск КА в 2024 г.



«Луна-Ресурс-1П»
Запуск КА в 2021 г.

ПРОЕКТЫ Лунной Программы с применением автоматических средств

Проекты на этапе реализации ФКП



«Луна-25»
(«Луна-Глоб»)

«Луна-26»
(«Луна-Ресурс/10»)

«Луна-27»
(«Луна-Ресурс/1П»)

«Луна-28»
(«Луна-Грунт»)

«Луна-29»
Изучение Луны с
помощью лунохода

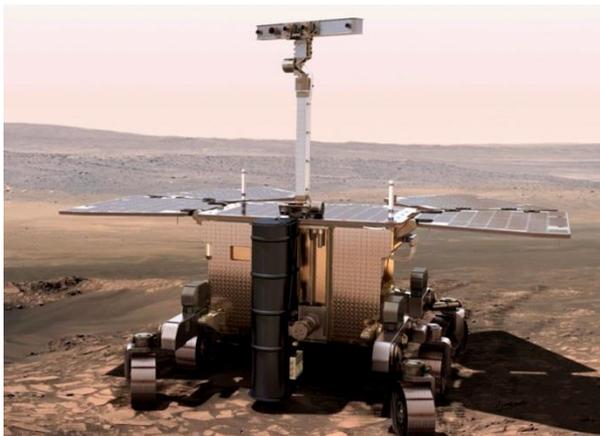
Планируется
сотрудничество
Роскосмоса с ЕКА

Перспективные
проекты

Проект «ЭкзоМарс» – исследования Марса с использованием российского десантного модуля и КА совместно с Европейским космическим агентством



Запуск КА «ЭкзоМарс» №1 (ЕКА) - 2016 г.
Прибытие к Марсу и сброс посадочного модуля – 19.10.2016



Запуск КА «ЭкзоМарс» № 2 - 2018 год

Цель проекта:

создание космической системы, включающей:

- средства выведения, адаптированные к задачам запусков КА в 2016 (№ 1) и 2018 (КА № 2) годах;
- десантный модуль (ДМ) для КА № 2, включая комплекс научной аппаратуры (КНА);
- наземные научные комплексы (ННК) для КА №1 и №2;
- наземный комплекс управления полетом и посадочной платформой КА № 1 и № 2.

Срок активного существования КА № 2 - 3 года

Выполнение программы научных исследований в течение срока активного существования КА № 1 и № 2 - 2020 год

Головная научная организация - Институт космических исследований Российской академии наук (<http://www.iki.rssi.ru>)

Головная организация по ракетно-космическому комплексу – НПО им. С.А. Лавочкина

Российское научное участие в проекте «ЭкзоМарс»

Запуск 2016 года

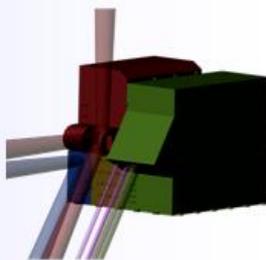


Орбитальный КА TGO
(Trace Gas Orbiter)

Посадочный модуль
EDM

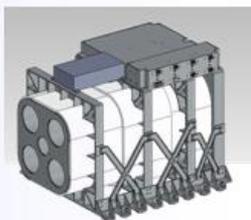
АЦС (ACS – Atmospheric Chemistry Suite)

Спектрометрический комплекс для изучения химического состава атмосферы и климата Марса. Состоит из трех спектрометров (эшелле-спектрометры ближнего и среднего ИК диапазона, Фурье-спектрометр) и системы сбора информации. Масса: 30.5 кг.



ФРЕНД (FREND – Fine Resolution Epithermal Neutrons Detector)

Нейтронный прибор с коллиматором и модулем дозиметрии. Нейтронные измерения проводятся в узком поле зрения, что позволяет измерить распространенность воды под поверхностью Марса с высоким разрешением. Масса: 36.5 кг.



Запуск 2018 года



Марсоход
EKA

Посадочная
платформа

ИСЕМ (ISEM – Infrared Spectrometer for ExoMars)

ИК спектрометр на мачте марсохода. Исследование минералогического состава грунта. Масса: 1.3 кг



АДРОН-РМ (ADRON-RM)

Нейтронный спектрометр. Поиск воды в грунте Марса до глубины 1 метр вдоль трассы движения марсохода. Масса: 1.7 кг



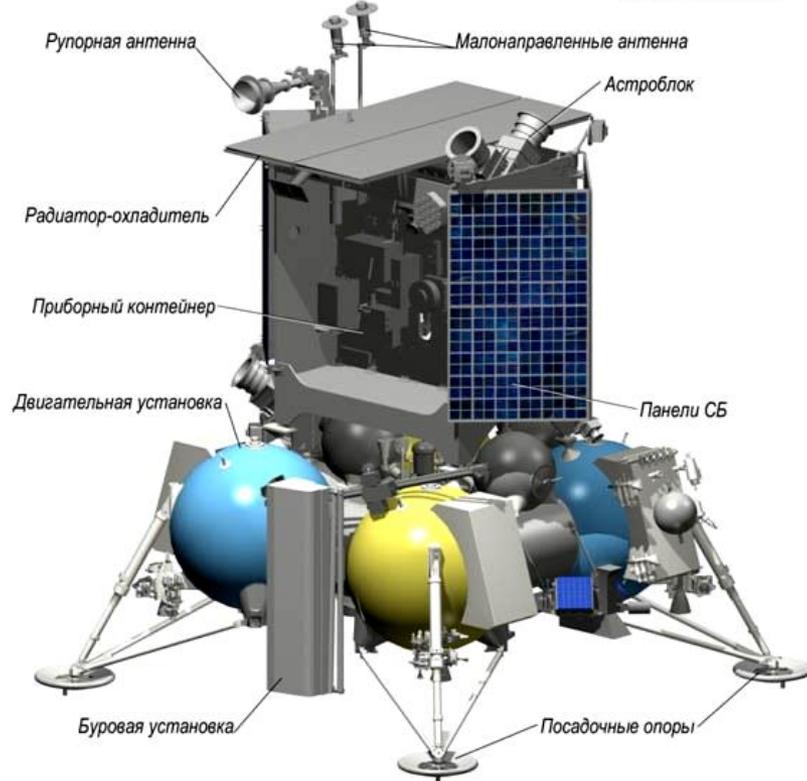
Комплекс научной аппаратуры

КНА весом 50 кг. Начался этап эскизного проектирования. Окончательный отбор полезной нагрузки в 2014 году по результатам ЭП и международного конкурса.

Проект «Луна-Глоб» - исследования поверхности Луны в околополярной области с использованием космического комплекса, включающего посадочный аппарат для отработки мягкой посадки на Луну.

Цель проекта – создание космического комплекса, включающего посадочный аппарат для отработки технологии мягкой посадки на Луну и исследований поверхности Луны в околополярной области.

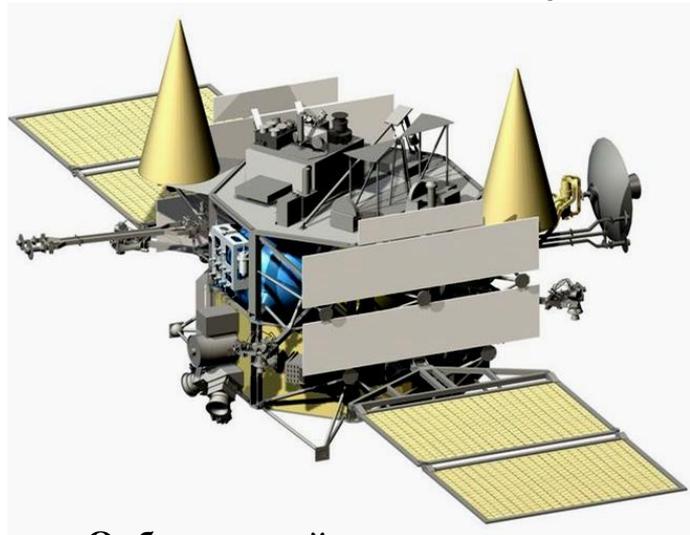
Срок активного существования КА – 1 год
Запуск КА «Луна-Глоб» - 2019 год



Головная научная организация - Институт космических исследований
Российской академии наук (<http://www.iki.rssi.ru>)

Головная организация по ракетно-космическому комплексу –
НПО им. С.А. Лавочкина

Проект «Луна-Ресурс-1» – проведение дистанционных исследований Луны, контактных исследований поверхности Луны в околополярной области и исследований взаимодействия факторов космической среды с поверхностью Луны с использованием космического комплекса, включающего орбитальный (ОА) и посадочный аппараты (ПА).



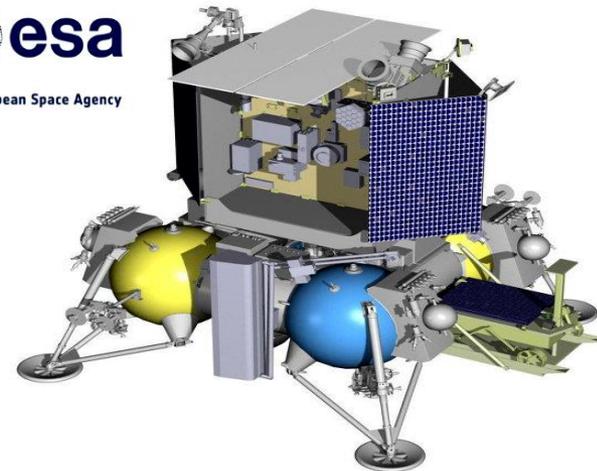
Орбитальный аппарат

Цель проекта – создание космических комплексов, включая орбитальный аппарат для дистанционных исследований Луны и обеспечения связи с посадочными аппаратами и полноразмерный посадочный аппарат для проведения контактных исследований поверхности Луны в околополярной области, исследования взаимодействия факторов межпланетной среды с поверхностью Луны.

Срок активного существования ОА - не менее 3-х лет
Запуск КА «Луна-Ресурс-1О» (ОА) - 2020 год
Срок активного существования ПА - 1 год
Запуск основного КА «Луна-Ресурс-1П» (ПА) - 2021 год
Запуск резервного космического аппарата «Луна-Ресурс-1П» (ПА) - 2021 год

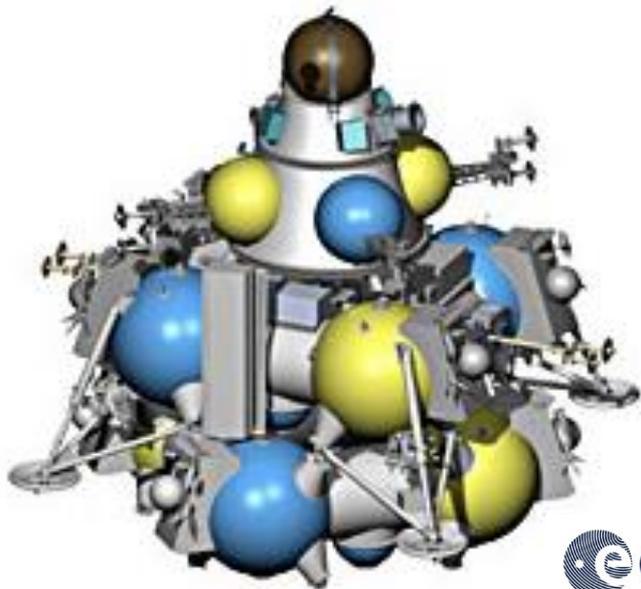
Головная научная организация - Институт космических исследований Российской академии наук (<http://www.iki.rssi.ru>)

Головная организация по ракетно-космическому комплексу –
НПО им. С.А. Лавочкина



Посадочный аппарат

Проект «Луна-Грунт» – доставка на Землю образцов грунта Луны с использованием космического комплекса с грунтозаборным устройством, техническими средствами забора и термостатирования образцов грунта.



Цель проекта – создание космического комплекса с грунтозаборным устройством, техническими средствами забора и термостатирования образцов грунта и доставки образцов грунта на Землю с использованием задела, разработанного в опытно-конструкторской работе «Экспедиция-М» («Марс-Грунт»).



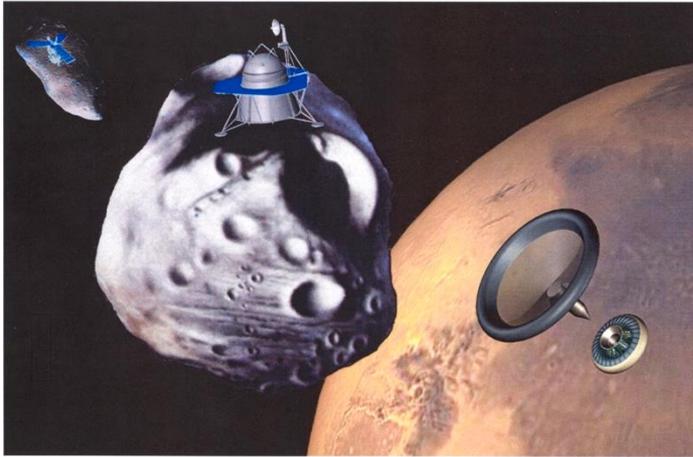
Срок активного существования посадочного космического аппарата – 1 год

Запуск космического аппарата «Луна-Грунт» - 2024 год

Головная научная организация - Институт космических исследований
Российской академии наук (<http://www.iki.rssi.ru>)

Головная организация по ракетно-космическому комплексу –
НПО им. С.А. Лавочкина

Проект «Экспедиция-М» - исследования Марса и его спутников, а также доставки образцов вещества Фобоса на Землю с использованием российских космических аппаратов.



Цель проекта – создание космических комплексов для исследований Марса и его спутников, а также доставки образцов вещества Фобоса на Землю.

Сроки запусков космических аппаратов – 2024 год.

Выполнение программы научных исследований осуществляется в течение срока активного существования космических аппаратов.

Головная научная организация - Институт космических исследований Российской академии наук (<http://www.iki.rssi.ru>)

Головная организация по ракетно-космическому комплексу – НПО им. С.А. Лавочкина



Вариант общего вида КА «Экспедиция-М»

Проект «Марс-Сервейер»

Цель проекта – создание и установка российских научных приборов на зарубежные космические аппараты **«Бепи Колумбо»**, **«ЭкзоМарс»** и другие, а также управление ими для выполнения совместных международных программ исследований **Марса, Венеры, Меркурия и Луны.**

Проект «Бепи-Колумбо» объединяет усилия ЕКА и JAXA в изучении Меркурия, в нем участвуют специалисты из стран Европы, Японии и России.

Проект включает два орбитальных аппарата: европейского **«Mercury Planetary Orbiter (МРО)»**, посвященного исследованию поверхности и внутреннего строения планеты, и японского **«Mercury Magnetospheric Orbiter (ММО)»**, посвященного исследованию магнитного поля и магнитосферы.

•Задачи проекта включают исследования:

- происхождения и эволюции планеты, близкой к родной звезде,
- Меркурия как планеты: его форма, внутреннее строение, геология, состав поверхности, кратеры,
- экзосферы Меркурия: ее состава и динамики,
- магнитосферы Меркурия: ее структуры и динамики,
- магнитного поля Меркурия,
- полярных отложений: их состава и природы.



Запуск- 27 января 2017 г.

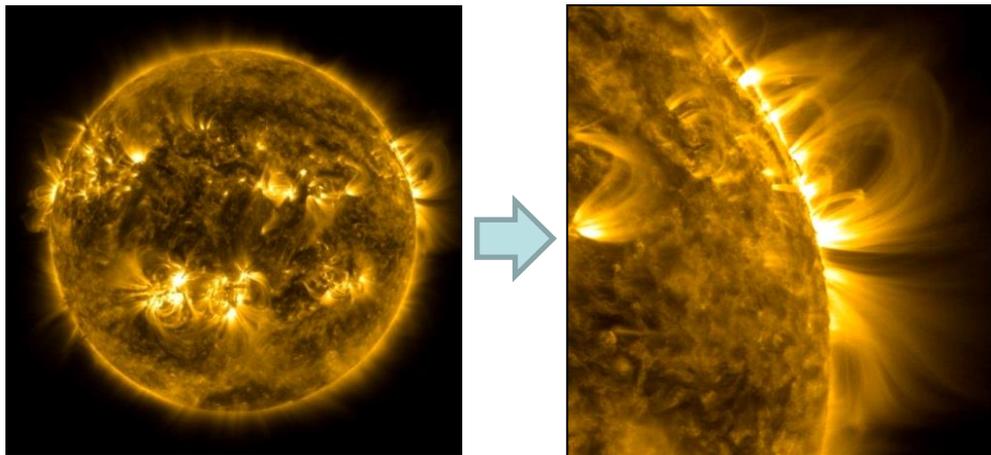
Приборы с участием сотрудников Института космических исследований РАН:

Ультрафиолетовый спектрометр «PHEBUS» регистрирует спектры излучения экзосферы планеты в диапазоне вакуумного ультрафиолета от 50 до 330 нм.

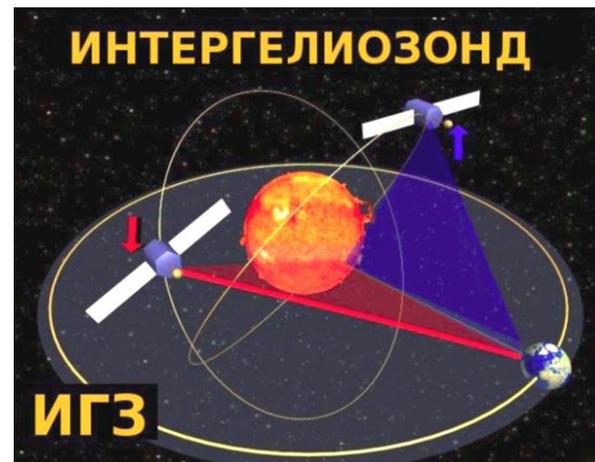
Камера наблюдения в лучах натрия «MSASI» - первичная цель прибора - определение причин появления Na в экзосфере Меркурия.

Сайт проекта: <http://sci.esa.int/bepicolombo/>

Проекты в области исследований по физике Солнца



«АРКА»
Попутный запуск КА - 2024 год



«Интергелиозонд»
Запуск КА – после 2025 года

Проект «АРКА»

Цель проекта - получение в спектральных линиях вакуумного ультрафиолетового диапазона изображений короны и переходного слоя Солнца со сверхвысоким пространственным разрешением в спектральных линиях вакуумного ультрафиолетового диапазона, недоступных с поверхности Земли.

Основные научные задачи проекта:

- главная задача – получить рекордное угловое разрешение $0.1''$ (~ 75 км на поверхности Солнца);
- определение механизма нагрева солнечной короны и горячих звёздных атмосфер;
- определение механизмов накопления и высвобождения энергии солнечных вспышек;
- определение связи между микро- и макро-проявлениями солнечной активности;
- определение механизмов и энергетики микровспышек и определение их роли в формировании горячей короны Солнца.

Попутный запуск КА «АРКА» - 2024 год.

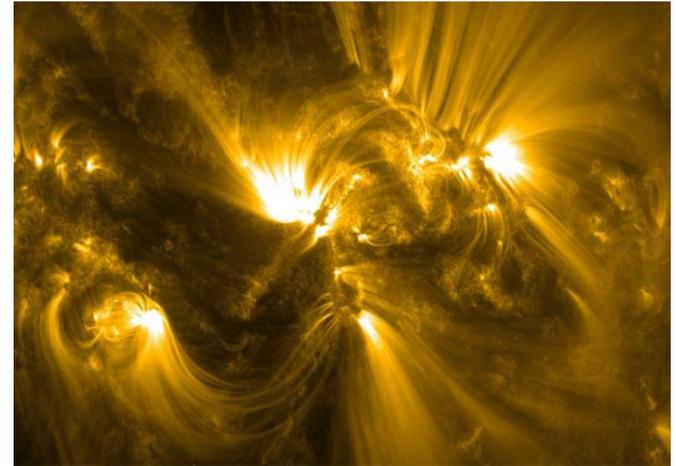
Срок активного существования (САС) КА - не менее 3 лет

Выполнение программы научных исследований осуществляется в течение САС.

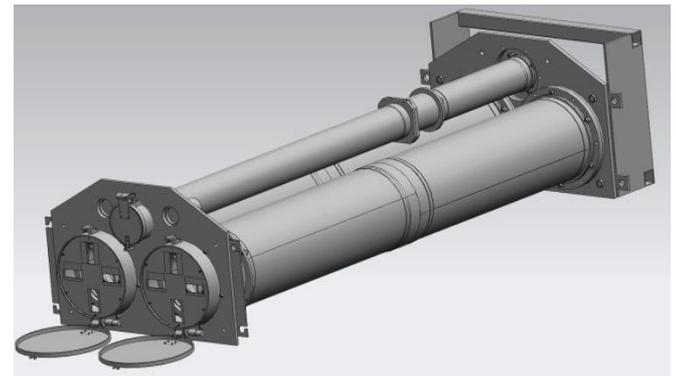
Головная научная организация -

Физический институт им. П.Н. Лебедева

Российской академии наук (www.lebedev.ru)



Солнечная микроактивность



Эскизный облик научной аппаратуры

Проект «Интергелиозонд»

Цель проекта - гелиофизические исследования Солнца и внутренней гелиосферы с использованием двух КА на гелиоцентрических внеэклиптических орбитах с минимальным расстоянием подлета к Солнцу в пределах 80 радиусов Солнца, обеспечивающих проведение наблюдений Солнца с высокой чувствительностью и разрешением в оптическом, ультрафиолетовом, рентгеновском и гамма-диапазонах, а также проведение измерений параметров солнечного ветра и гелиосферного магнитного поля для решения проблем разогрева солнечной короны и ускорения солнечного ветра, для изучения происхождения солнечных вспышек и коронарных выбросов плазмы, для изучения солнечного динамо и механизма солнечного цикла.

Основные научные задачи включают исследования:

- магнитных полей и течений в приполюсных областях Солнца;
- тонкой структуры и динамики солнечной атмосферы;
- механизмов нагрева солнечной короны и ускорения солнечного ветра;
- происхождения и глобальной динамики солнечных вспышек и выбросов массы, а также их влияния на гелиосферу и космическую погоду;
- генерации и распространения солнечных энергичных частиц на Солнце и в гелиосфере.



Запуск – после 2025 года

Срок активного существования КА - не менее 5 лет.

Головная научная организация - Институт космических исследований Российской академии наук (<http://www.iki.rssi.ru>)

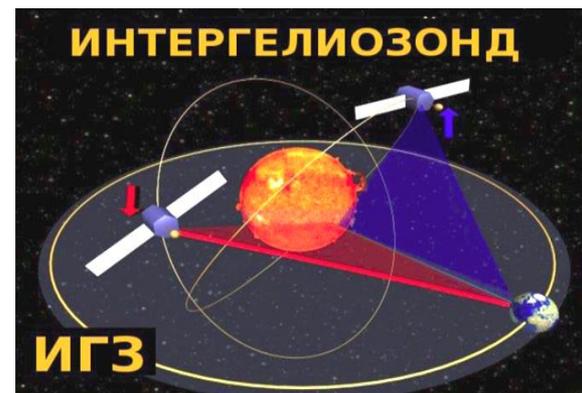
Головная организация по ракетно-космическому комплексу – НПО им. С.А.Лавочкина

Научные руководители проекта:

академик Зеленый Л.М. (lzelenyi@iki.rssi.ru) и

д.ф.-м.н. Кузнецов В.Д. – Институт земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн Российской академии наук

(kvd@izmiran.ru)



Баллистическая схема проекта в составе двух КА



Проект «Резонанс» для исследований в области солнечно-земных связей

Цель проекта - исследования взаимодействия электромагнитных волн и частиц в магнитосфере Земли с использованием малых КА.

Основные научные задачи:

- исследования процессов распространения низкочастотных волн в магнитоактивной плазме магнитосферы Земли;
- изучение механизмов резонансного взаимодействия волн и частиц в околоземном космическом пространстве;
- получение данных для контроля техногенных воздействий на магнитосферу Земли и геофизические процессы.

Стратегия измерений:

Запуск трех КА проекта «Резонанс» (2 КА "Резонанс" и 1 КА "Резонанс-МКА") одной РН в 2021-2022 годах

Срок активного существования КА – не менее 3 лет

Головная научная организация – Институт космических исследований РАН (<http://www.iki.rssi.ru>)

Научный руководитель академик Зеленый Л.М. (lzelenyi@iki.rssi.ru)

Головная организация по ракетно-космическому комплексу НПО им. С.А. Лавочкина

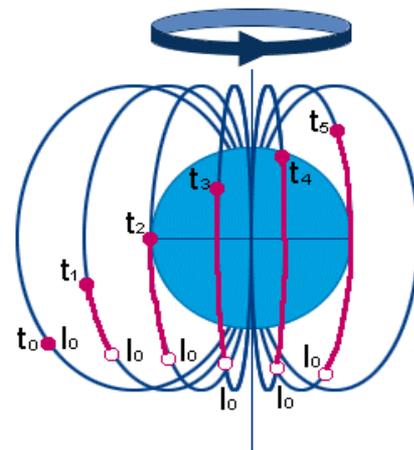


Иллюстрация движения спутника «РЕЗОНАНС» в магнитной трубке нагревного стэнда

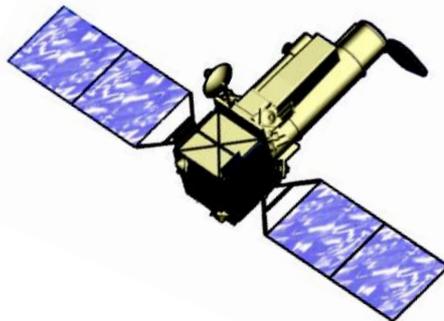


Полетная конфигурация спутника проекта «РЕЗОНАНС»

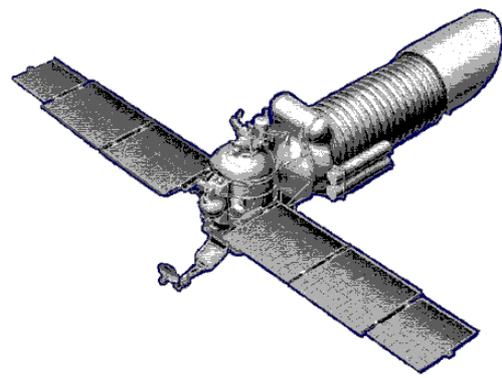
Проекты в области внеатмосферной астрономии



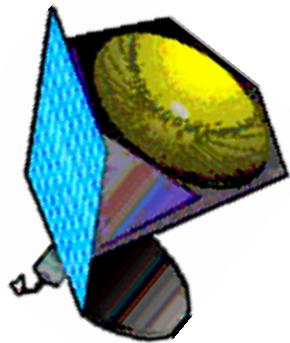
«СПЕКТР – Р»
(18 июля 2011 г.)



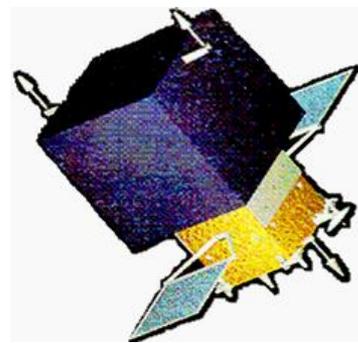
«СПЕКТР – РГ»
(2017 г.)



«СПЕКТР – УФ»
(2021 г.)



«МИЛЛИМЕТРОН»
(2025 г.)



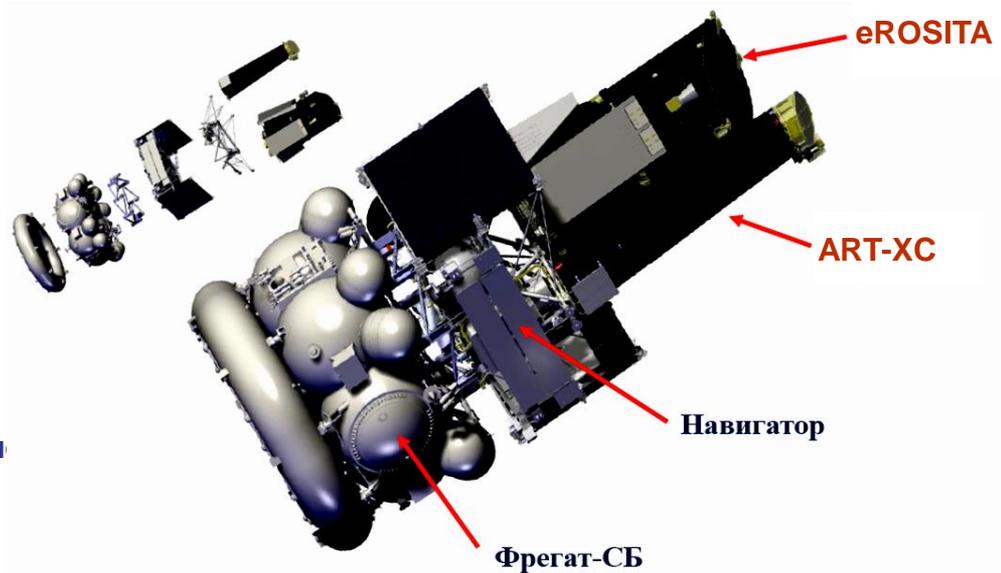
«ГАММА-400»
(2025 г.)

Проект «СПЕКТР-РГ»

Цель проекта - проведение исследований астрофизических объектов в рентгеновском диапазоне спектра электромагнитного излучения.

Главные научные задачи проекта:

- **Полный обзор всего неба** с рекордной чувствительностью, угловым и энергетическим разрешением в жестком диапазоне энергий (≤ 12 кэВ);
- **Обнаружение** до 100 тысяч новых скоплений и групп галактик (Крупномасштабная структура Вселенной, DE, $N(z)$, $P(k)$);
- **Систематическая регистрация** всех скрытых сверхмассивных черных дыр в ближайших галактиках и много (до 3 миллионов) новых Ядер Активных Галактик (исследование взаимосвязи эволюции Черных дыр и галактик);
- **Исследования** отобранных источников в режим трехосной стабилизации;
- **Измерения температуры** для ~1000 скоплений галактик;
- **Спектроскопия и временной анализ** галактических (рентгеновские двойные системы, аномальные пульсары, остатки вспышек сверхновых) и внегалактических рентгеновских источников (скопления галактик, АЯГ, гамма-всплески).



Размещение основных научных приборов на платформе СРГ



Головная научная организация – Институт космических исследований Российской академии наук (<http://www.iki.rssi.ru>);

Головная организация по ракетно-космическому комплексу - НПО им. С.А. Лавочкина.

Рабочая орбита - окрестность точки либрации L2 системы Солнце - Земля

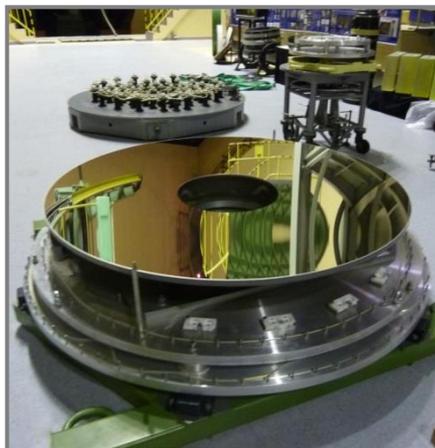
Срок активного существования КА
– не менее 7 лет

Запуск КА – 2017 год

Проект «Спектр-УФ» («Всемирная Космическая Обсерватория»)

Цель проекта – создание обсерватории для наблюдений астрономических объектов в ультрафиолетовом (115 - 320 нм) диапазоне спектра, включая:

- Спектральные наблюдения с высоким спектральным разрешением (разрешающая сила R не менее 50 000);
- Спектральные наблюдения с длинной (высокой) щелью (R не менее 1000);
- Получение изображений с очень высоким разрешением (не хуже 0.1 угл.сек.)



Главное зеркало телескопа Т-170М в ЛЗОС



Телескоп Т-170М в НПО им. Лавочкина

Головная организация: НПО им. С.А. Лавочкина.

Головная научная организация: Институт астрономии РАН

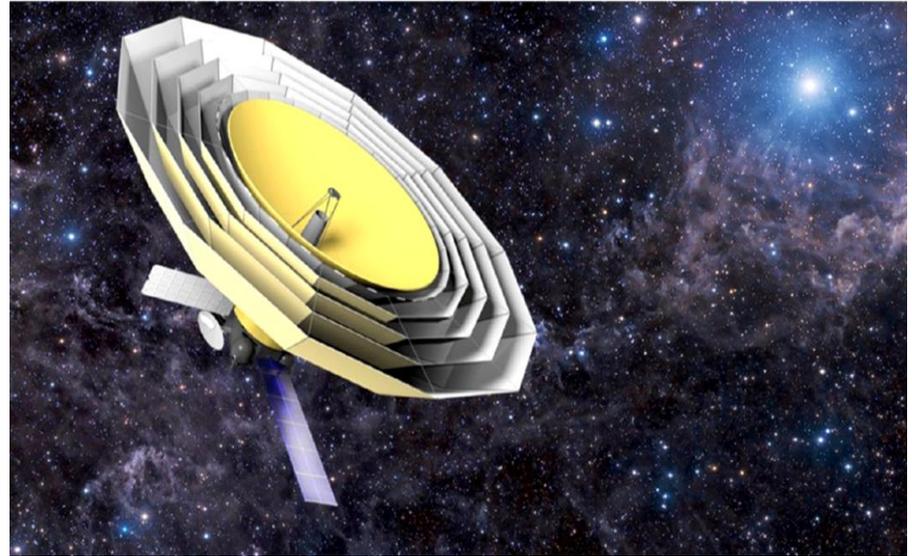
Основной партнер: Испания



Орбита: геосинхронная, наклонение 51.4°
Срок активного существования: 5-7 лет
Запуск: 2021 год

Проект «Миллиметронтрон»

Цель проекта - создание космического комплекса, включающего космическую обсерваторию «Миллиметронтрон» и интерферометр Земля – Космос на её основе для исследований астрономических объектов со сверхвысокой чувствительностью в миллиметровом, субмиллиметровом и дальнем инфракрасном диапазонах спектра электромагнитного излучения.



Основные научные задачи проекта -

- создание космического комплекса, включающего космическую обсерваторию с орбитой в районе точки либрации L2 системы Солнце - Земля – основу интерферометра со сверхвысоким угловым разрешением до 30 наносекунд дуги, обеспечивающего получение информации о глобальной структуре Вселенной, строении и эволюции галактик, их ядер, звезд и планетных систем, а также об органических соединениях в космосе, объектах со сверхсильными гравитационными и электромагнитными полями.



Срок активного существования космического аппарата – не менее 7 лет

Наземная экспериментальная отработка комплекса научной аппаратуры – 2016-2025 годы

Рабочая конструкторская документация космического аппарата – 2023-2025 годы

Головная научная организация - Астрокосмический центр физического института им. П.Н.Лебедева РАН (asc-lebedev.ru);

Головная организация по ракетно-космическому комплексу – НПО им. С.А. Лавочкина

Проект «ГАММА-400»

Цель проекта - создание космического комплекса, включающего космическую обсерваторию для исследований гамма-излучения в диапазоне высоких энергий.

Основные научные задачи:

- получение данных для определения природы «темной материи» во Вселенной

создание космической обсерватории с высоким угловым и энергетическим разрешением (превышающим в 10 раз американский гамма-телескоп Fermi-LAT), обеспечивающей, развития теории процессов в активных астрофизических объектах, происхождения высокоэнергичных космических лучей и физики элементарных частиц, исследования космического гамма-излучения в диапазоне высоких энергий (~20 МэВ – ~1000 ГэВ) и рентгеновского излучения в диапазоне энергий 5 – 30 кэВ.



ОСНОВНЫЕ ФИЗИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ГАММА-ТЕЛЕСКОПА «ГАММА-400»

- Энергетический диапазон регистрации – 0,02-1000 ГэВ
- Площадь регистрации – 80x80 см²
- Светосила – 3000 см² ср
- Апертура – ±45°
- Угловое разрешение – ~0,01° при E = 100 ГэВ
- Энергетическое разрешение – ~1% при E = 100 ГэВ
- Объем телеметрической информации – 100 Мбайт/сут
- Масса – 2500 кг

Срок активного существования космического аппарата – не менее 7 лет

Наземная экспериментальная отработка космического комплекса – 2020-2025 годы

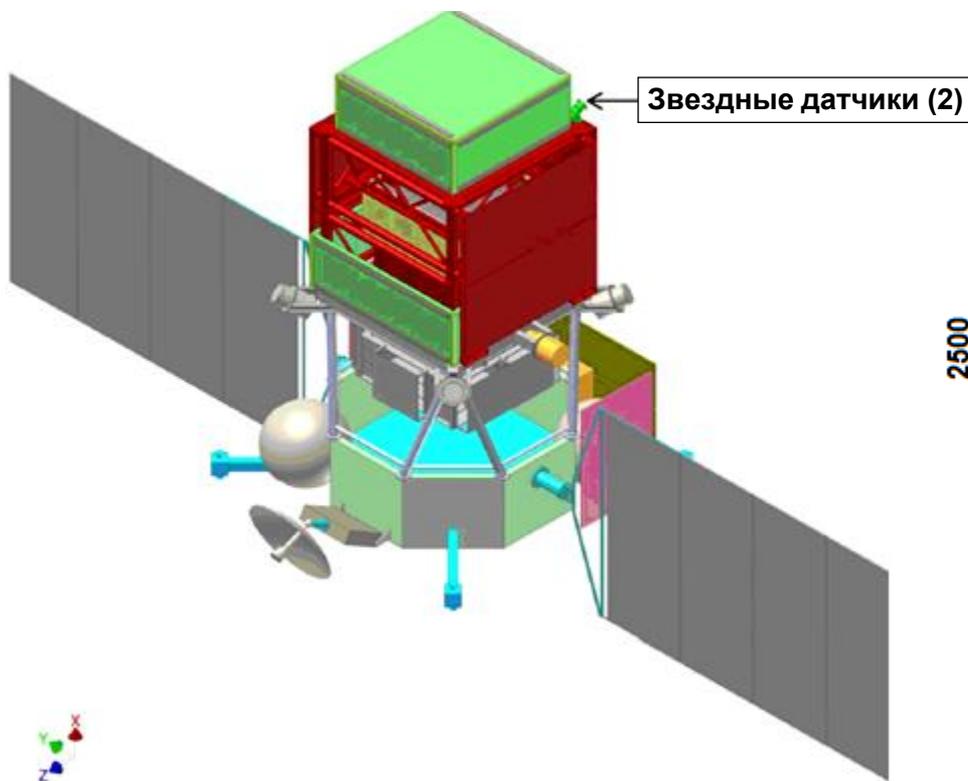
Изготовление составных частей летного образца комплекса научной аппаратуры – 2025 год

Головная научная организация - Физический институт им. П.Н. Лебедева РАН (www.lebedev.ru);

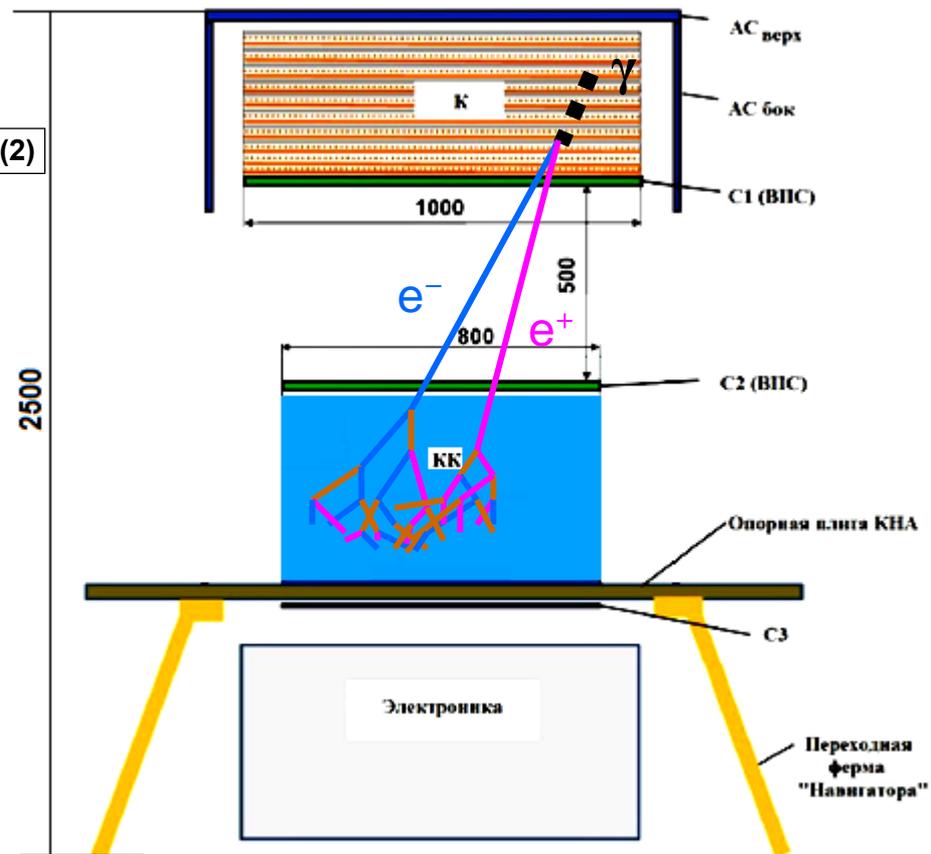
Соисполнители: НИЯУ МИФИ, ИКИ РАН, НИИСИ РАН

Головная организация по ракетно-космическому комплексу – НПО им. С.А. Лавочкина

Предварительная схема размещения КНА «ГАММА-400» на платформе «Навигатор»



Физическая схема «ГАММА-400»



Разработку космического аппарата и платформы «Навигатор» осуществляет НПО им. С.А. Лавочкина