Микроспутн ИКИ

Климов Станислав Иванович

профессор, доктор физико-математических наук, заведующий лабораторией Института космических исследований РАН

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ГОСУДАРСТВАХ – УЧАСТНИКАХ СНГ: ИНТЕГРАЦИЯ, ПОТЕНЦИАЛ РАЗВИТИЯ И ПРАВОВОЙ АСПЕКТ» 4 ОКТЯБРЯ 2011 ГОДА, МОСКВА, ИКИ РАН

900igr.net

СОДЕРЖАНИЕ

1. История космических исследований.

2. Микроспутники для фундаментальных и прикладных космических исследований.

3. Микроспутники ИКИ РАН.

4. Космическая погода и образование.

1. История космических исследований.

4 октября 1957

Заседание Государственной комиссии.
Доклады Сергея Павловича Королёва и
Мстислава Всеволодовича Келдыша

Общество по распространению политических и научных знаний РСФСР

Московский Дом научно-технической пропаганды имени Ф. Э. Дзержинского

Москва, Центр, ул. Кирова, 7

10 МАРТА

ВОСКРЕСНОЕ ЧТЕНИЕ

10 МАРТА

ЗНАЧЕНИЕ ИСКУССТВЕННЫХ СПУТНИКОВ ЗЕМЛИ В РЕШЕНИИ ЗАДАЧ ПРЕДСТОЯЩЕГО МЕЖДУНАРОДНОГО ГЕОФИЗИЧЕСКОГО ГОДА

(Проводится совместно с секцией астронавтики Центрального аэроклуба СССР)

С сообщениями выступают:

1. Председатель секции астронавтики Н. А. ВАРВАРОВ
Проблемы, подлежащие исследованию атмосферы Земли и космического пространства

2. Заместитель председателя секции, доктор физико-математических наук, профессор В. В. ДОБРОНРАВОВ
Теоретические основы создания искусственных спутников Земли

3. Председатель Научно-технического комитета по реактивной технике, конструктор И. А. МЕРКУЛОВ
Способы запуска и принципиальная конструкция искусственных спутников Земли

4. Председатель Научно-технического комитета по космической медицине, кандидат биологических наук П. К. ИСАКОВ
Условия пребывания подопытных животных на искусственных спутниках Земли

Демонстрация научно-популярных кинофильмов

Подготовка программы Международного Геофизического Года МГГ'1957

В мае 1954 г. С.П.Королёв говорит в Кремле о возможности запуска спутника.

- 29 июля 1955 США объявляет о возможности запуска спутника в рамках МГГ
- 3 августа 1955 официальное обсуждение в правительстве СССР (Объект-Д – Спутник 3)
- 2 августа 1955 сообщение акад. Седова на конгрессе МАФ о подготовке спутника.

Официальная информация МГГ

- Январь 1957. Названа дата запуска спутника – лето 1957
- Запуск спутника сдвинут с 6 на 4 ноября в связи с сообщением американской стороны на конференции МГГ в Вашингтоне о запуске спутника.

Подготовка программы Международного Геофизического Года МГГ'1957

В конце 1956 г. С.П.Королёв принимает решение о создании объекта «ПС-1» («простейший спутник»). Объект-Д станет 3-м спутником.

Первый спутник

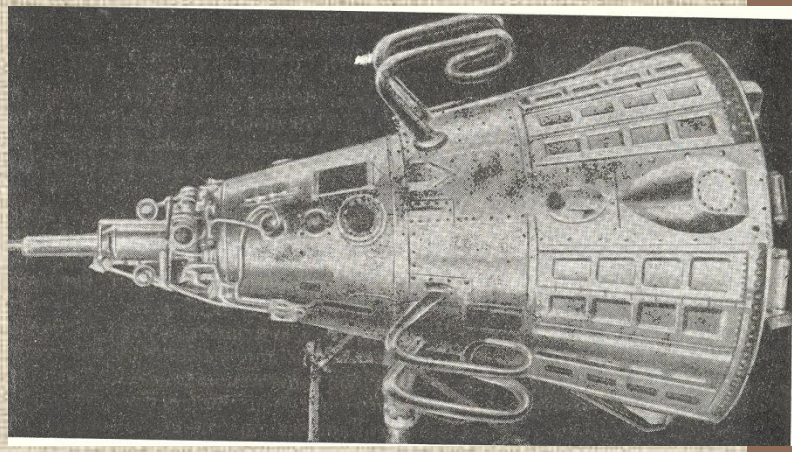
Первым космическим экспериментом был двухчастотный (20 и 40 МГц) радиопередатчик, передававший бир-бип и температуру внутри спутника. Разработчик К.И.Грингауз (ИРЭ – ИКИ)

Масса - 83.6 кг. Орбита - 215х939 км

Спутник-3

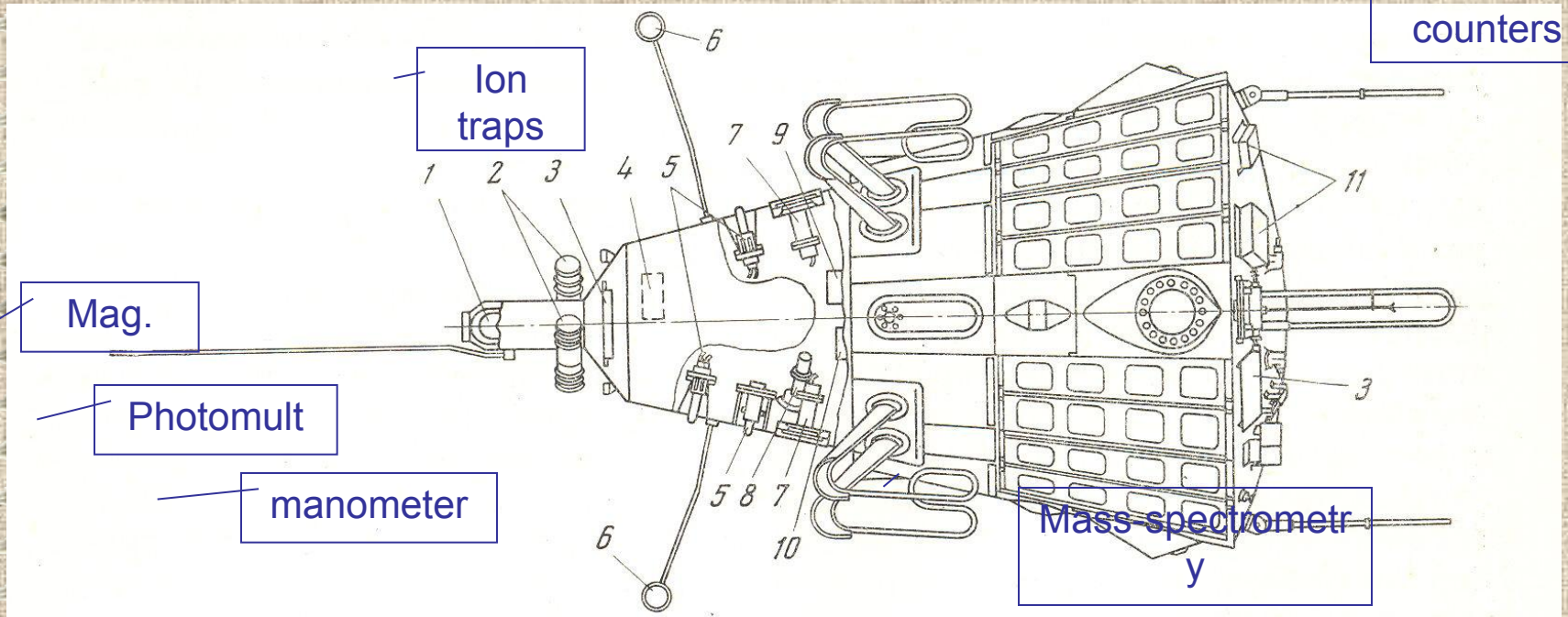
Полномасштабный научный спутник
Май 15, 1958 1327 кг,
Орбита 217x1864 км

- **космическая радиация**
- **солнечные космические лучи**
- **магнитные поля**
- **«холодная» плазма**
- **электрические поля**
- **микрометеориты**



El. fluxmeter

CR counters



Научные результаты Спутника-3

Состав ионосферы: NO^+, O^+, NO^+

Плазменные области (+ Луна-2) :

- **Ионосфера** (100 – 1 000 km)
- **Плазмапауза** (10 000 – 20 000 km)
- **Внешний радиационный пояс** (~ 50 000 km)

Солнечный ветер (> 300 000 km)

Захваченная радиация

ИКИ

В ходе проведения фундаментальных космических исследований СССР и России (1957 – 2010 годы) были определены 6 основных научных направлений:

- Внеатмосферная астрономия.
- Физика космических лучей.
- Изучение солнечной системы.
- Наблюдения Земли.
- Производство материалов в космосе.
- Космическая биология и физиология.

2. Микроспутники для фундаментальных и прикладных космических исследований.

ИКИ

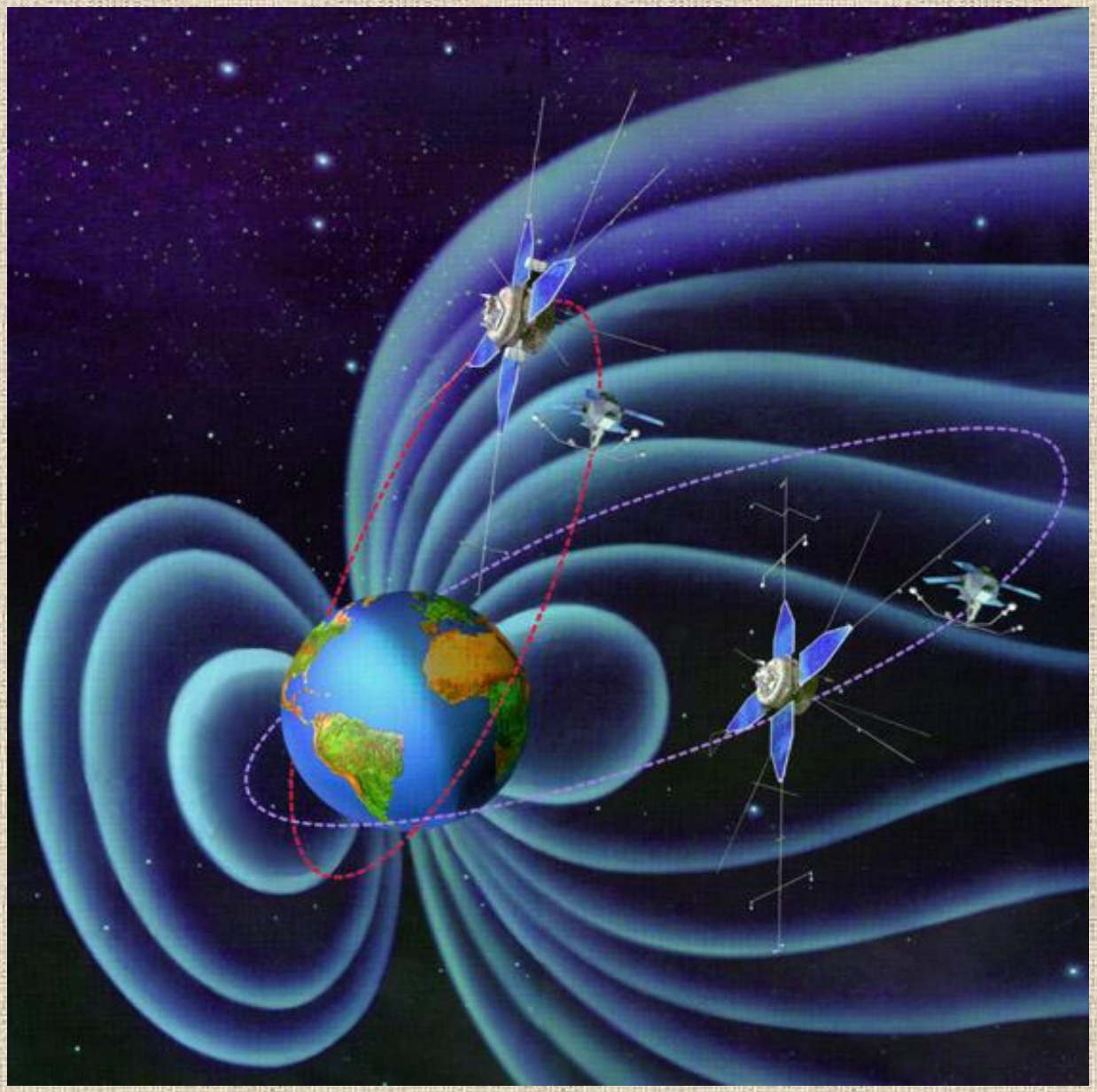
В последнее десятилетие из-за сокращения финансирования всей космической индустрии, наличия конверсионных систем запуска, качественно новых достижений микроэлектроники и микромеханики, доступности элементов космических систем много внимания стало уделяться использованию малых космических аппаратов:
микроспутников – МС (100-10 кг) и наноспутников – ПС (10-1 кг)]
для проведения научных исследований.

Первый микроспутник Университета Суррейя (Англия) UoSAT-1 был запущен в 1981 с помощью США, имел большой успех и проработал 3 года.

Группа показала свою работоспособность!

UoSAT-2 выл сделан в течение 6 месяцев и запущен в 1984.

В 1985 Университет образовал компанию SSTL (Surrey Satellite Technology Limited) для продвижения своих результатов. В период 1986-1996 г.г. SSTL запустила 8 спутников.



INTERBALL-1

Launch – 08.1995 год

- **Perigee - 785 км**
- **Apogee - 200 000 км**
- **Period - 92 ч**
- **Inclination– 62,8**

Reentry 16.10. 2000г.

INTERBALL-2-

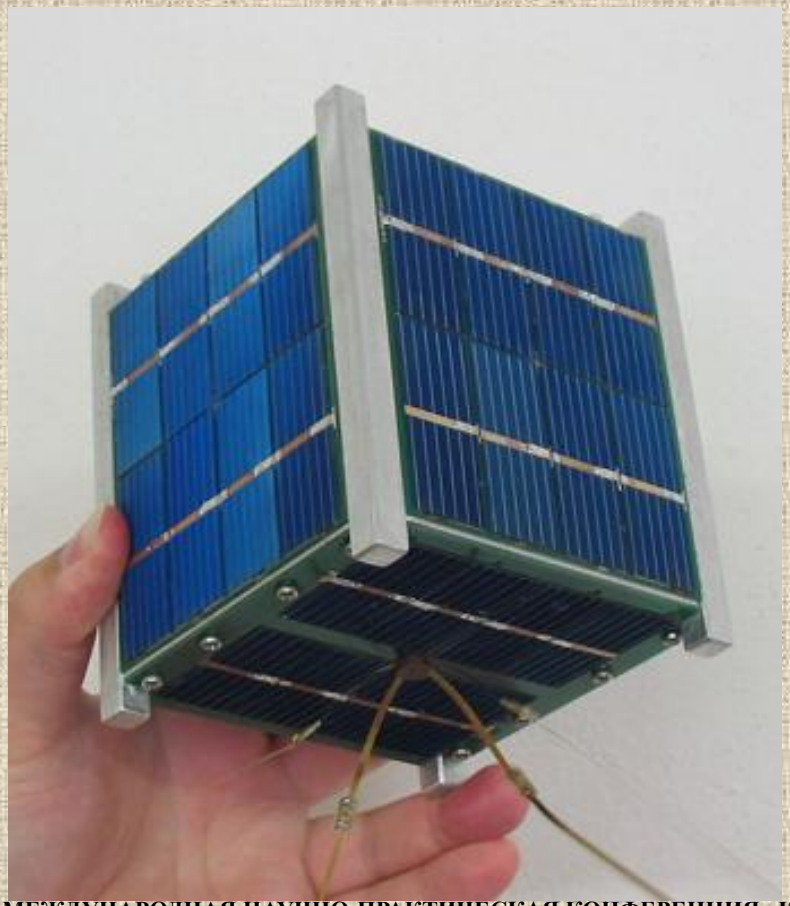
Launch – 08.1996 год

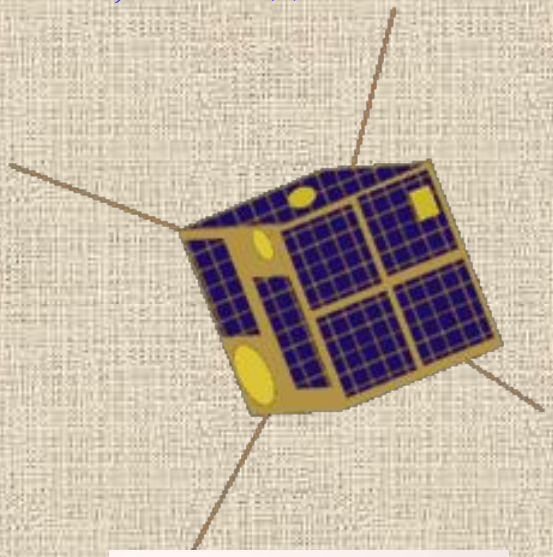
- **Perigee - 770 км**
- **Apogee - 20 000 км**
- **Period - 6 ч**
- **Inclination– 62,8**

Lost 02. 99

Проект CubeSat

Проект CubeSat это международный проект по сотрудничеству более 40 университетов, колледжей и частных фирм. SubeSat используются, в основном, для отработки телекоммуникационных устройств и для дистанционного зондирования. Размер 10х10 см, масса до 1 кг.





Для разработки микроспутников необходимо осуществить комплексный подход к решению поставленных задач путем:

Для разработки микроспутников необходимо осуществить комплексный подход к решению поставленных задач путем:

- **разработки новых методов экспериментальных исследований Земли и околоземного космического пространства с использованием достижений физического приборостроения, микроэлектроники и микромеханики для реализации их на микроспутниковых платформах (МП);**

Для разработки микроспутников необходимо осуществить комплексный подход к решению поставленных задач путем:

- разработки новых методов экспериментальных исследований Земли и околоземного космического пространства с использованием достижений физического приборостроения, микроэлектроники и микромеханики для реализации их на микроспутниковых платформах (МП);
- разработки методов внедрения современных конструкторско-технологических решений в процесс создания конструкций и систем МП;

ИКИ

Для разработки микроспутников необходимо осуществить комплексный подход к решению поставленных задач путем:

- **разработки новых методов экспериментальных исследований Земли и околоземного космического пространства с использованием достижений физического приборостроения, микроэлектроники и микромеханики для реализации их на микроспутниковых платформах (МП);**
- **разработки методов внедрения современных конструкторско-технологических решений в процесс создания конструкций и систем МП;**
- **теоретического анализа методов управления бортовыми системами микро- и нано- космических платформ в целях обеспечения высоких требований по их ориентации и стабилизации, предъявляемых экспериментами;**

ИКИ

Для разработки микроспутников необходимо осуществить комплексный подход к решению поставленных задач путем:

- **разработки новых методов экспериментальных исследований Земли и околоземного космического пространства с использованием достижений физического приборостроения, микроэлектроники и микромеханики для реализации их на микроспутниковых платформах (МП);**
- **разработки методов внедрения современных конструкторско-технологических решений в процесс создания конструкций и систем МП;**
- **теоретического анализа методов управления бортовыми системами микро- и нано- космических платформ в целях обеспечения высоких требований по их ориентации и стабилизации, предъявляемых экспериментами;**
- **проведения лабораторного и численного моделирования процессов управления бортовыми системами микроплатформ с целью определения критических элементов моделей.**

3. Микроспутники ИКИ РАН.

Разработка этих методов в ИКИ РАН,
в кооперации с российскими предприятиями
космической промышленности,
началась практически в 1999г.
с Российско-Австралийского микроспутника
«Колибри-2000»,
который был разработан в ИКИ РАН и
при поддержке РКК «ЭНЕРГИЯ» выведен на
орбиту в марте 2002 года.

Масса 20.5 кг

Масса научной аппаратуры - 3,5 кг:
- магнитометр;
-- анализатор энергичных частиц и электри-ческого поля

Орбита – круговая ~380 км

Точность определения ориентации – +/- 10 град.

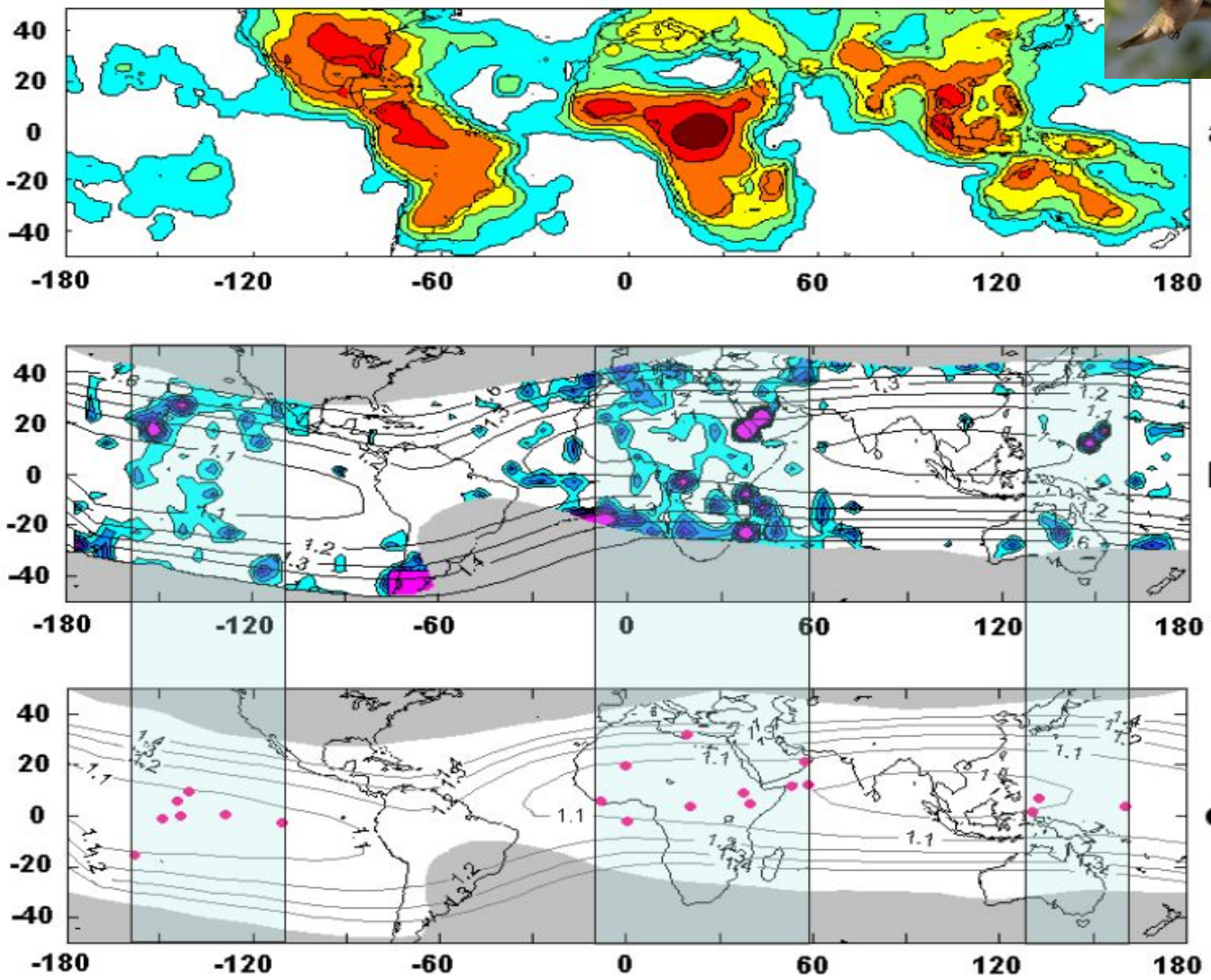
Мощность – 30 Вт.

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ГОСУДАРСТВАХ – УЧАСТНИКАХ СНГ: ИНТЕГРАЦИЯ, ПОТЕНЦИАЛ РАЗВИТИЯ И ПРАВОВОЙ АСПЕКТ» 4 ОКТЯБРЯ 2011 ГОДА, МОСКВА, ИКИ РАН

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ГОСУДАРСТВАХ – УЧАСТНИКАХ СНГ: ИНТЕГРАЦИЯ, ПОТЕНЦИАЛ РАЗВИТИЯ И ПРАВОВОЙ АСПЕКТ» 4 ОКТЯБРЯ 2011 ГОДА, МОСКВА, ИКИ РАН

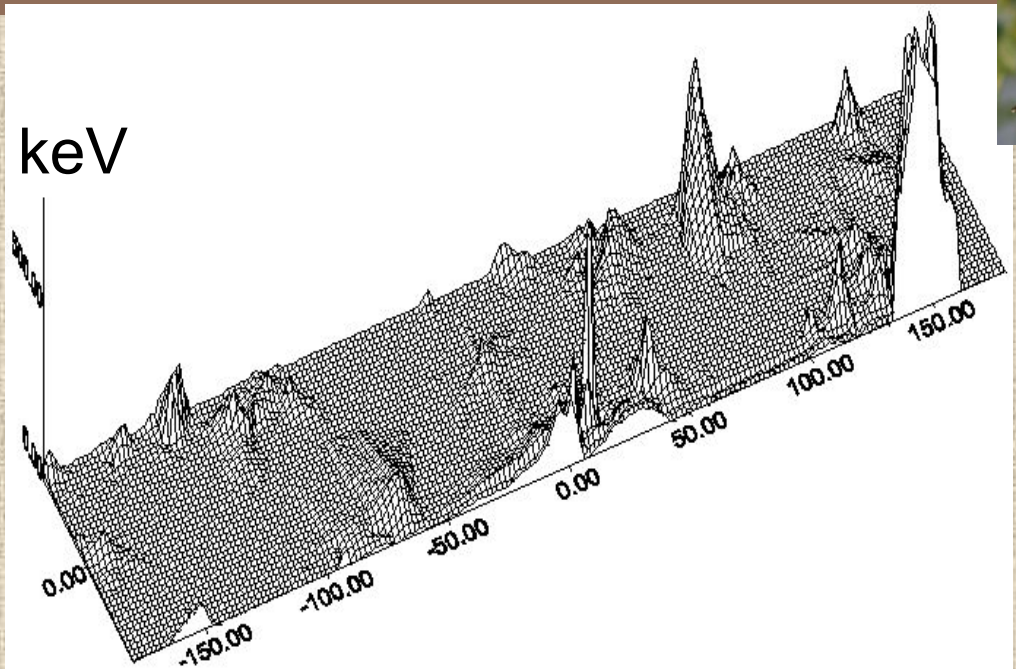
МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ГОСУДАРСТВАХ – УЧАСТНИКАХ СНГ: ИНТЕГРАЦИЯ, ПОТЕНЦИАЛ РАЗВИТИЯ И ПРАВОВОЙ АСПЕКТ» 4 ОКТЯБРЯ 2011 ГОДА, МОСКВА, ИКИ РАН

«Колибри-2000»
19 марта 2002 г. в 22:28 UT начал автономную работу на орбите вблизи Международной космической станции

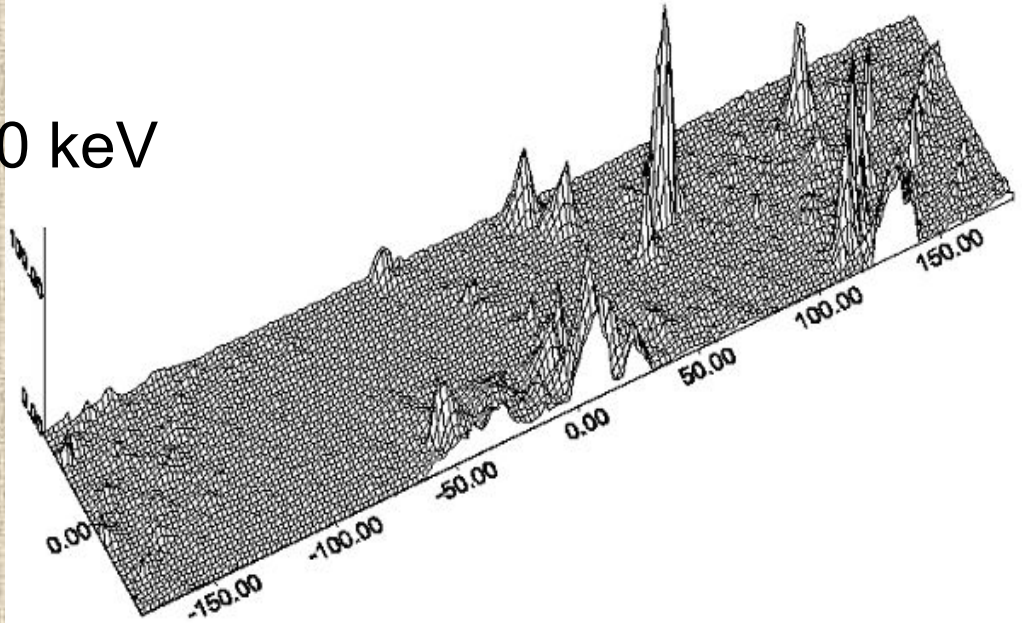


Longitudinal distribution of background neutron fluxes according to MIR data (1991) and neutron bursts according to KOLIBRI-2000

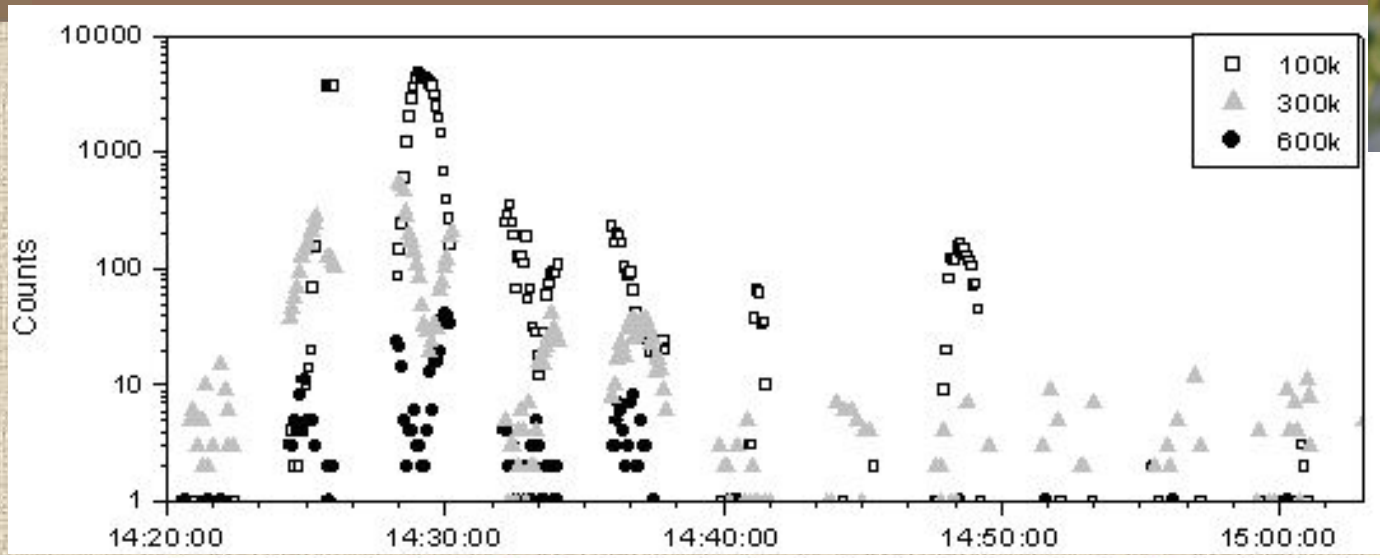
E> 100 keV

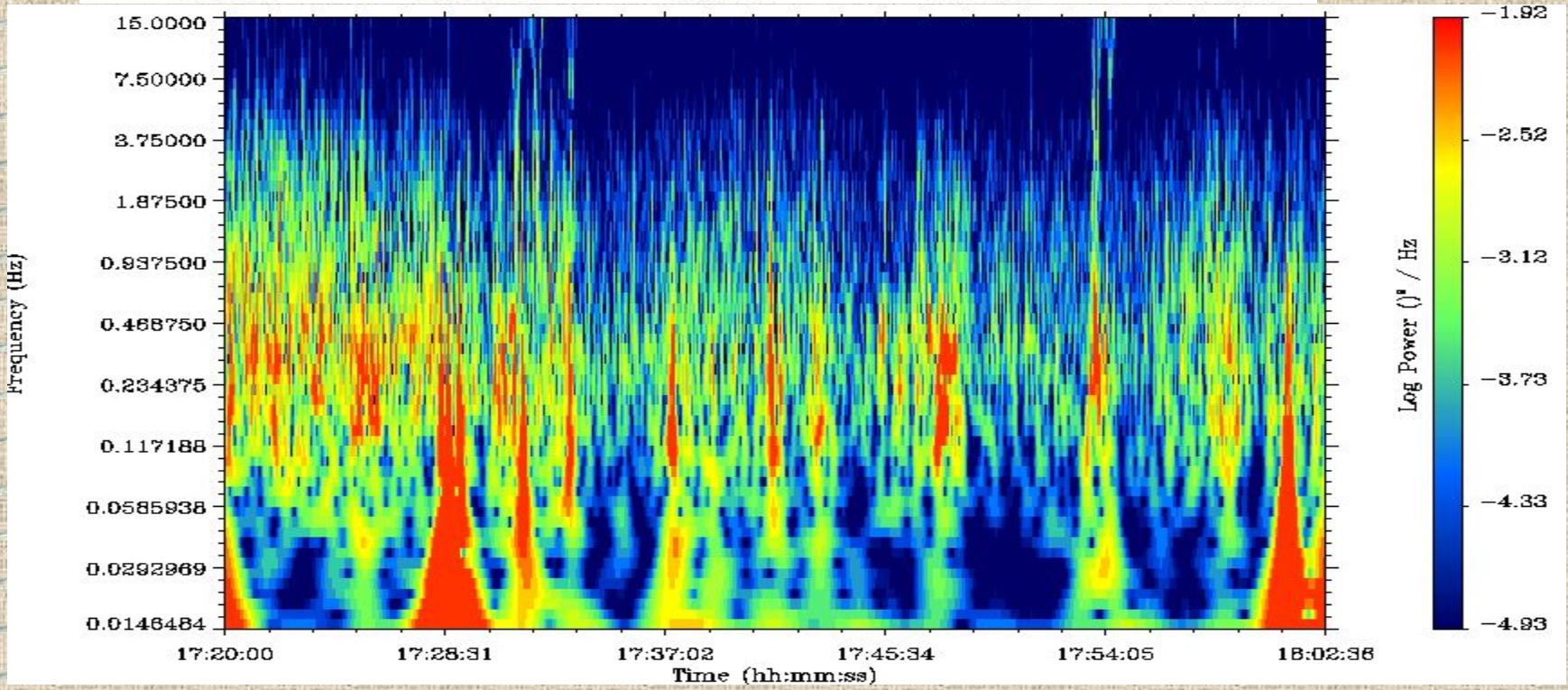


E>300 keV



ИКИ

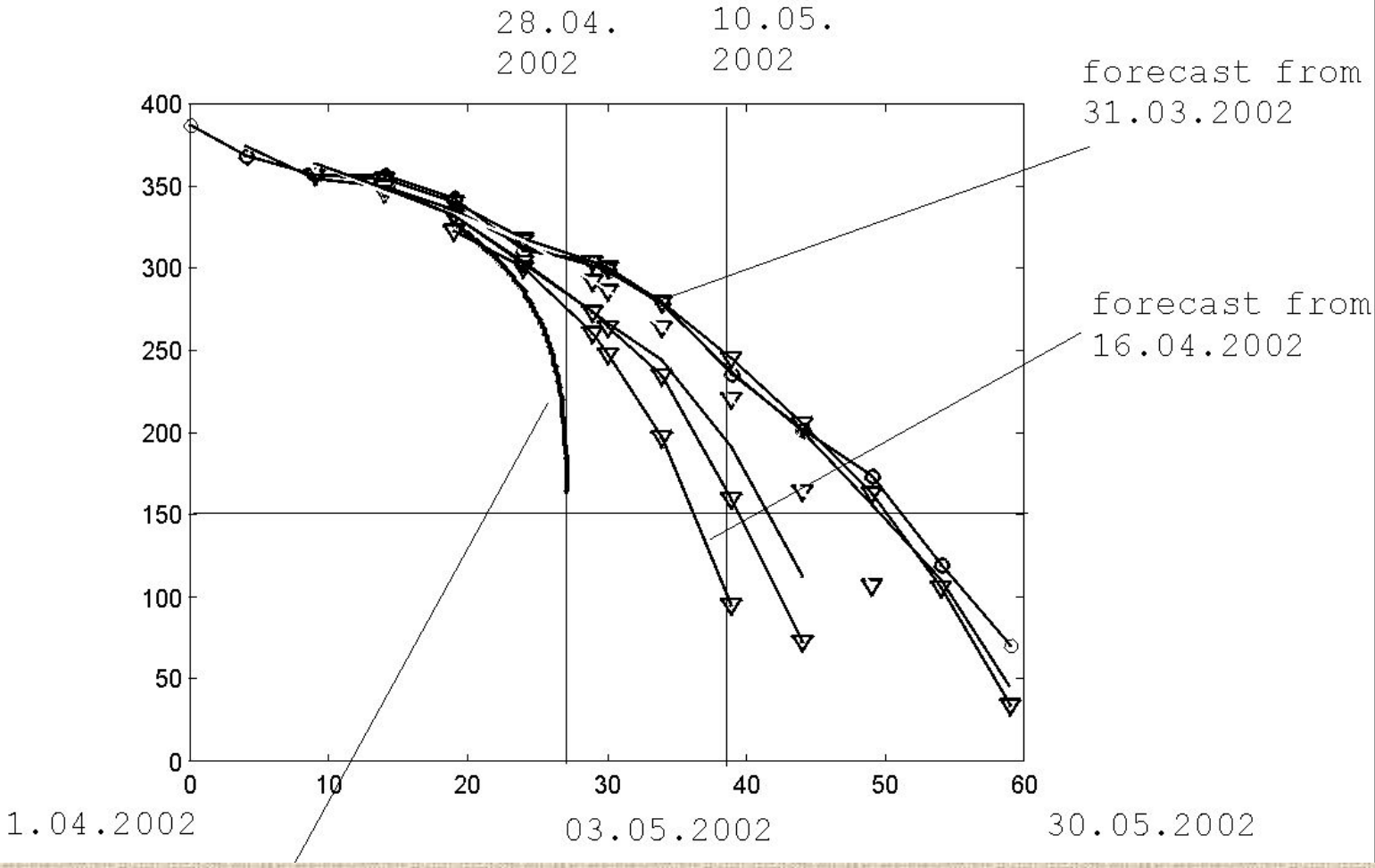

Counts
10000
1000
100
10
1
14:20:00
14:30:00
14:40:00
14:50:00
15:00:00
100k
300k
600k


Frequency (Hz)
15.0000
7.50000
3.75000
1.87500
0.937500
0.468750
0.234375
0.117188
0.0585938
0.0292969
0.0146484
17:20:00
17:28:31
17:37:02
17:45:34
17:54:05
18:02:36
Time (hh:mm:ss)
Log Power ()' / Hz
-1.92
-2.52
-3.12
-3.73
-4.33
-4.93

17 – 24 апреля 2002 г. наблюдалась сильная активность Солнца по многим параметрам.

Этот период объявлен уникальным и научная общественность была признана к проведению комплексного анализа событий по данным измерений 8-ми космических аппаратов и широкой сети наземных наблюдений.

Прогноз изменения высоты аппарата Колибр
по данным от 16.04.2002



3 мая 2002 в 20:19 UT

«Колибри-2000»

вошел в атмосферу над Тихим океаном и

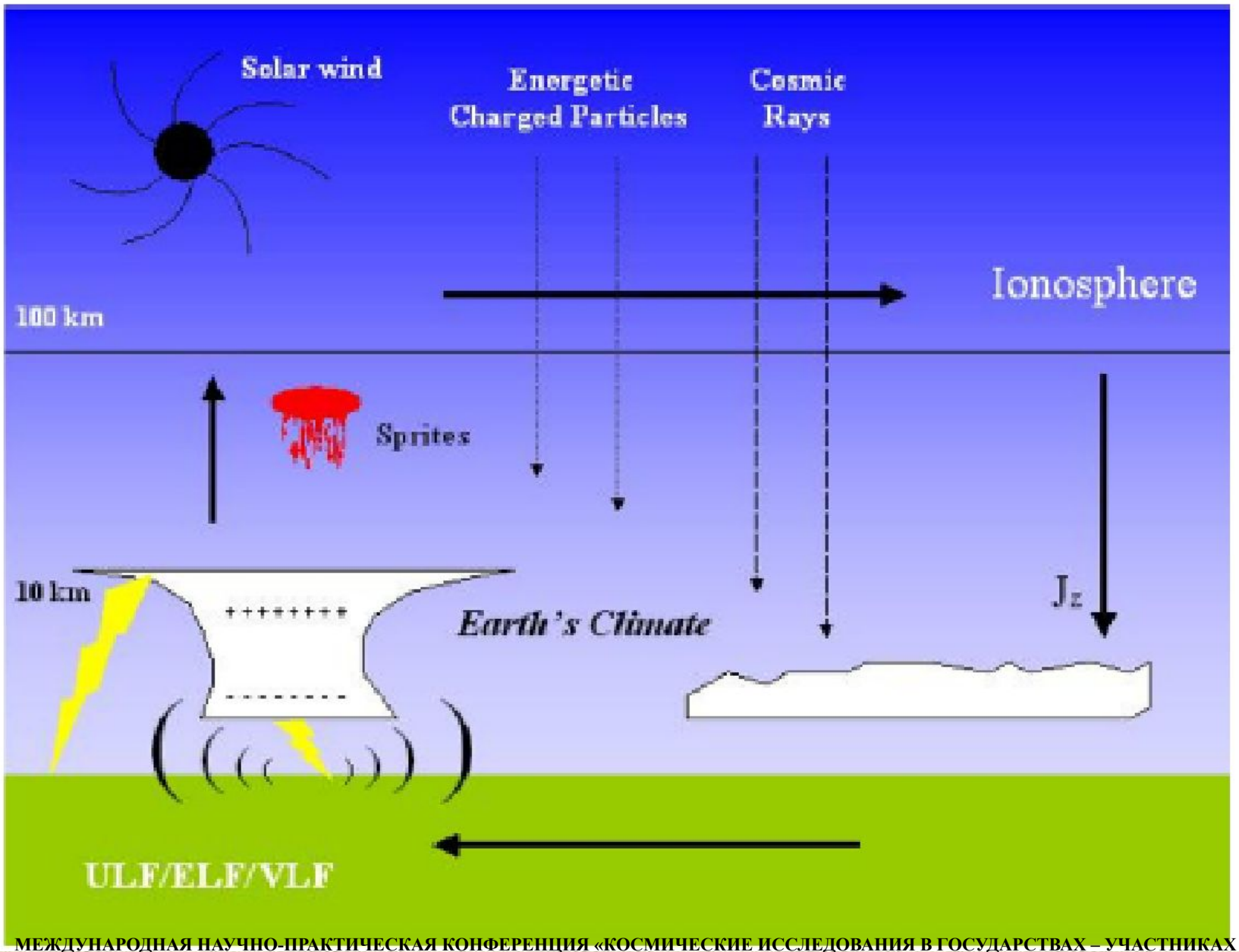
прекратил существование

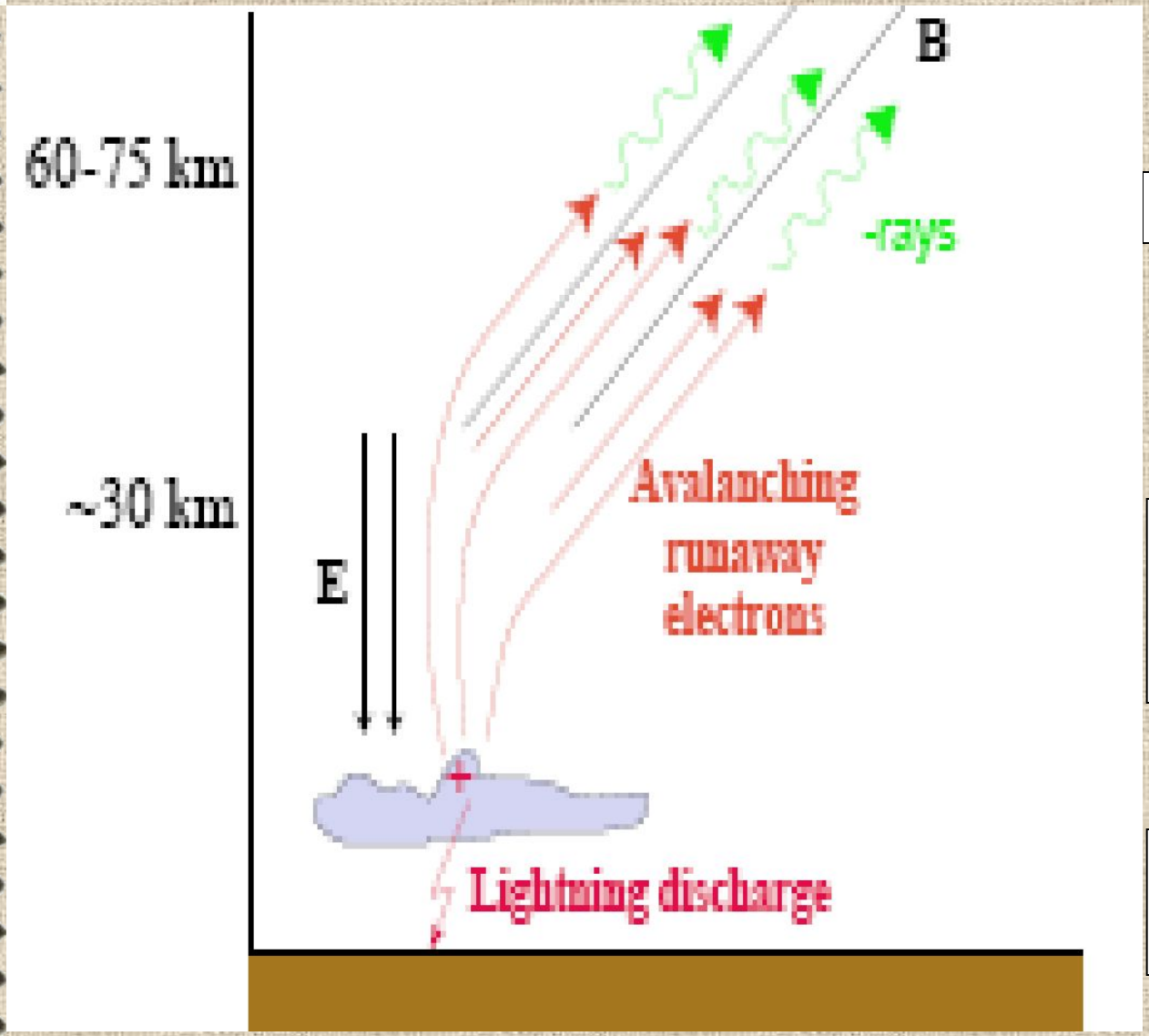
«Чибис-М».

У дороги чибис, У дороги чибис
Он кричит, волнуется, чудак:
«Ах, скажите, чьи вы?
Ах, скажите, чьи вы?
И зачем, зачем идёте вы сюда?»

Союз охраны птиц России выбрал чибиса Птицей 2010 года

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ГОСУДАРСТВАХ – УЧАСТНИКАХ СНГ: ИНТЕГРАЦИЯ, ПОТЕНЦИАЛ РАЗВИТИЯ И ПРАВОВОЙ АСПЕКТ» 4 ОКТЯБРЯ 2011 ГОДА, МОСКВА, ИКИ РАН


Solar wind
Energetic
Charged Particles
Cosmic
Rays
Ionosphere
100 km
Sprites
10 km
Earth's Climate
Jz
ULF/ELF/VLF



гамма

Ливень убегающих электронов

Молниевый разряд

Схема формирования убегающих электронов и гамма излучения от молниевого разряда.

В результате обычного пробоя в сильном электрическом поле происходит убегание рождающихся высокоэнергичных электронов. Часть этих электронов, энергия которых превышает критическое значение, являются затравкой для пробоя на быстрых электронах, в результате которого нарастает лавина электронов релятивистских энергий. Релятивистские электроны эффективно излучают тормозные гамма кванты.

[1] A.V. Gurevich, K.P. Zybin, Yu.V. Medvedev, Runaway breakdown in strong electric field as a source of terrestrial gamma flashes and gamma bursts in lightning leader steps, Phys. Lett. A 361, 119–125, 2007

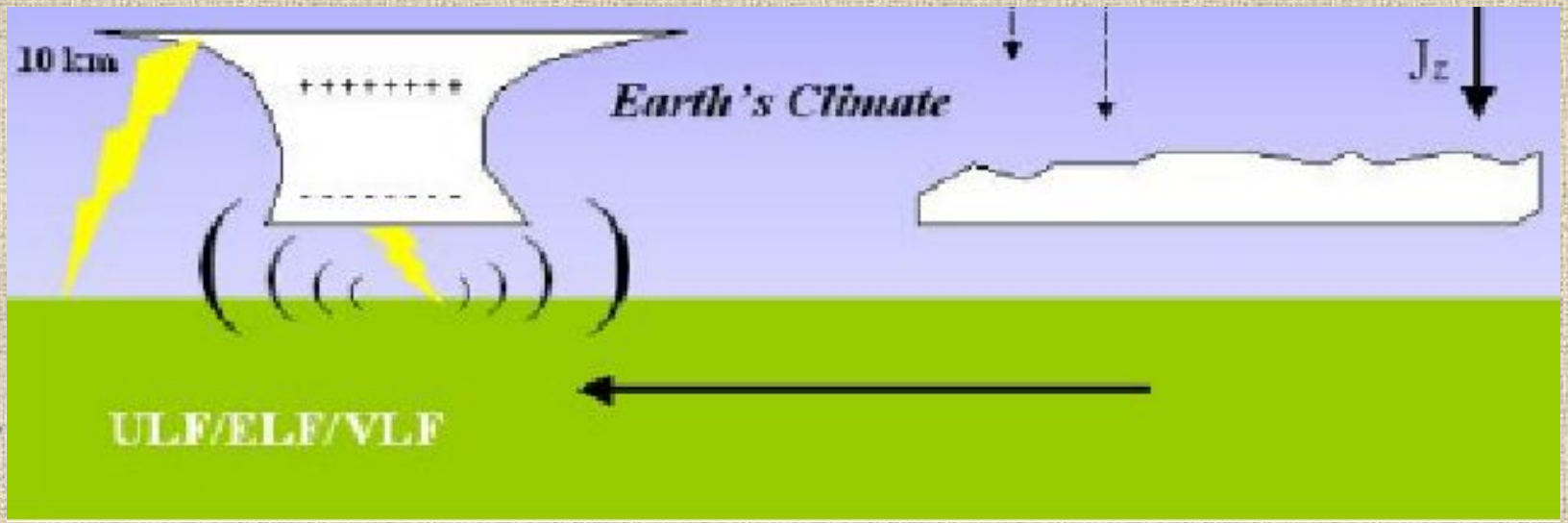
На основе проделанных расчетов сформулированы требования к экспериментальному изучению высотных разрядов.

Основным требованием является одновременное измерение радио и гамма излучений в суб-микросекундном временном диапазоне.

Измерение ультрафиолетового и оптического излучений должно служить цели подтверждения факта, что наблюдались атмосферные грозовые разряды.

Проведена разработка экспериментального подхода к исследованию высотного разряда с использованием *специализированной космической платформы нового поколения* и созданию бортовой специальной аппаратуры для изучения атмосферных разрядов.

Мы ориентируемся на изучение процессов, происходящих на высотах до 20 км, с помощью микроспутника, находящегося на высоте 500 км,



и наземных обсерваториях.

[2] Klimov, S.I., V.G.Rodin, L.M.Zelenyi, V.N.Angarov. Development of the Method of the Creation of Micro-Satellite (~ 50 kg) Platforms for the Fundamental and Applied Research of the Earth and Near-Earth Outer Space. R Sandau, H-P. Roeser, A. Valenzuela (Eds.) ***Small Satellites for Earth Observation. Springer Science+Busines Media B.V. p. 333-343, 2008.***

Основные параметры НА «Чибис-М»

- Рентген-гамма детектор – РГД (RGD) НИИЯФ МГУ

- диапазон рентгеновского и гамма- излучения - 50-500 кэВ
- масса ~ 2 кг
- потребление ~ 5 Вт

-Детектор ультрафиолета – ДУФ (DUF) НИИЯФ МГУ

-- спектра оптического излучения 180-400 и 650-800 нанометров
-- масса – 0.7 кг
-- потребление – 0,5 Вт

-Цифровая камера – ЦФК (DPC) ИКИ РАН

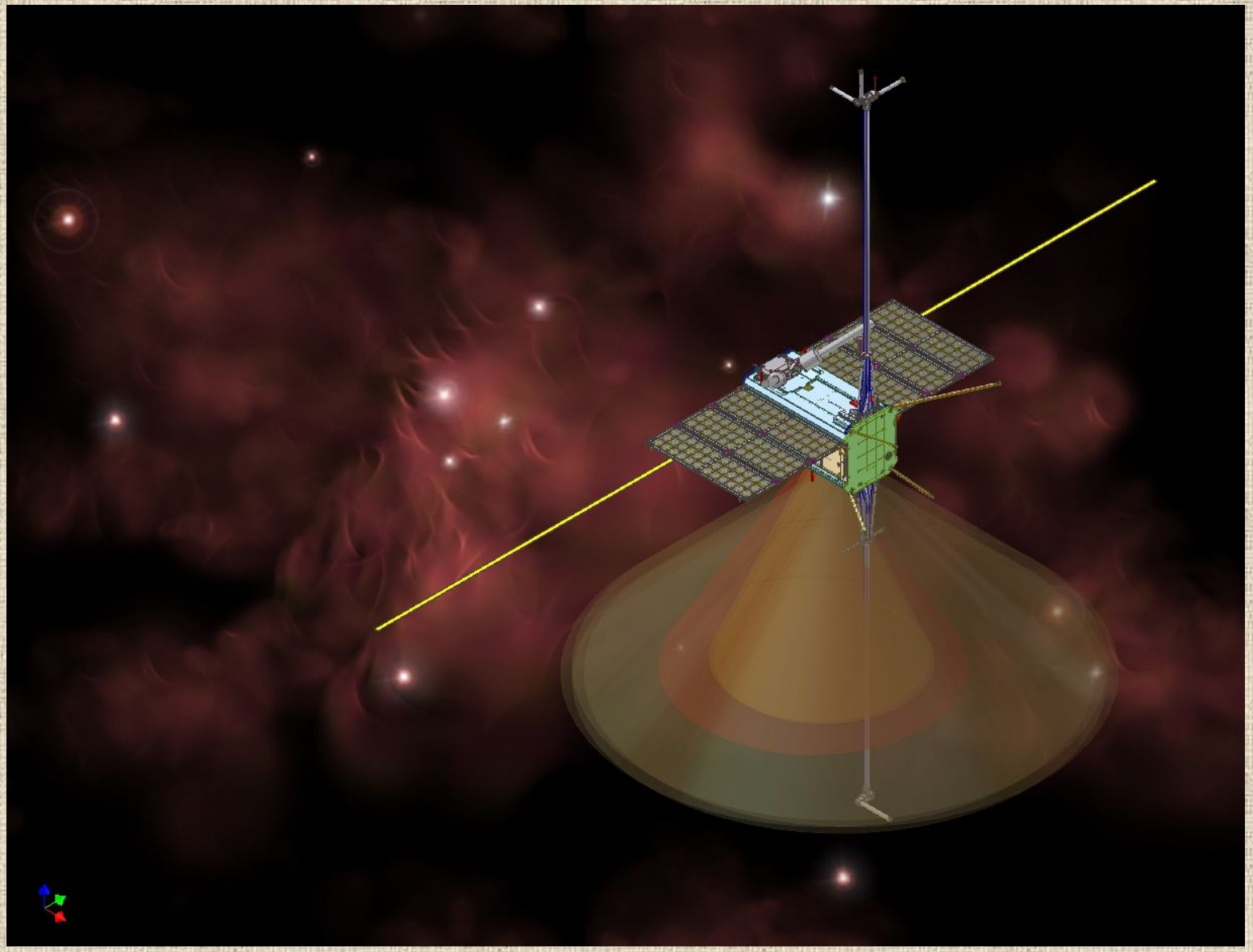
-- информативность (матрица 500х500, разрешение ~ 250 м)
-- масса – 1.5 кг
-- потребление – 8 Вт

-Радиочастотный анализатор – РЧА (RFA) ИКИ РАН

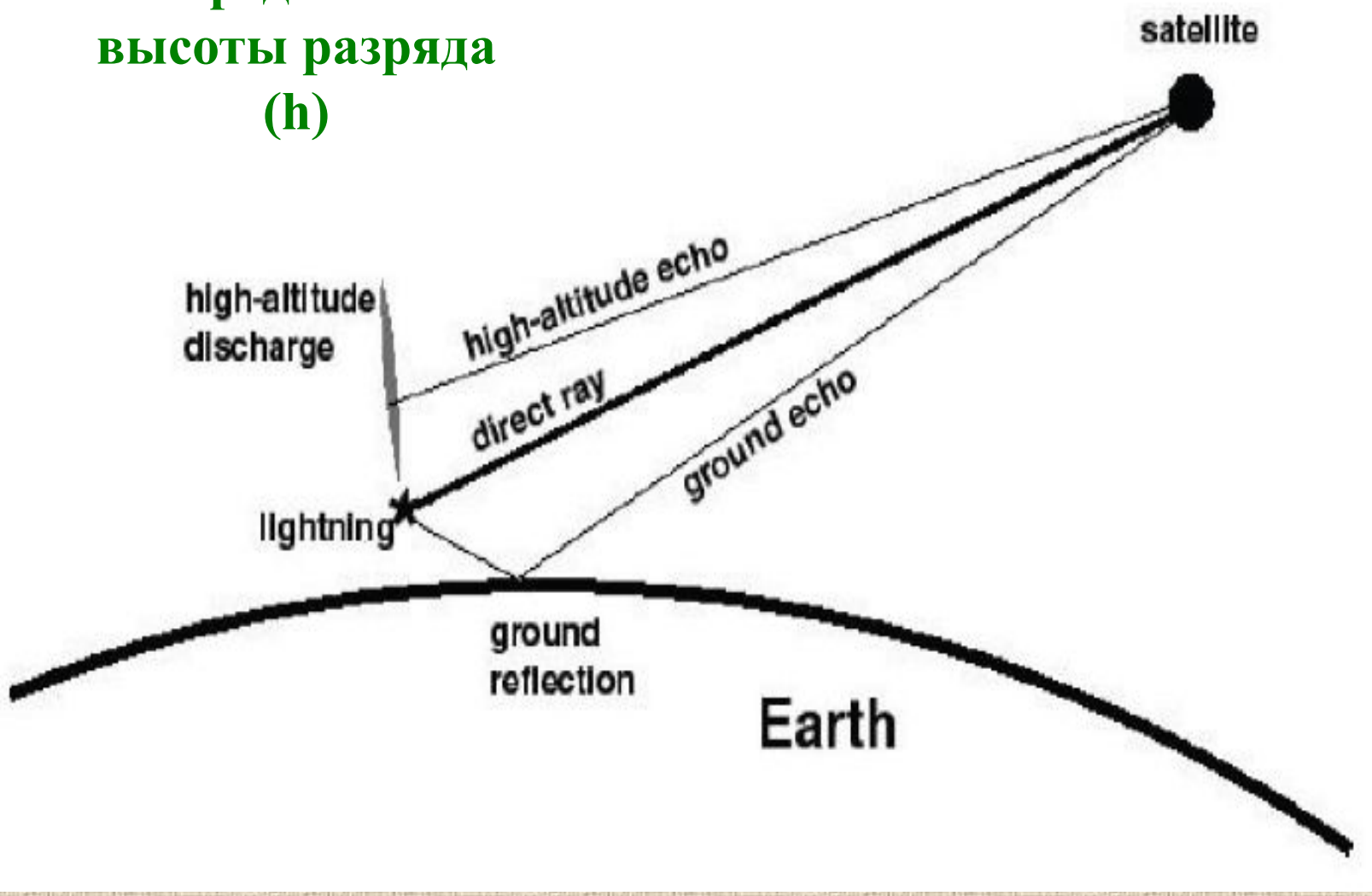
-- диапазон частот – 28 – 50 МГц
-- масса РЧА – 3.55 кг
-- потребление – 6 Вт

-Магнитно-волновой комплекс – МВК (MWC) Украина

-- диапазон частот – 0 – 20 лГц **Венгрия**
-- масса МВК – 2.35 кг
-- потребление – 4 Вт



Определение высоты разряда (h)



Основные технические характеристики микроспутника "Чибис".

Масса 40 кг.

научные приборы 10.8 кг.

служебная аппаратура 12.6 кг.

конструкция и система терморегулирования 16.6 кг.

Орбита круговая высотой ~ 480 км.

Время активного существования не менее 2-х лет.

Система ориентации: электромеханическая (электро-маховики) магнитодинамическая (электромагниты), гравитационная (штанга)

точность определения ориентации по датчикам (звездный, солнечный, горизонта) и системе GPS - ГЛОНАСС до 2-х угл. мин.

точность наведения (электромаховики и оптоволоконный ДУС) +/- 3 – 15 угл. мин.

Система передачи данных:

- борт-земля – 1Мбит/с;

- объем накопительной памяти комплекса научной аппаратуры – 256 Мбайт;

- минимальный суточный объем принимаемой от КНА информации – ~ 50 Мбайт;

- радиочастоты командной и телеметрической линий –145, 435 МГц;

- радиочастота передачи информации от КНА – 2200 МГц

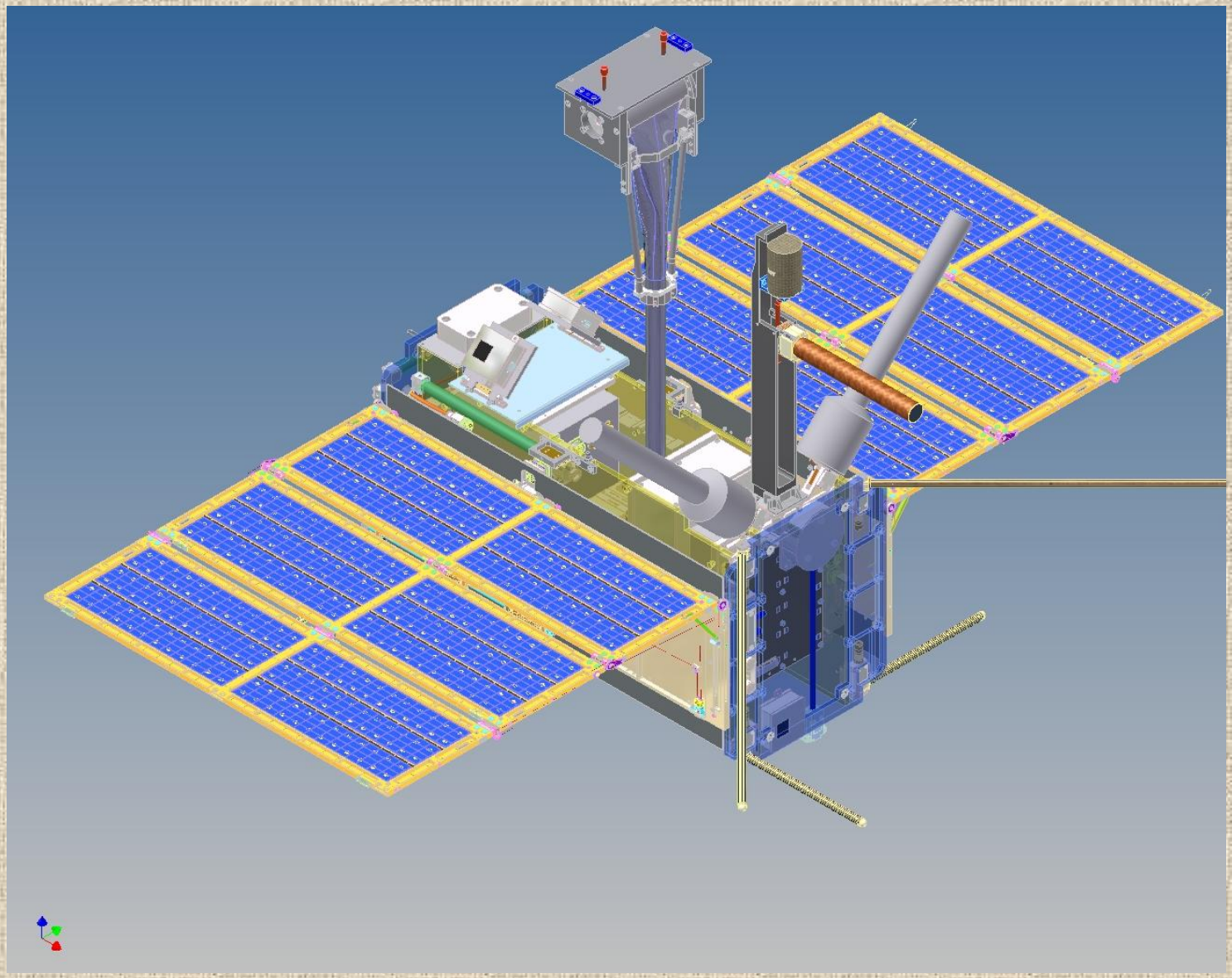
Система бортового энергопитания

мощность ~ 50 Вт круглосуточно.

напряжение 12 +/- 3 В

ёмкость БХБ, суммарная 9.5 А/час

суммарная площадь солнечных батарей 0.95 м^2



- масса в снаряженном состоянии – 40 кг,
- энергопотребление 50 Вт

Имитатор верхней крышки ТГК «Прогресс»
Транспортно-пусковой контейнер (ТПК)

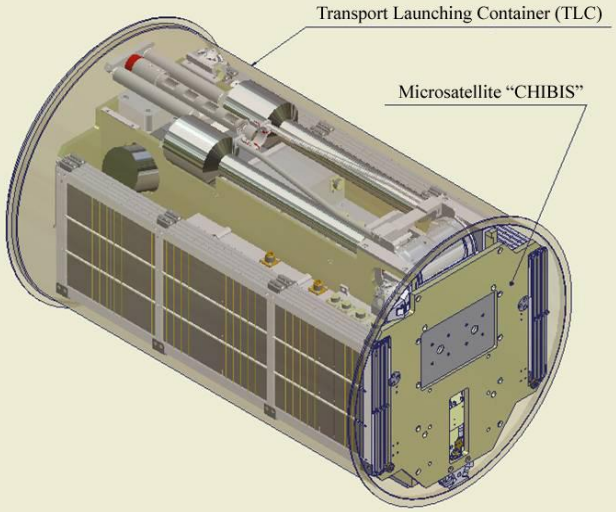
«Чибис-М» - 2011

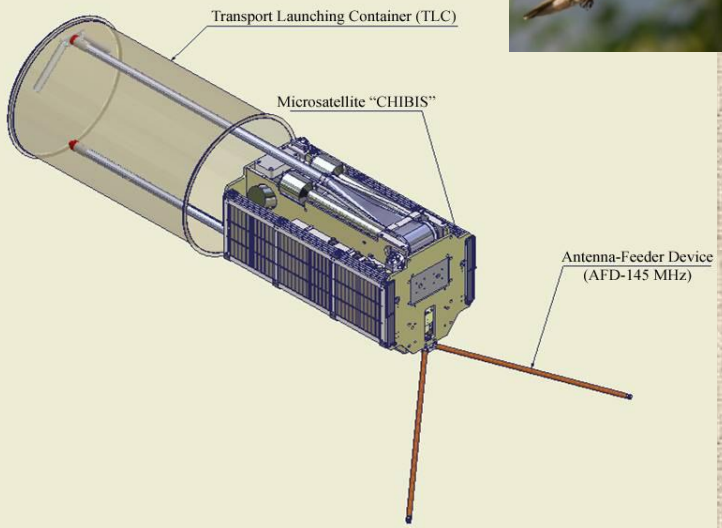
Важно отметить, что в ИКИ РАН ведутся не только проектирование и изготовление микроспутника, но и полный цикл его электрических, командно-информационных, вибро-ударных, термо-вакуумных испытаний.

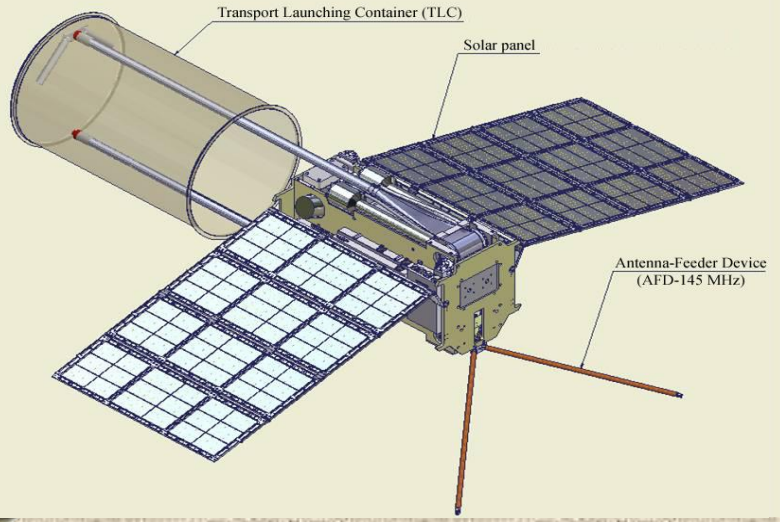
Схема выведения на орбиту общая для МС «Колибри-2000» и «Чибис-М» .

Микроспутник «Чибис-М» будет доставлен на борт МКС грузовым кораблем «Прогресс» аналогично МС «Колибри».

После отделения от МКС орбита«Прогресс'а» будет поднята до высоты ~ 500 км и МС «Чибис-М» будет отделен и начнет функционировать на рабочей орбите.







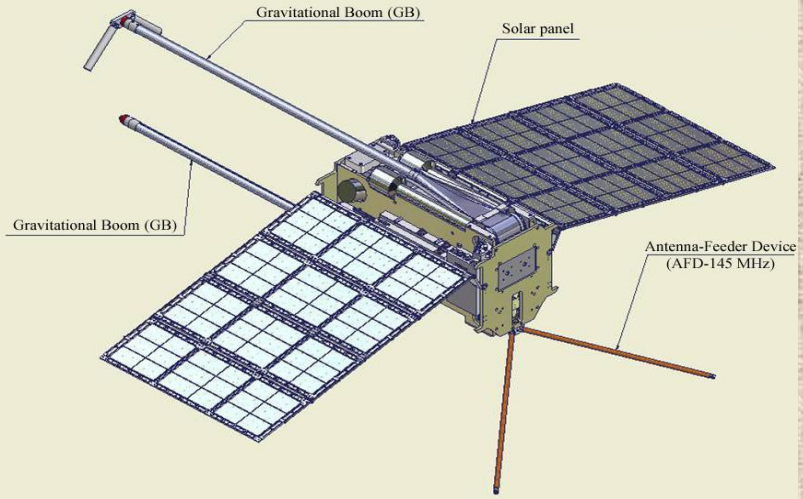
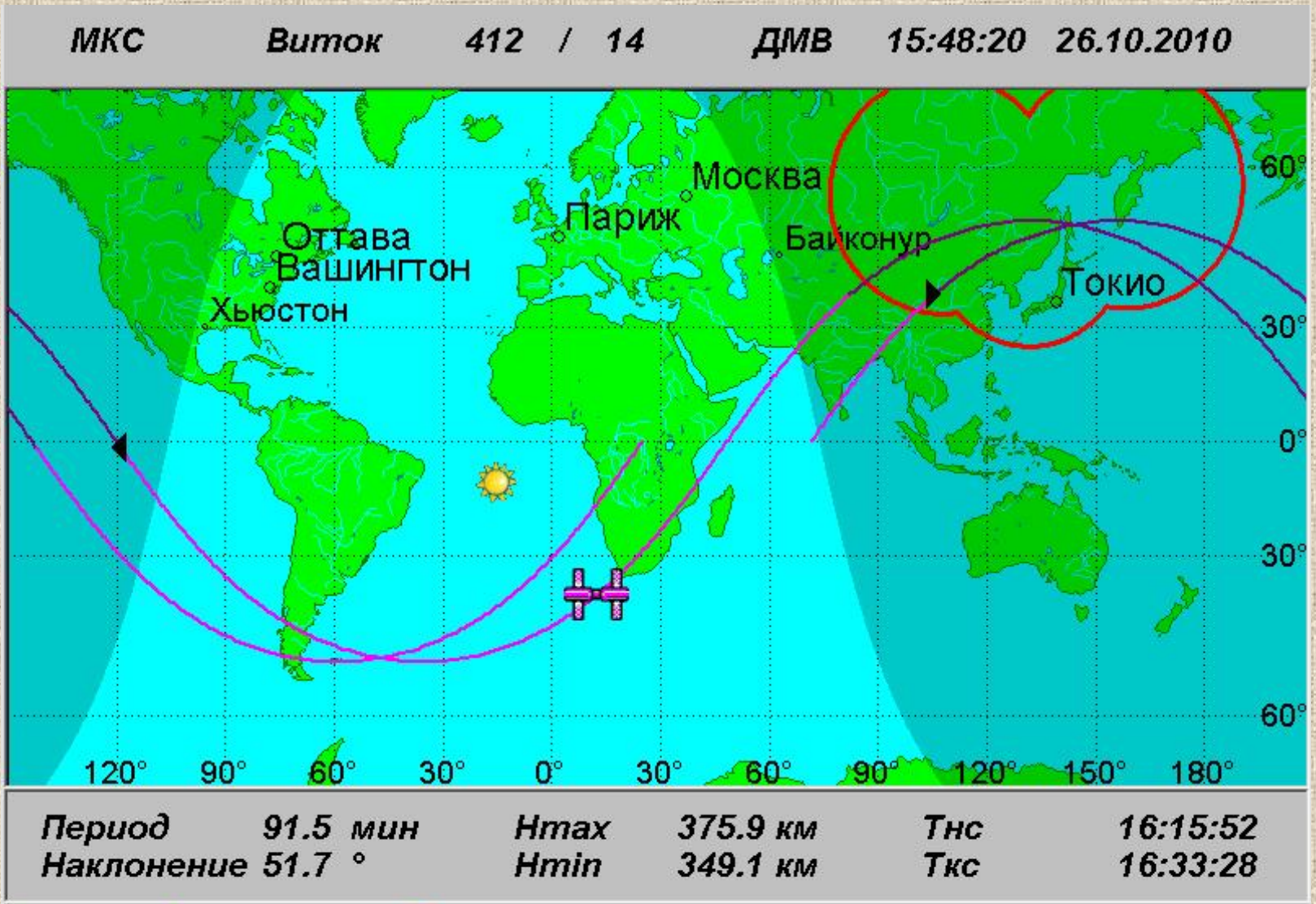
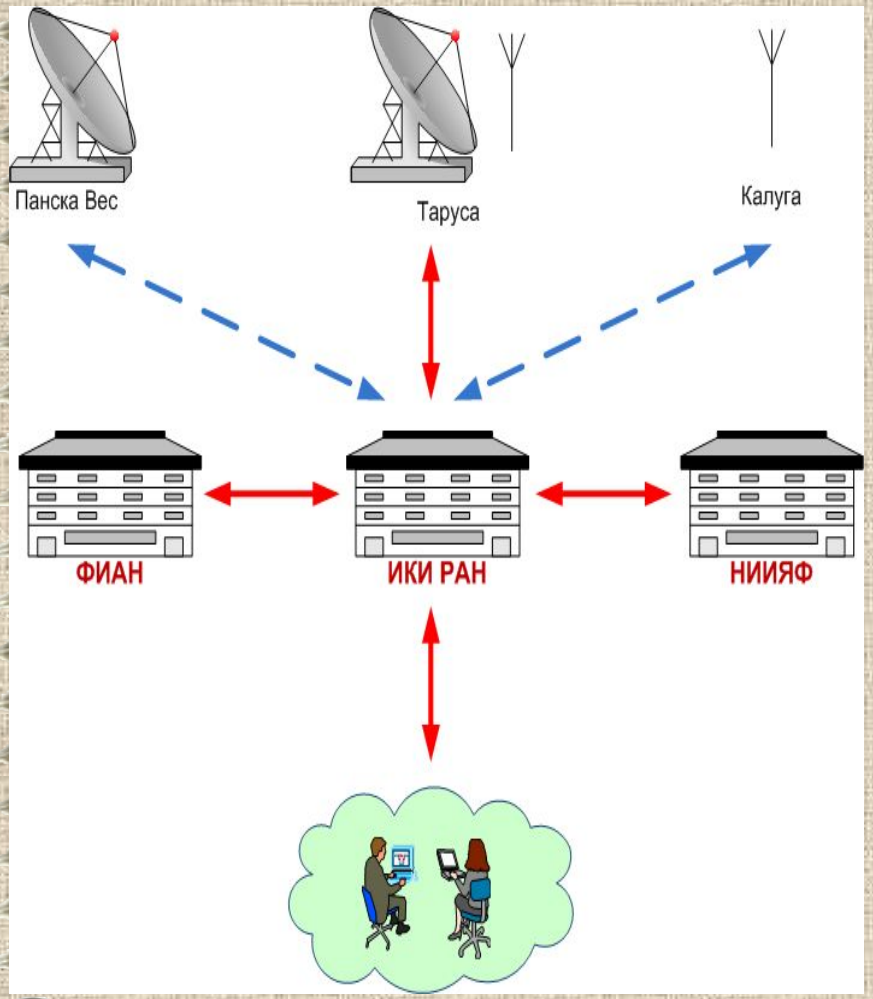


Схема «запуска».

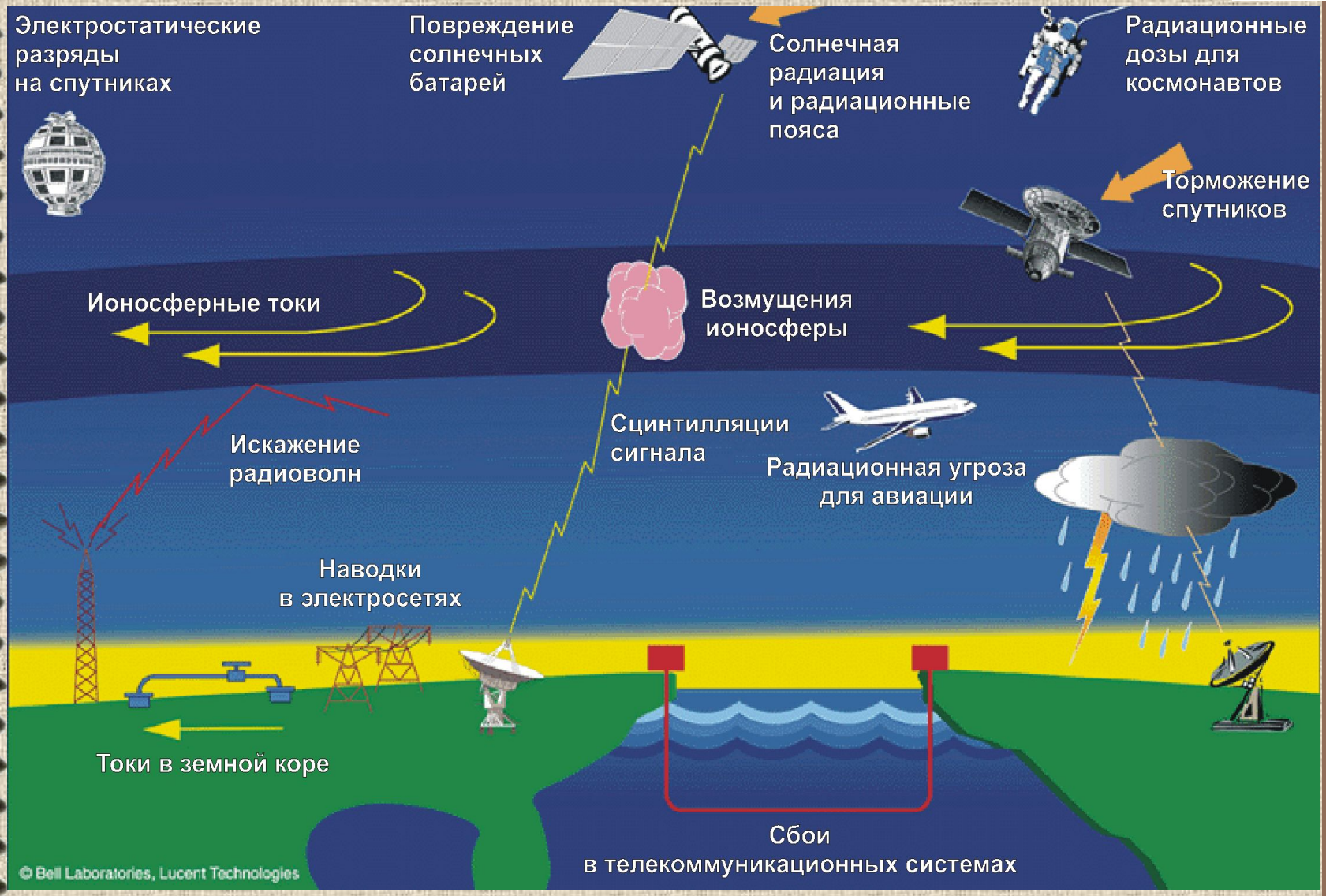

МКС Виток 412 / 14 ДМВ 15:48:20 26.10.2010
Москва
Париж
Оттава
Вашингтон
Хьюстон
Байконур
Токио
60°
30°
0°
30°
60°
120° 90° 60° 30° 0° 30° 60° 90° 120° 150° 180°
Период 91.5 мин
Наклонение 51.7 °
Hmax 375.9 км
Hmin 349.1 км
Тнс 16:15:52
Ткс 16:33:28
МКС
Трасса МКС
Зоны НИП
~
Зоны TDRS
~
Тень на орбите

Командно-телеметрическое управление микроспутниками ведётся с использованием технических средств ИКИ РАН



СКБ КП ИКИ РАН (г. Таруса)

4. Космическая погода и образование.

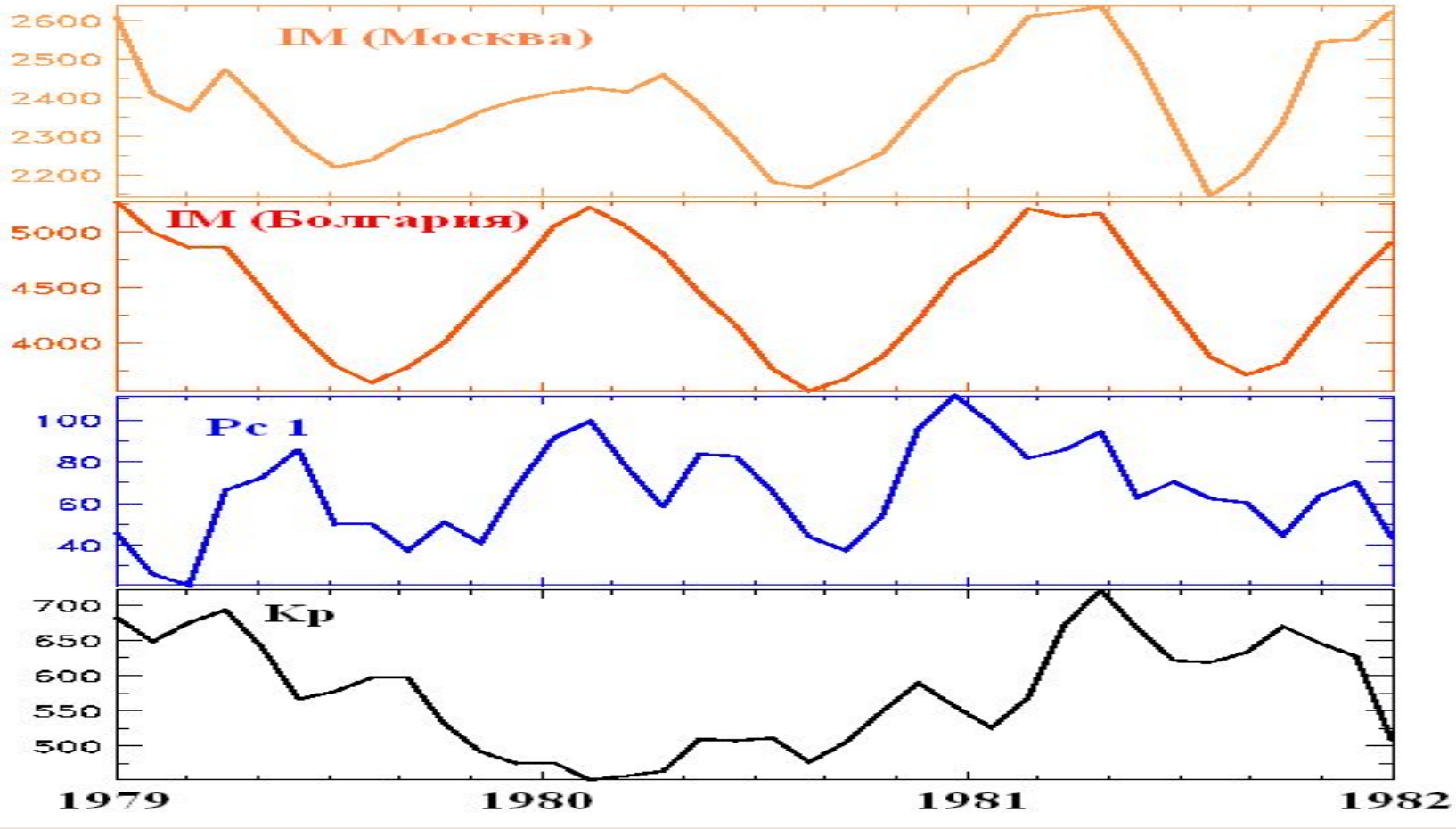

Электростатические разряды на спутниках
Повреждение солнечных батарей
Солнечная радиация и радиационные пояса
Радиационные дозы для космонавтов
Торможение спутников
Ионосферные токи
Возмущения ионосферы
Искажение радиоволн
Сцинтилляции сигнала
Радиационная угроза для авиации
Наводки в электросетях
Токи в земной коре
Сбои в телекоммуникационных системах
© Bell Laboratories, Lucent Technologies

Для изучения и прогнозирования "космической погоды" необходимы постоянные глобальные наблюдения.

В частности, экологический плазменно-волновой мониторинг околоземного космоса поможет измерить некоторые параметры "космической погоды".

Антропогенные электромагнитные воздействия на ионосферу и магнитосферу [Григорян, Климов и др., 1995];

Медико-биологические проблемы воздействия естественных и антропогенных электромагнитных полей;


IM (Москва)
2600
2500
2400
2300
2200
IM (Болгария)
5000
4500
4000
Pc 1
100
80
60
40
Kp
700
650
600
550
500
1979
1980
1981
1982

Космическое образование

В создании академического микроспутника «Чибис»

участвуют и приобретают реальный опыт молодые специалисты.

В разработке «Чибис-М» использована современная концепция «летающего прибора», позволяющая проводить научные космические исследования без привлечения дорогостоящих космических аппаратов, разрабатываемых предприятиями космической отрасли.

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ГОСУДАРСТВАХ – УЧАСТНИКАХ СНГ: ИНТЕГРАЦИЯ, ПОТЕНЦИАЛ РАЗВИТИЯ И ПРАВОВОЙ АСПЕКТ» 4 ОКТЯБРЯ 2011 ГОДА, МОСКВА, ИКИ РАН

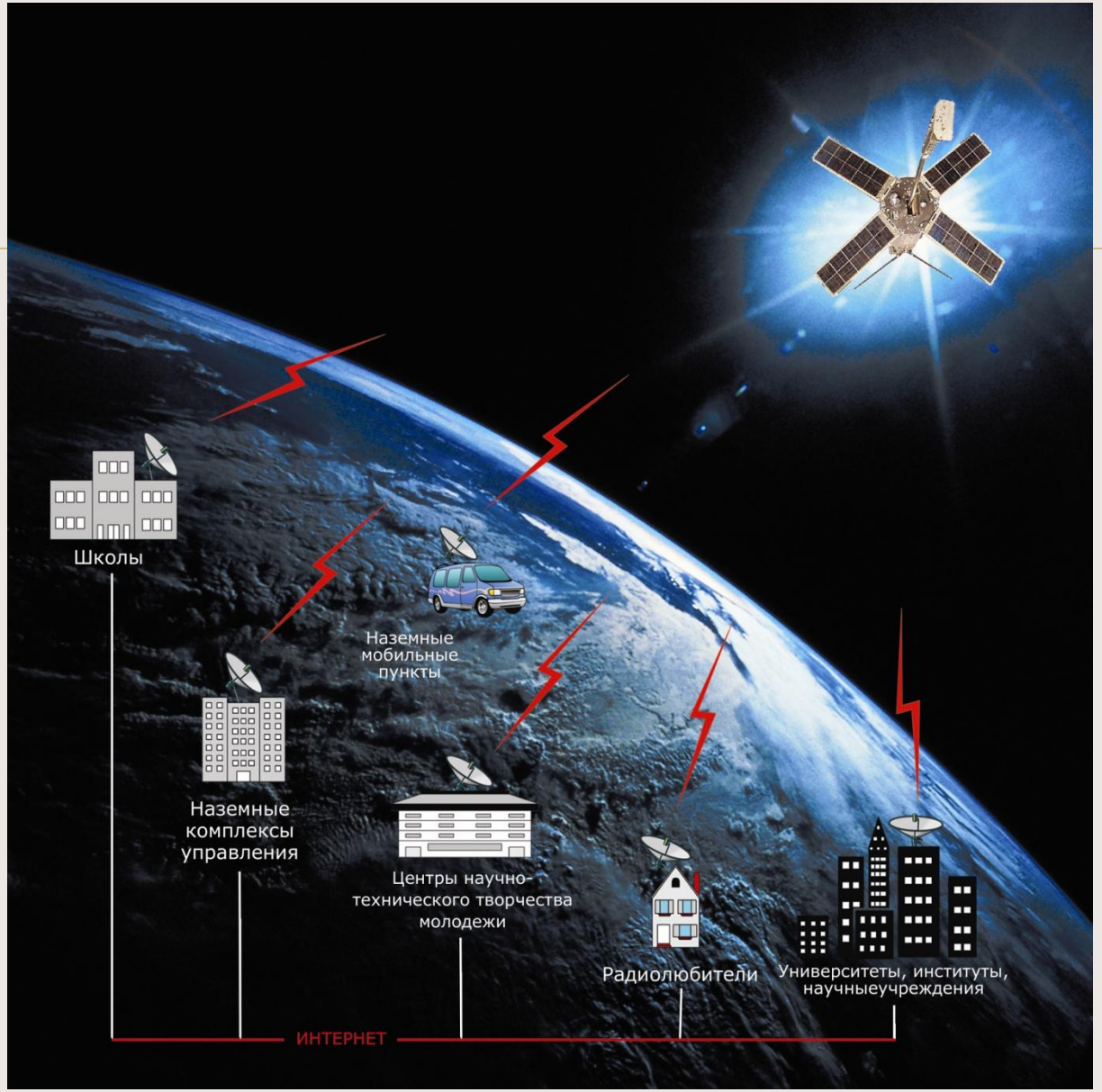
МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ГОСУДАРСТВАХ – УЧАСТНИКАХ СНГ: ИНТЕГРАЦИЯ, ПОТЕНЦИАЛ РАЗВИТИЯ И ПРАВОВОЙ АСПЕКТ» 4 ОКТЯБРЯ 2011 ГОДА, МОСКВА, ИКИ РАН

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ГОСУДАРСТВАХ – УЧАСТНИКАХ СНГ: ИНТЕГРАЦИЯ, ПОТЕНЦИАЛ РАЗВИТИЯ И ПРАВОВОЙ АСПЕКТ» 4 ОКТЯБРЯ 2011 ГОДА, МОСКВА, ИКИ РАН

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ГОСУДАРСТВАХ – УЧАСТНИКАХ СНГ: ИНТЕГРАЦИЯ, ПОТЕНЦИАЛ РАЗВИТИЯ И ПРАВОВОЙ АСПЕКТ» 4 ОКТЯБРЯ 2011 ГОДА, МОСКВА, ИКИ РАН

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ГОСУДАРСТВАХ – УЧАСТНИКАХ СНГ: ИНТЕГРАЦИЯ, ПОТЕНЦИАЛ РАЗВИТИЯ И ПРАВОВОЙ АСПЕКТ» 4 ОКТЯБРЯ 2011 ГОДА, МОСКВА, ИКИ РАН

В процессе полёта микроспутника «Чибис-М» с использованием КНА «Гроза» должна реализовываться научно-образовательная программа путем передачи научной информации (например, с магнитно-волновых приборов) непосредственно на школьные и университетские наземные приёмные пункты.

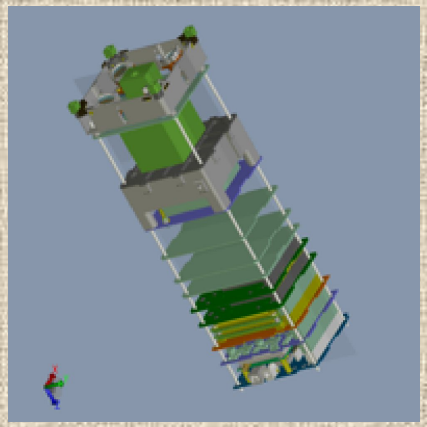

Школы
Наземные мобильные пункты
Наземные комплексы управления
Центры научно-технического творчества молодежи
Радиолюбители
Университеты, институты, научныеучреждения
ИНТЕРНЕТ

Заключение

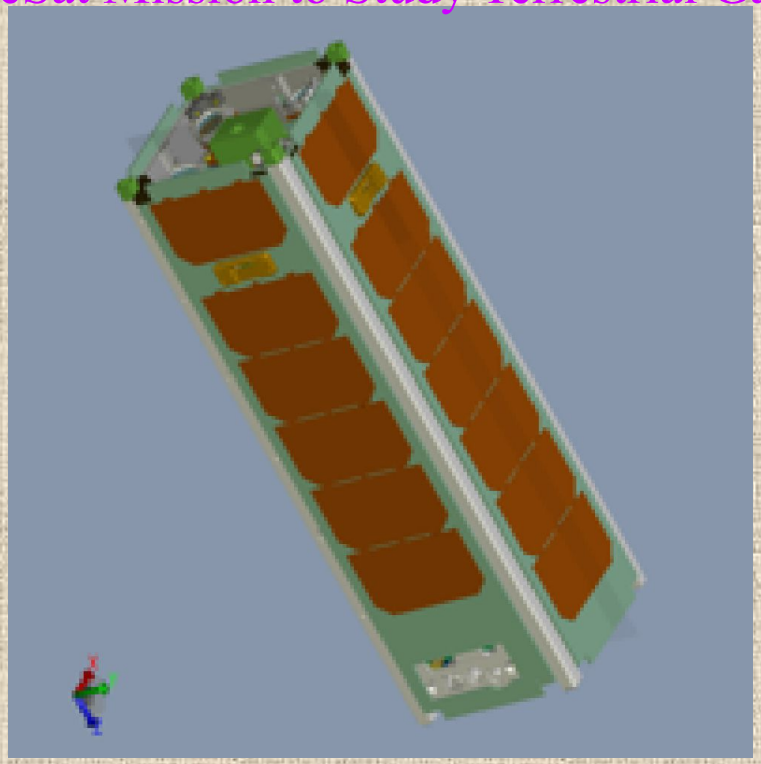
В настоящее время в ИКИ РАН прорабатываются три типа полезной нагрузки для решения задач:

- **1. Исследования новых физических механизмов электрических разрядов в атмосфере (Чибис-М).**
- **2. Мониторинг парниковых газов (CO_2) и катастрофических явлений на поверхности, в атмосфере и ионосфере Земли (Чибис-К).**
- **3. Региональные исследования.**

Проект «БалканСат».



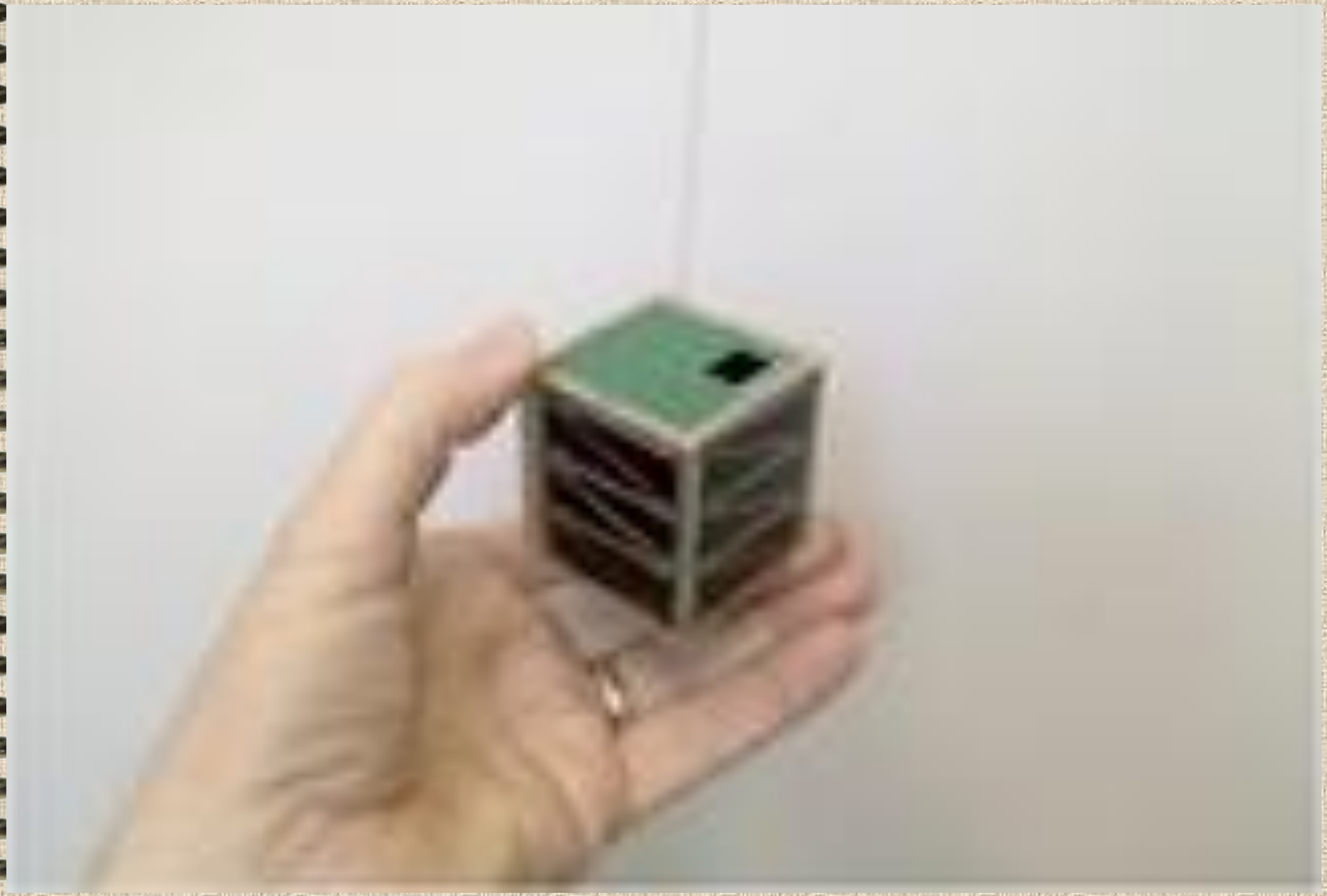
Firefly: A CubeSat Mission to Study Terrestrial Gamma-ray Flashes



На микроспутнике «Чибис-К» будет установлен комплекс научной аппаратуры, включающий:

-спектрометр для измерения полного содержания CO_2, CH_4, $\lambda/\Delta\lambda = 25*10^3$,
-камеру оптического диапазона (1 Мпиксель),
-низкочастотный феррозондовый магнитометр,
-высокочастотный феррозондовый магнитометр,
-анализатор электромагнитных излучений,
-детектор ионосферной плазмы.

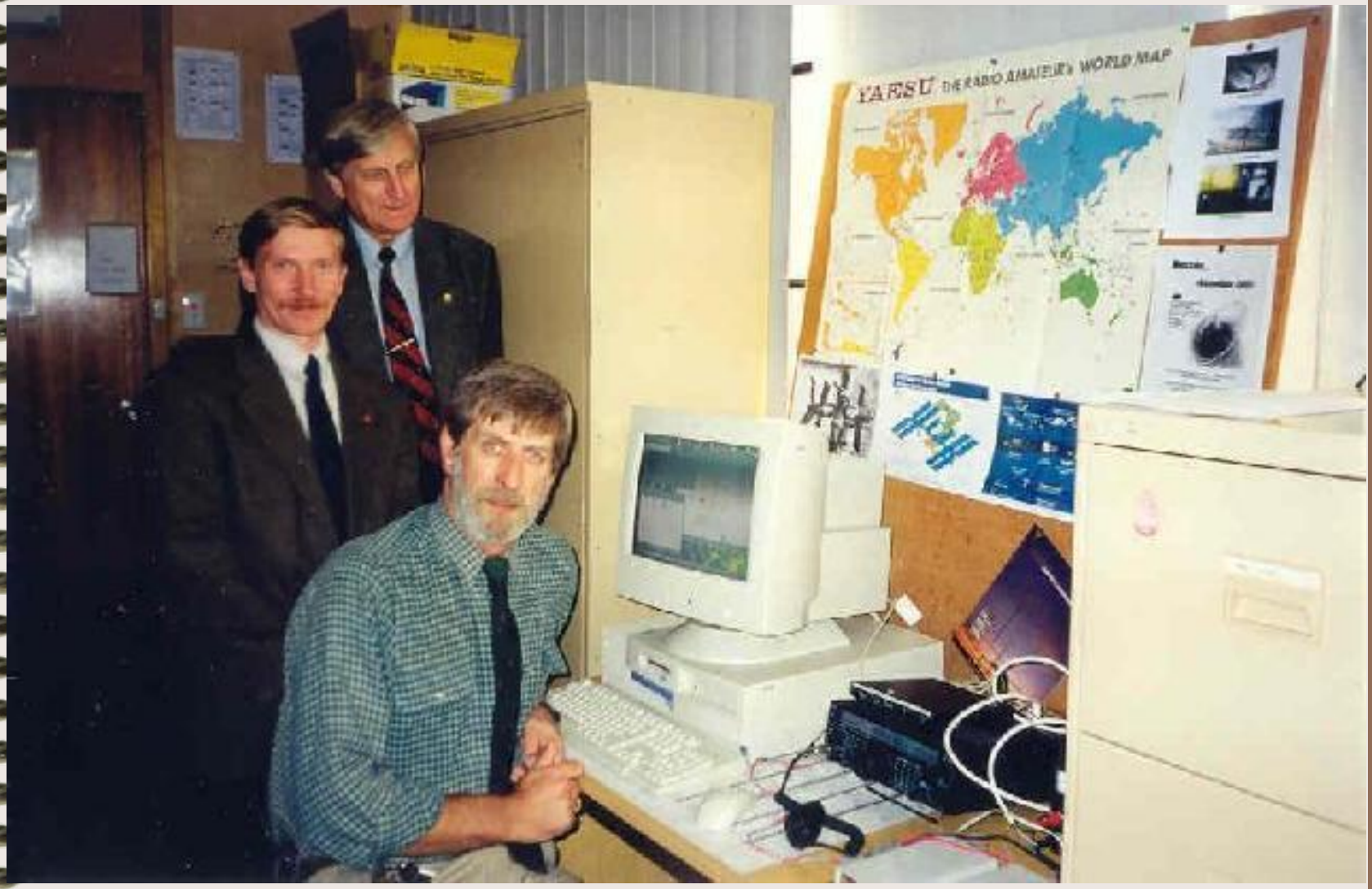
Как мы теперь понимаем, задачи контроля содержания углекислого газа, метана и других примесей в атмосфере, мониторинг лесных пожаров и состояния параметров ионосферы становятся актуальными и микроспутниковые платформы могут способствовать решению этих задач.



ИКИ

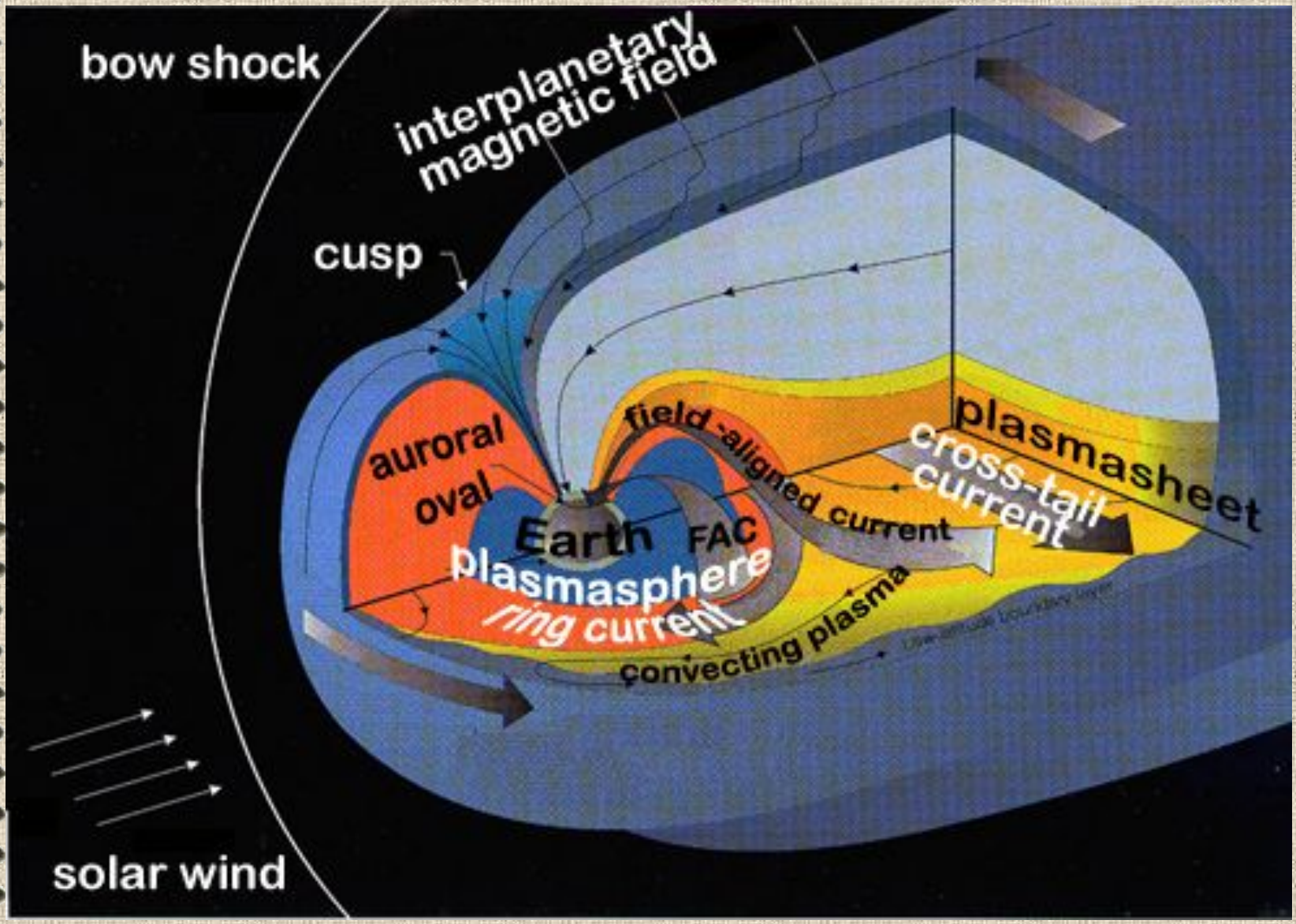
Спасибо за внимание

Уважаемые коллеги !!!



МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ГОСУДАРСТВАХ – УЧАСТНИКАХ СНГ: ИНТЕГРАЦИЯ, ПОТЕНЦИАЛ РАЗВИТИЯ И ПРАВОВОЙ АСПЕКТ» 4 ОКТЯБРЯ 2011 ГОДА, МОСКВА, ИКИ РАН

МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ «КОСМИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ГОСУДАРСТВАХ – УЧАСТНИКАХ СНГ: ИНТЕГРАЦИЯ, ПОТЕНЦИАЛ РАЗВИТИЯ И ПРАВОВОЙ АСПЕКТ» 4 ОКТЯБРЯ 2011 ГОДА, МОСКВА, ИКИ РАН


bow shock
interplanetary magnetic field
cusp
auroral oval
field-aligned current
plasmasheet
cross-tail current
Earth
FAC
plasmasphere
ring current
convecting plasma
solar wind