

«Повышение эффективности и модернизация

радиотелескопов России»

22 - 27 сентября 2006г., САО РАН, п. Нижний Архыз, КЧР



Специальная астрофизическая обсерватория РАН

Учреждение Российской академии наук



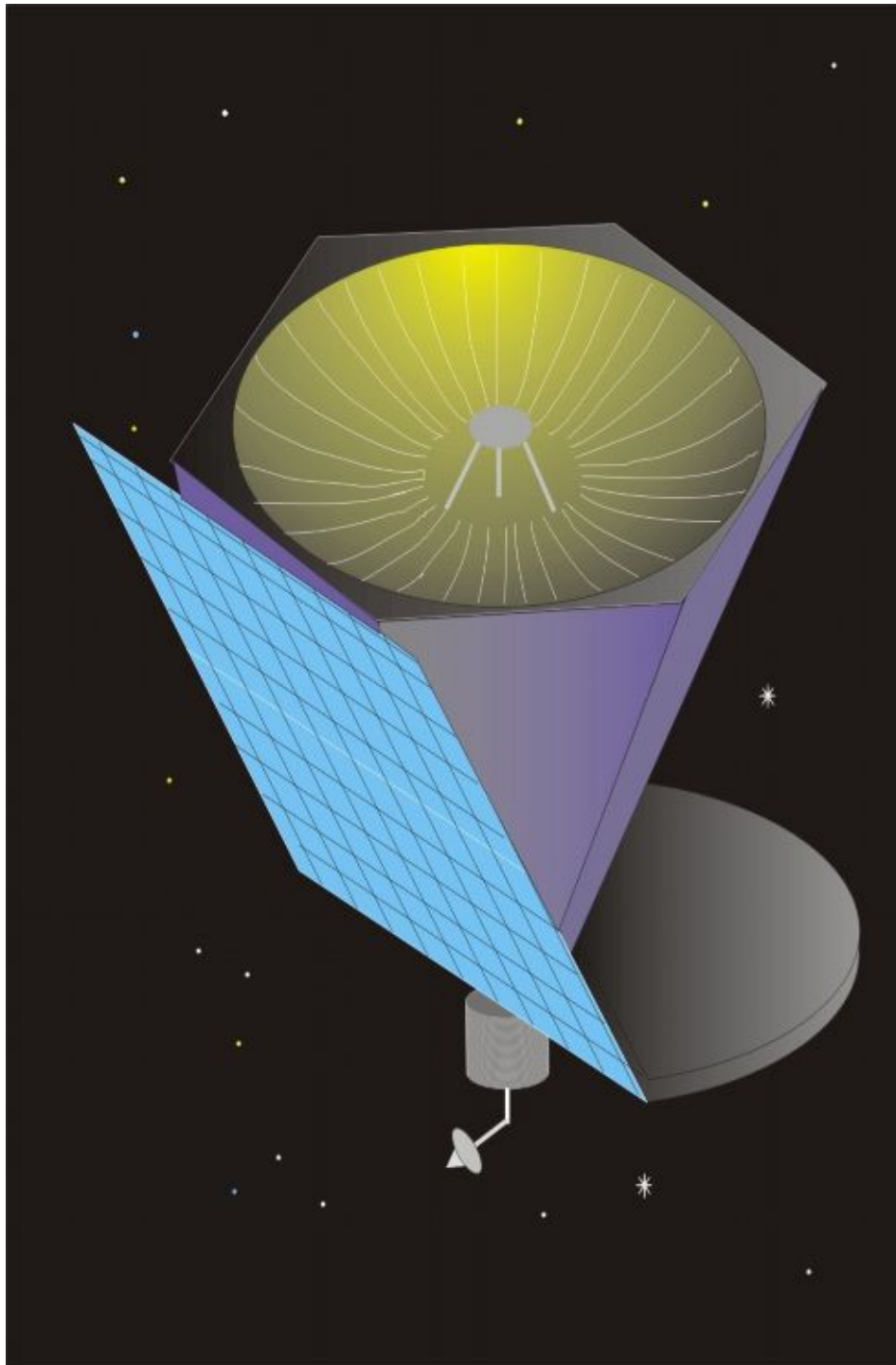
ПРОБЛЕМЫ МОДЕЛИРОВАНИЯ И НАЗЕМНОГО ТЕСТИРОВАНИЯ КРИОЭЛЕМЕНТОВ КОСМИЧЕСКОГО ТЕЛЕСКОПА МИЛЛИМЕТРОН

Андреянов В.В.¹, Архипов М.Ю.¹, Бабакин Н.Г.¹, Вдовин В.Ф.^{1,2},
Виноградов И.С.¹, Гольцман Г.Н.^{1,3}, Кардашев Н.С.¹, Лихачева Л.Н.¹,
Мышонкова Н.В.¹, Троицкий В.Ф.¹, Фикс А.Ш.^{1,2}, Финкель М.И.¹

¹ АКЦ ФИ РАН им. П.Н.Лебедева,

² ИПФ РАН, fix@appl.sci-nnov.ru

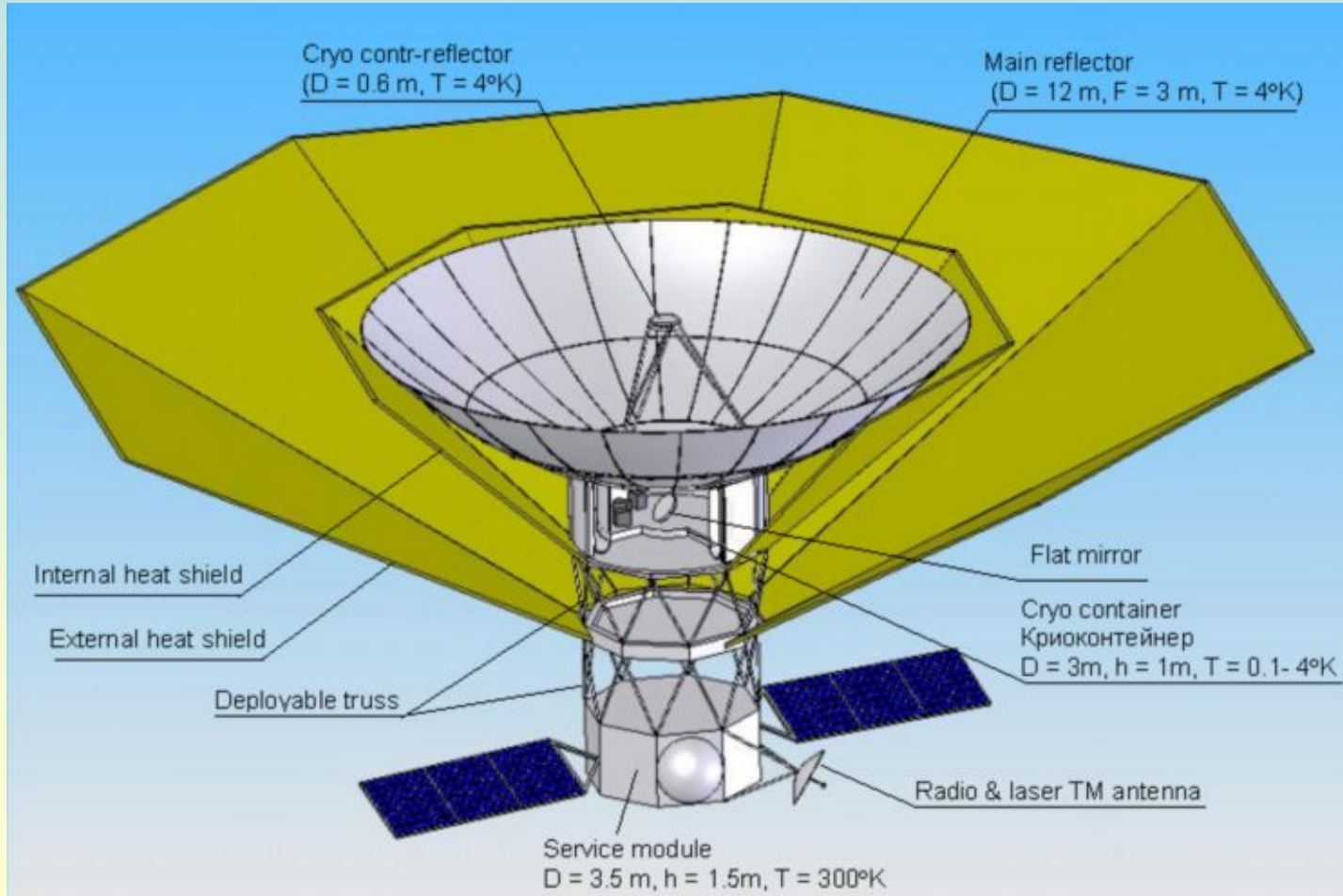
³ Московский государственный педагогический университет



- **«МИЛЛИМЕТРОН».**
- **В рамках 2 этапа НИР «Криотелескоп», завершено в 2007 г. сформулированы научно-технические и организационные предложения.**
- Основные параметры и оптимальные орбиты.
- Научная программа.
- Общая конструкция.
- Криогенный телескоп с точной ориентацией (<math><1''</math>).
- Радиаторы (<math><50\text{K}</math>) и криомашина (4K) основного зеркала.
- Спутник «Навигатор».
- Криоконтейнер с научной аппаратурой, микрокриогенными системами и плоским зеркалом (для переключения диапазонов и точного гидрирования).
- Научная аппаратура РСДБ.
- Научная аппаратура с болометрами, поляриметрами и спектрометрами.
- Командная и информационная радиолинии.

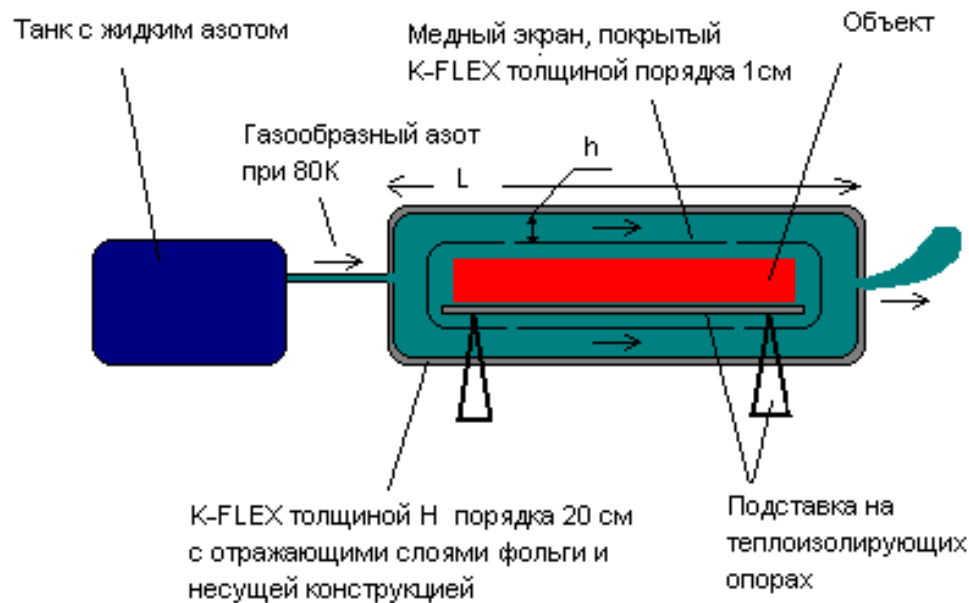
Начат этап ОКР «Спектр – М», включенной в федеральную космическую программу России до 2015 года

Миллиметронтрон



Наземное криотестирование элементов в невакуумном сосуде

Упрощенная схема охлаждения объекта



Преимущество по сравнению с вакуумным сосудом

- Простота и сравнительная небольшая стоимость

Недостатки

- Тестирование только до температуры 80К
- Невозможность тестирования в вакууме

Наземное криотестирование элементов в невакуумном сосуде

Обозначения

$$Re = \frac{\bar{v}h}{\nu} - \text{число Рейнольдса}$$

$$Pe = \frac{\bar{v}h\rho c_p}{\lambda} - \text{число Пекле}$$

\bar{v} – средняя скорость течения азота

h – ширина канала, в котором движется азот

ν – кинематическая вязкость газообразного азота

L – длина канала, в котором движется азот

ρ – плотность газообразного азота

c_p – плотность газообразного азота

λ – теплопроводность газообразного азота

\dot{m} – массовый расход азота

$$P = \frac{\Lambda \cdot S \cdot \Delta T}{H} - \text{поток тепла через оболочку (K – FLEX)}$$

S – площадь поверхности оболочки (K – FLEX)

Λ – теплопроводность тепловой изоляции K – FLEX

$\Delta T \approx 200 \text{ K}$ – разность температур между внешней средой и объектом

Наземное криотестирование элементов в невакуумном сосуде

- Объект размещен на горизонтальной плите с вертикальными тепловыми опорами и окружен со всех сторон негерметичным медным экраном, покрытым теплоизоляцией K-FLEX толщиной порядка 1 см. Экран служит для выравнивания температуры в различных точках объекта. Объект с экраном окружен со всех сторон оболочкой состоящей из изоляции K-FLEX толщиной 20-30 см с прокладками из отражающей фольги, укрепленных несущей конструкцией. Оболочка и экран имеют разъемные крышки для установки объекта. В промежутке между экраном и оболочкой циркулирует газообразный азот, поступающий через трубопровод из стандартного азотного танка. Оболочка «полугерметична», то есть небольшая утечка азота может иметь место.

Наземное криотестирование элементов в невакуумном сосуде

Если течение азота ламинарно,

$$Re < 2000$$

массовый расход достаточно велик, чтобы снять теплоприток P через теплоизоляцию в оболочке

$$c_p \dot{m} \cdot \Delta T \gg P \text{ или } \frac{\dot{m}}{S} \gg \frac{\Lambda}{c_p H}$$

и ширина h потока азота достаточно велика:

$$\frac{L}{h} \ll 0.1 \cdot Pe$$

то температура потока азота вблизи экрана мало изменяется вдоль направления движения, оставаясь близким к температуре потока на входе (примерно 80 К). Это обеспечивает небольшой градиент температуры на объекте (порядка нескольких градусов).

Наземное криотестирование элементов в невакуумном сосуде

K-FLEX ST (вспененный каучук)

- Пригоден при криогенных температурах
- Теплопроводность (80-300 К) 0,02 Вт/(м*К)
- Плотность 60-80 кг/м³
- Стоимость 1000 \$/м³

Наземное криотестирование элементов в невакуумном сосуде

Параметры сосуда на

1 м² площади

- Изоляция: K-FLEX толщиной 20 см
- Масса K-FLEX: 15 кг/м²
- Потребление жидкого азота 1,5 л/час / м²
- Стоимость K-FLEX: 200 \$/м²

Пример: сосуд 3*3*10 м³

- Потребление жидкого азота 200 л/час
- Масса K-FLEX: 2000 кг
- Стоимость K-FLEX: 28 000 \$

Полигон для криовакуумных испытаний элементов спутникового приемника – стенд Крот



Вакуумная камера 3*15 м с возможностью криоэксперимента

Площадка для полных криовакуумных тестов спутника



НИИХИММАШ

НИИХИММАШ

Федеральное государственное унитарное предприятие «Федеральный научный центр химического машиностроения» НИИХИММАШ является основным испытательным центром федерального космического агентства по космической специализации: обработке ступеней ракет, двигателям, ракетам и космическим аппаратам, а также ракетно-двигательным, тепловакуумным и другим видам натурных космических аппаратов в условиях имитирующей космическое пространство.

НИИХИММАШ является главным и основным по следующим направлениям:

- статические испытания для ступеней ракет (ДУ) ракет-носителей РН и космических аппаратов (КА);
- тепловакуумные испытания космических аппаратов (ТВО КА);
- статические испытания космических аппаратов (КА), их агрегатов и двигательных установок с земной имитацией;
- проверка контроля температурного состояния испытательных ступеней ракет;
- разработка нормативно-технической документации и стандартов по надежности РКТ;
- оценка высотностойчивости ЖРД;
- обеспечение безопасности и экологичности транспортировки и работы ЖРД;
- разработка конструкции стальной трубопроводной аппаратуры;
- и другие направления.

НИИХИММАШ является в настоящее время центром разработки основной испытательной базы прикладной космической сферы оборонного назначения как испытательный центр космической техники, выполняющий испытательные программы для ракетно-космической техники и в своей структуре выполняет:

1. Демонстрирует испытательные комплексы, выполняющие испытания ступеней для обработки РКТ;
2. Дает качественно-количественные прогнозы надежности более 40 тыс. т изделий космической техники.

Успешно реализуя в России заказ по проектированию и изготовлению аппаратуры космической техники, НИИХИММАШ обеспечивает:

- комплексные комплексные решения;
- металлизированные системы;
- железобетонные модели.

Основными видами НИИХИММАШ являются:

Средством испытаний ракетно-космической техники. Ракет ступени не имеют аналогов не только в отрасли, но и в России, и в странах Европы. Это обеспечивает испытательные комплексы:

- для ступеней для обработки ДУ ракет-носителей ИС-301А и ИС-302, на которых производится изготовление обработкой всего созданных в отрасли РН;
- трубопроводной для тепловакуумных обработок космических аппаратов ВК-600/300 и КВН-6/300;
- комплексов космических аппаратов ИС-106;
- стоек для испытаний ДУ орбитальных станций типа МКС, в режиме длительного действия для испытаний продолжительностью более 10 лет.

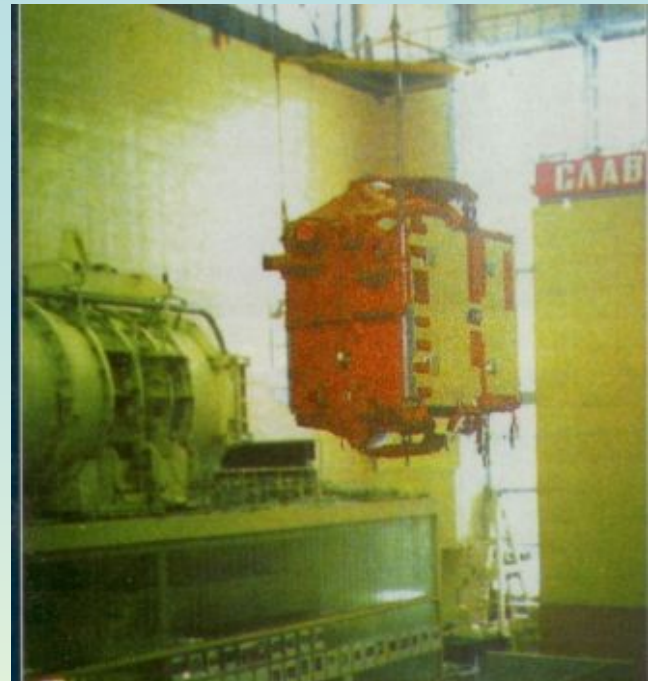
НИИХИММАШ относится к числу преобразований и преобразований и обеспечивает эксплуатацию топливом, газом, жидкой, высокотемпературной паром Периспет с мощностью 14,5 тыс. человек.

ИС-618

- ИС-650



Камера для тепловлажностных испытаний КА ВК 600/300
Chamber VIK600/300 for thermohumidity testing Space Vehicle
A.N. Parshin в монтажном корпусе ИС-618
A.N. Parshin in the assembly building of ИС-618



Комплекс космических испытаний с камерой КВИ
Space Testing Complex with the vacuum chamber