

РадиоАстрон: космическая обсерватория современной России

Ю.Ю. Ковалев
Астрокосмический центр ФИАН



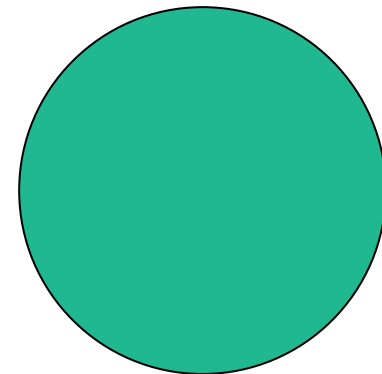
План доклада

- **Радиоинтерферометрия**
- **Основные характеристики наземно-космического интерферометра РадиоАстрон**
- **Запуск и испытания после запуска**
- **Научная программа. Квазары**

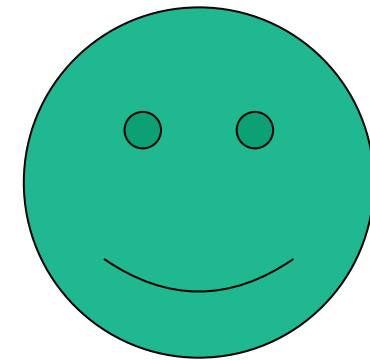
Угловое разрешение телескопов



одиночного радиотелескопа примерно равно длине волны наблюдения разделить на диаметр зеркала: λ/D



интерферометра примерно равно длине волны наблюдения разделить на расстояние между телескопами: λ/B



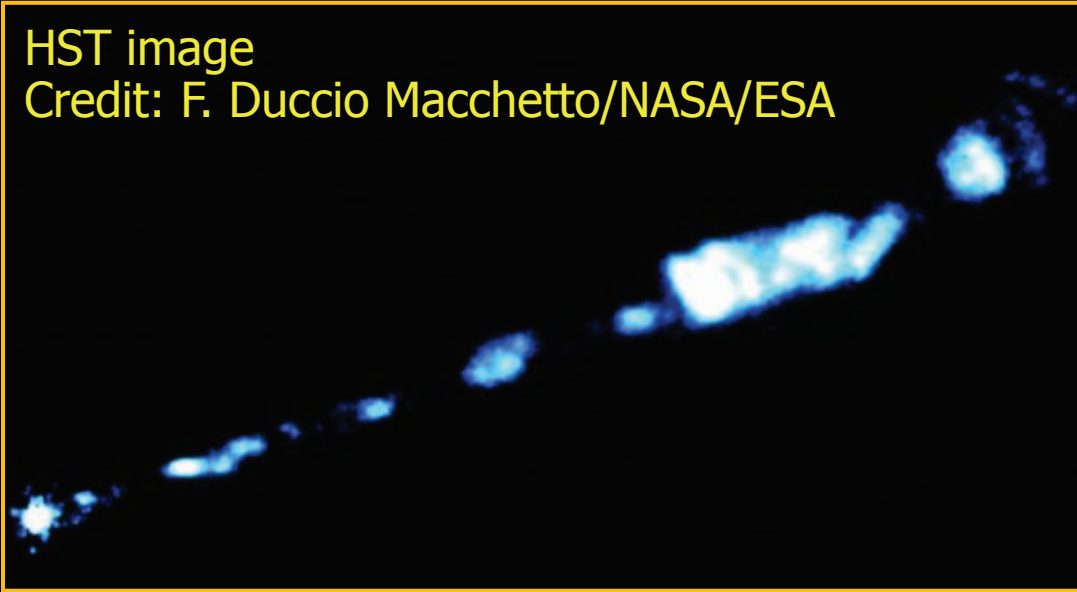
А интерферометра Космос - Земля может улучшить разрешение еще больше.



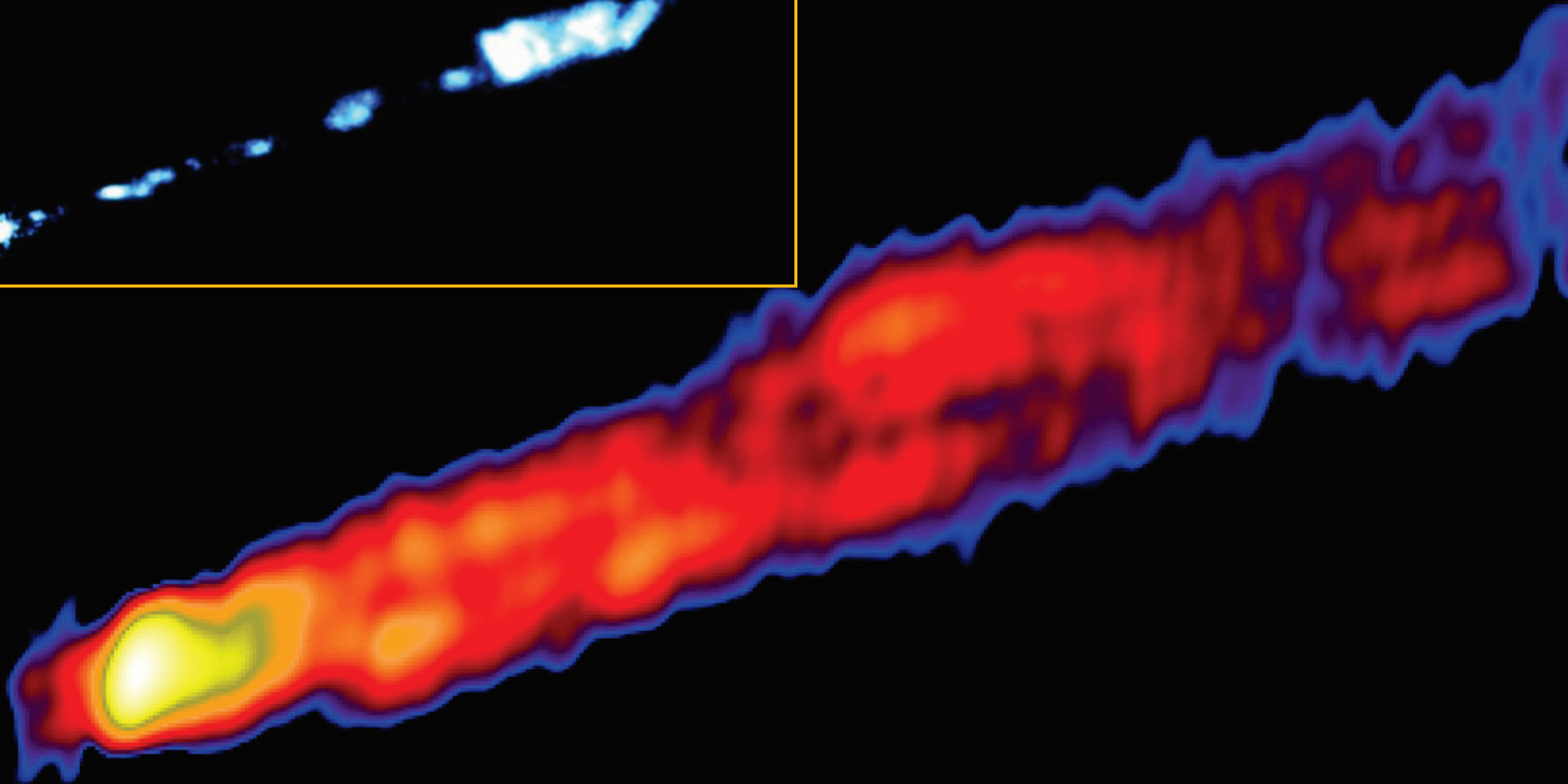
Внутренняя структура струи в галактике M87

HST image

Credit: F. Duccio Macchetto/NASA/ESA

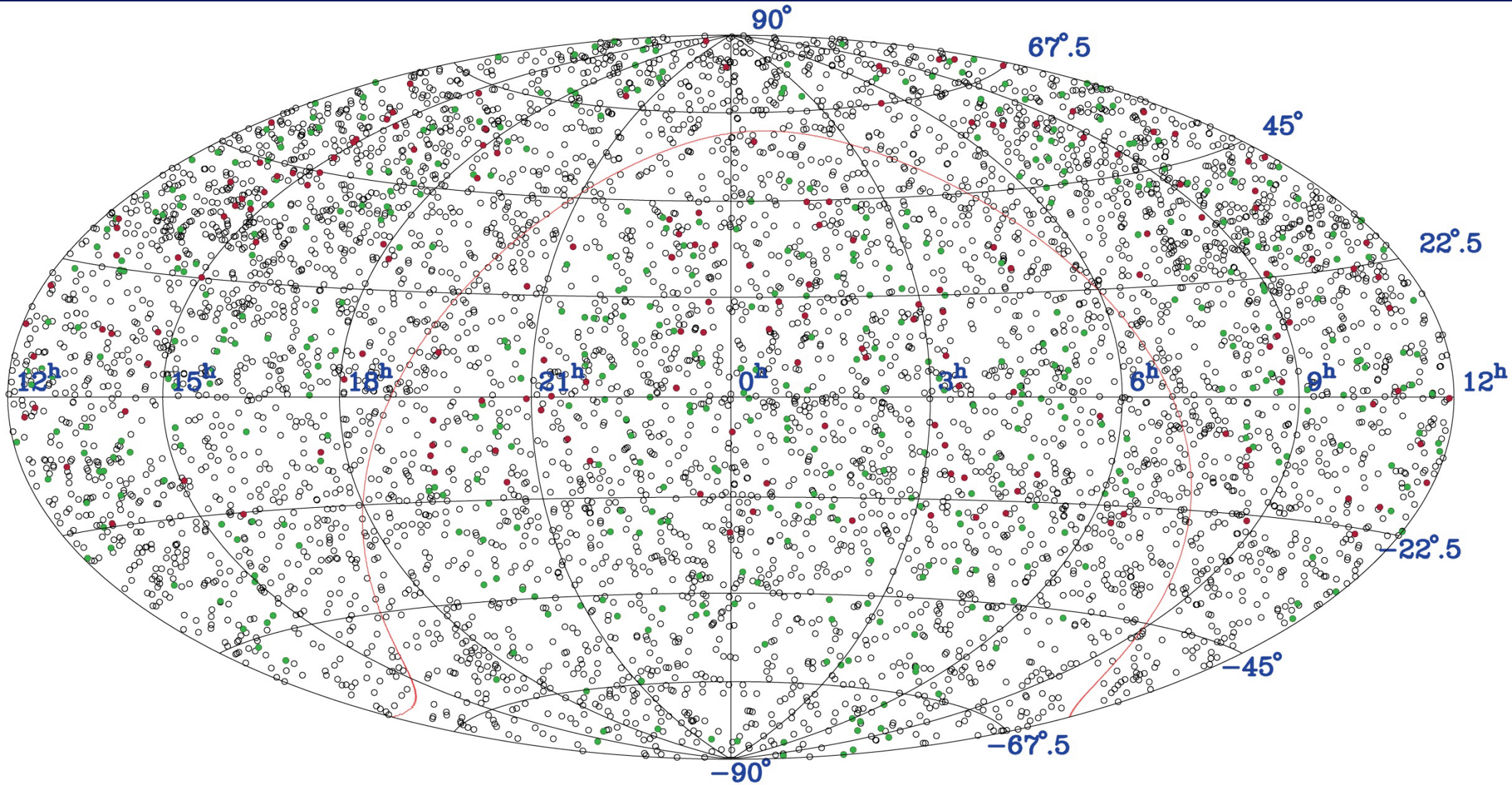


15 GHz VLBA+VLA image



**Самая точная инерциальная система отсчета
построена на внегалактических струях, координаты
которых измерены методом РСДБ с точностью до 0.1
миллисекунды дуги.**

Не говоря про геофизические приложения...

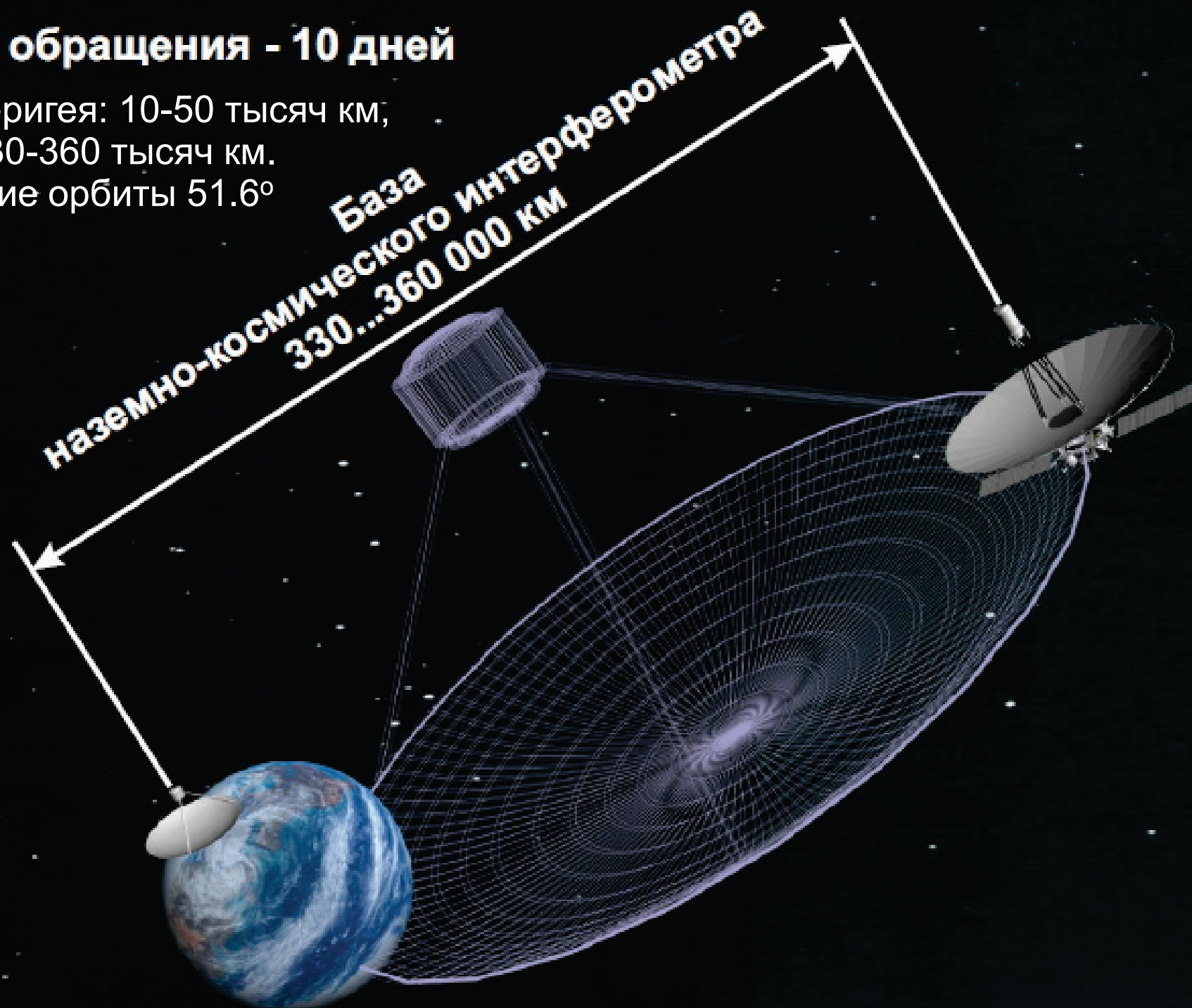


Период обращения - 10 дней

Радиус перигея: 10-50 тысяч км,

апогея: 330-360 тысяч км.

Наклонение орбиты 51.6°





Радиоисточник

Линия передачи данных
и линия синхронизации

Станции слежения

Станции управления:
Уссурийск и Медвежье озеро.

Методы измерения параметров орбиты: баллистика, (полу-) замкнутая петля, лазерная дальнометрия, оптические измерения положения Спектр-Р.

Земные
радиотелескопы

Современное состояние *Спектр-Р в космосе*

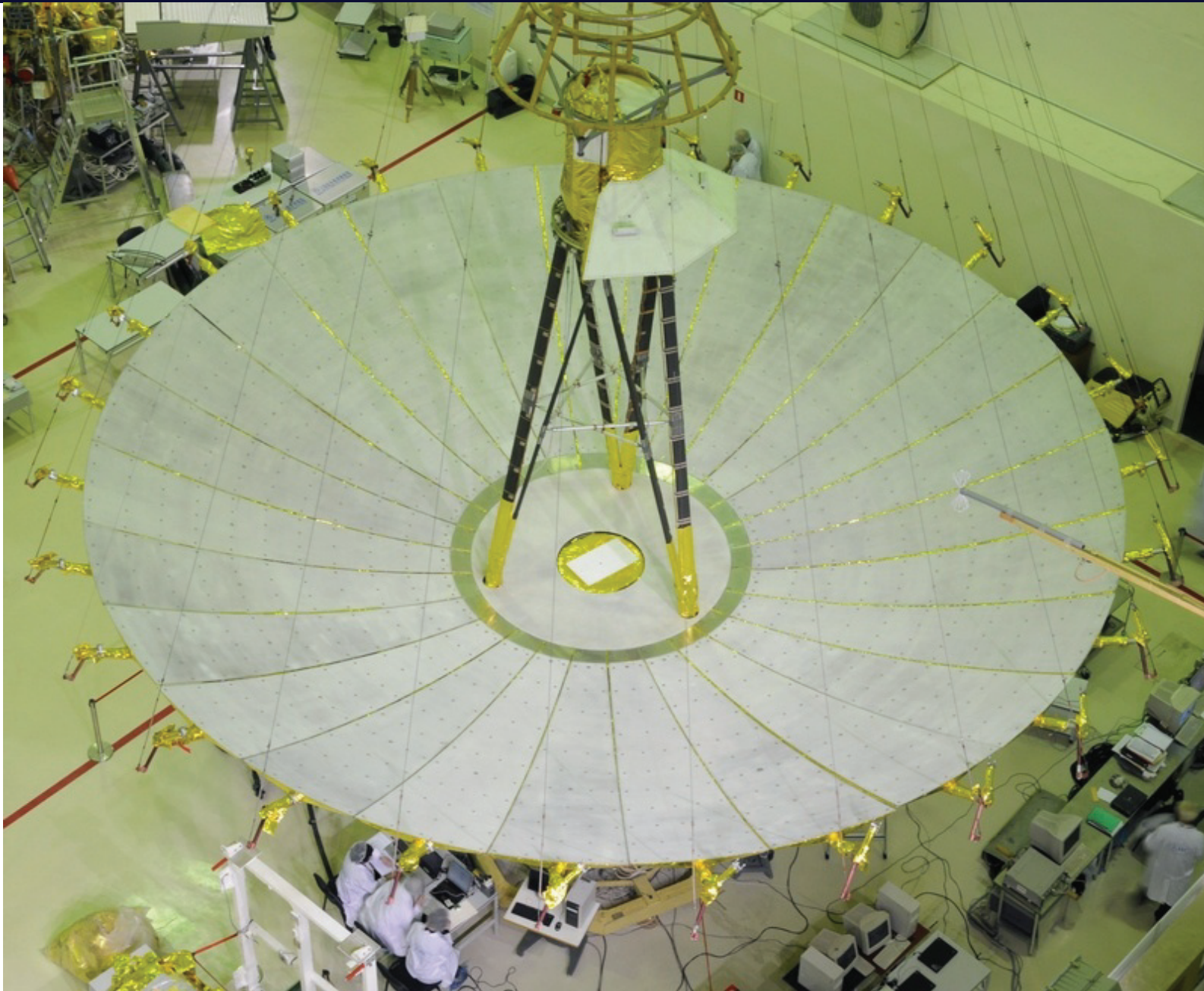


Собран: КРТ+платформа

Испытан

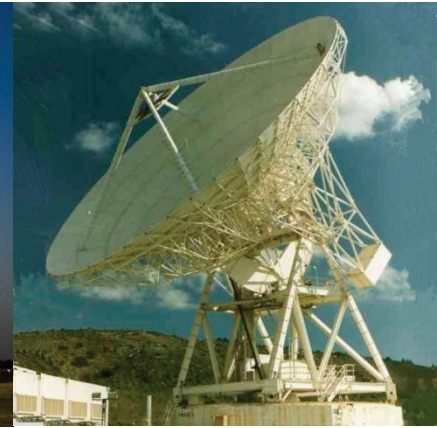
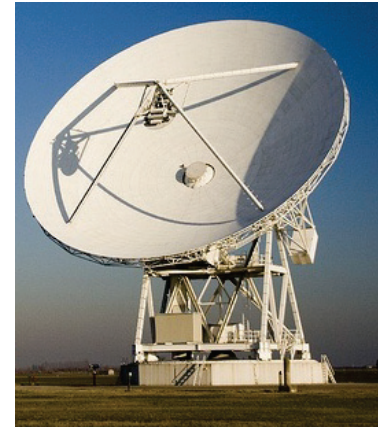
Запущен в космос 18 июля

10-метровый космический радиотелескоп успешно раскрыт 23 июля 2011 г.



Наземное РСДБ-плечо

поиск лепестков и научная программа...



Календарь после запуска

слайд заимствовал из доклада 2010 г.

- 1-3 месяц – юстировка, начальное определение параметров орбиты, инженерные тесты, etc.
- 4-6 месяц – поиск лепестков с Квазар, Евпатория, Эффельсберг, GBT, Arecibo, Медичина, Ното.
- 7-12 месяц – ранняя научная программа
- 13-... месяц – ключевые научные программы, инициативные проекты

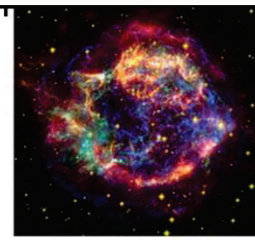
Водородный стандарт частоты сообщает о стабильной работе

проверить можно только «лепестками»...

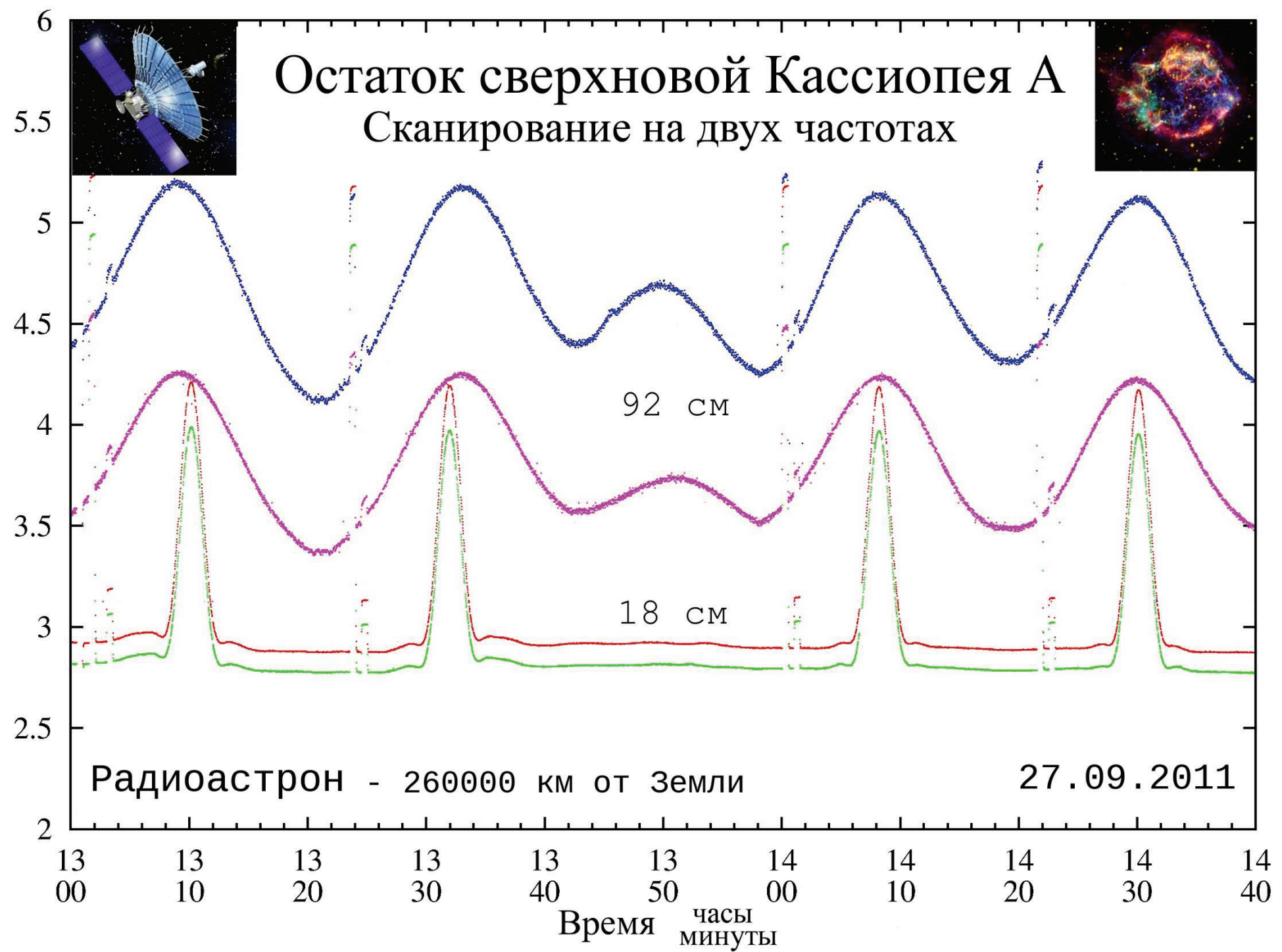


Остаток сверхновой Кассиопея А

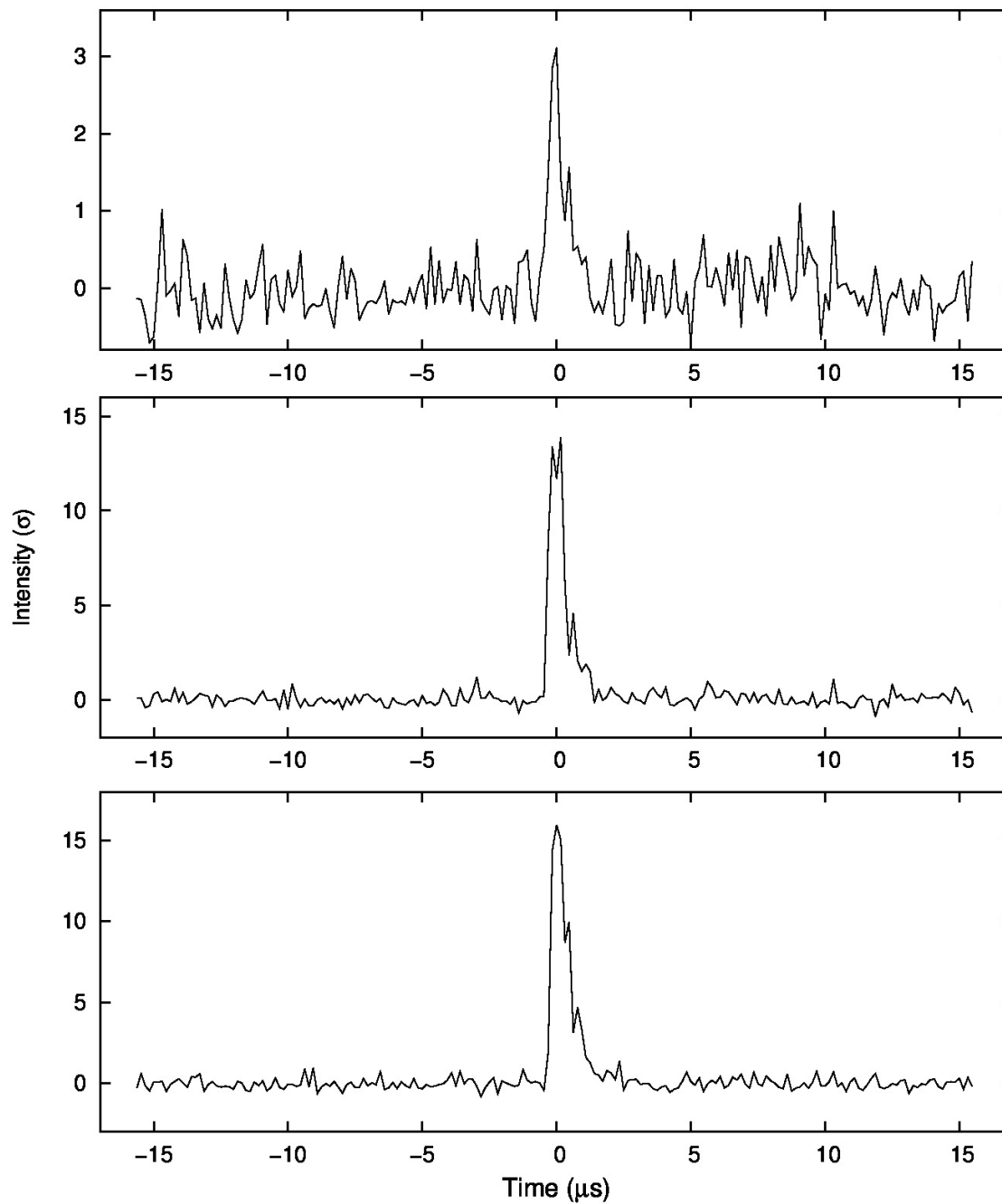
Сканирование на двух частотах



Сигнал КРТ (Вольты)



Гигантские импульсы пульсара в Крабовидной туманности



КРТ

Бадары

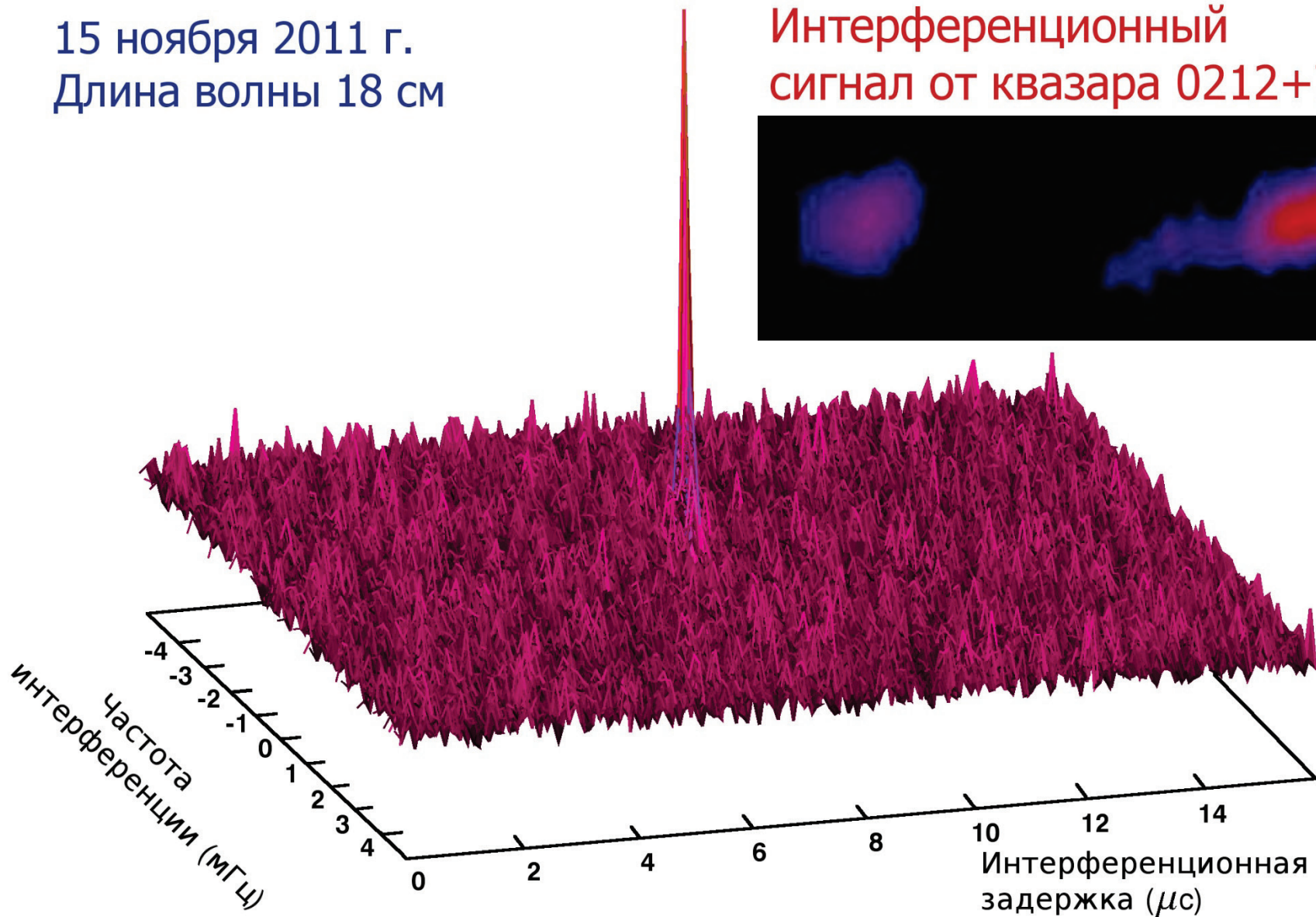
Евпатория

РАДИОАСТРОН

100 000 км от Земли

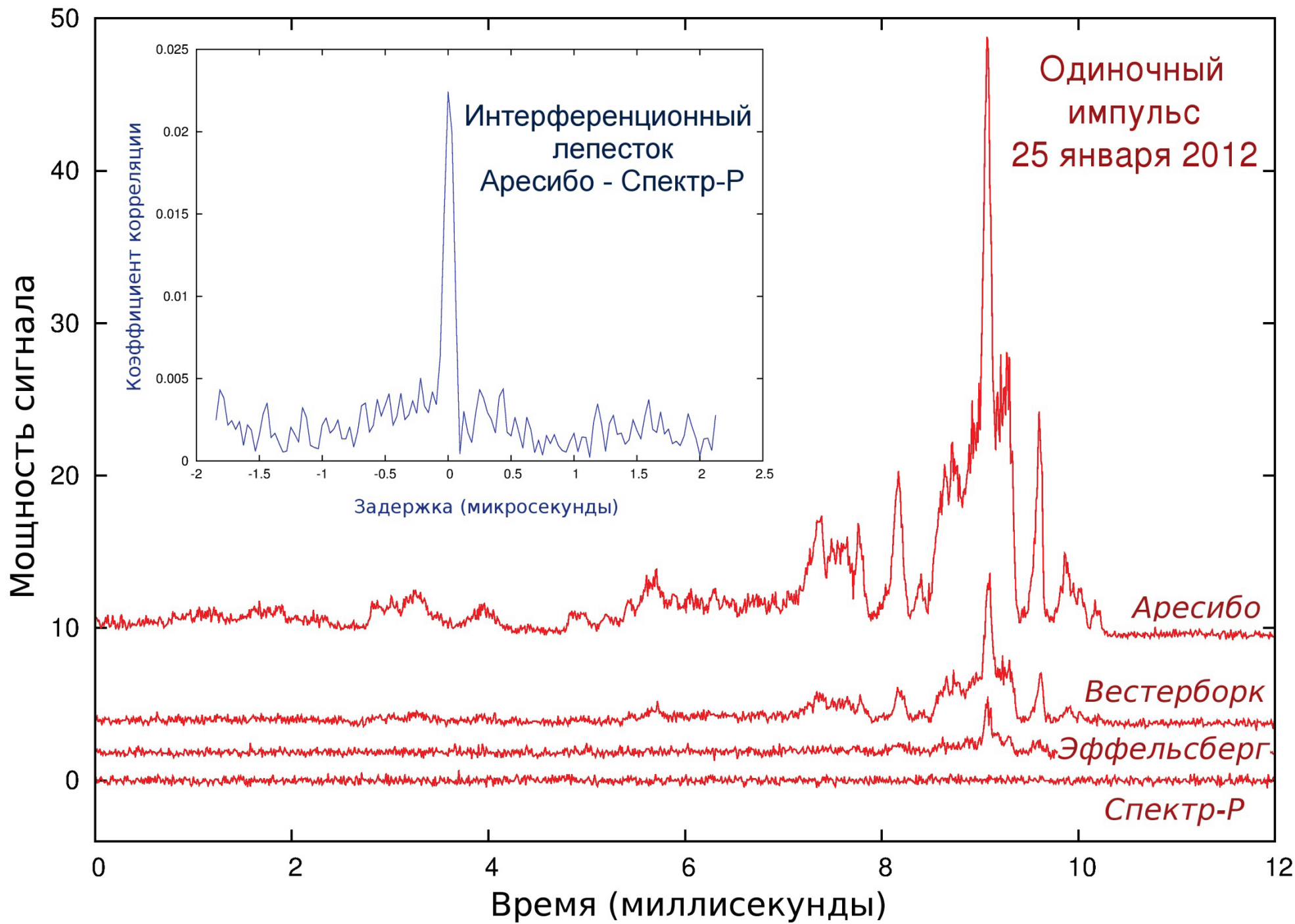
15 ноября 2011 г.
Длина волны 18 см

Интерференционный
сигнал от квазара 0212+735



РадиоАстрон: наблюдения пульсара В0950+08 на 92 см

Проекция базы интерферометра 220 000 км



Научная программа

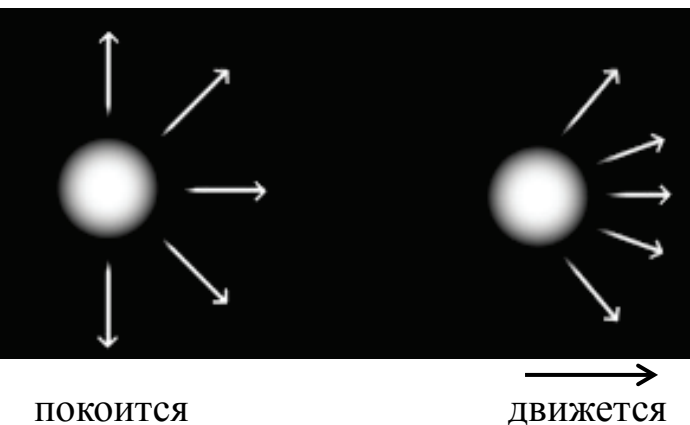
- Активные ядра галактик: струи, окрестности сверхмассивных черных дыр
- Мазеры (области звездообразования), мега- и гига-мазеры (диски вокруг сверхмассивных черных дыр в галактиках)
- Космология
- Пульсары и межзвездная среда
- Гравитационные эксперименты / ОТО

Узкий выброс горячей плазмы



Почему квазары такие яркие? Почему джеты часто односторонние?

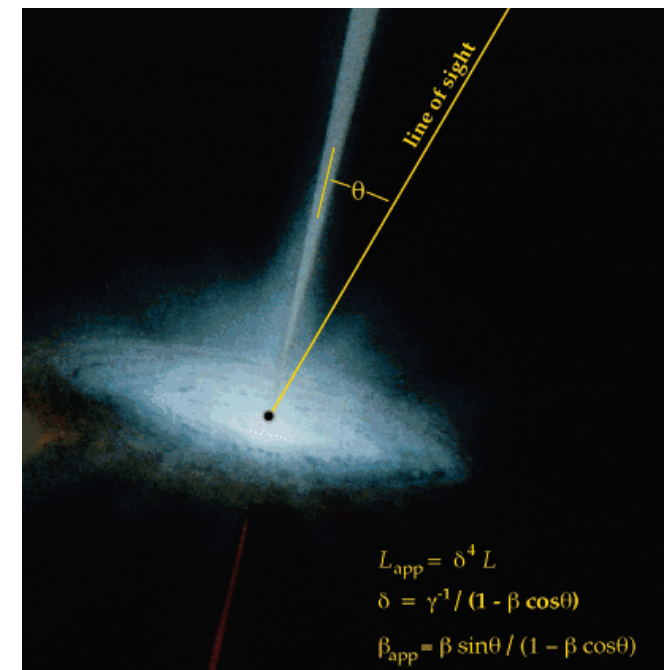
Релятивистская
абберация

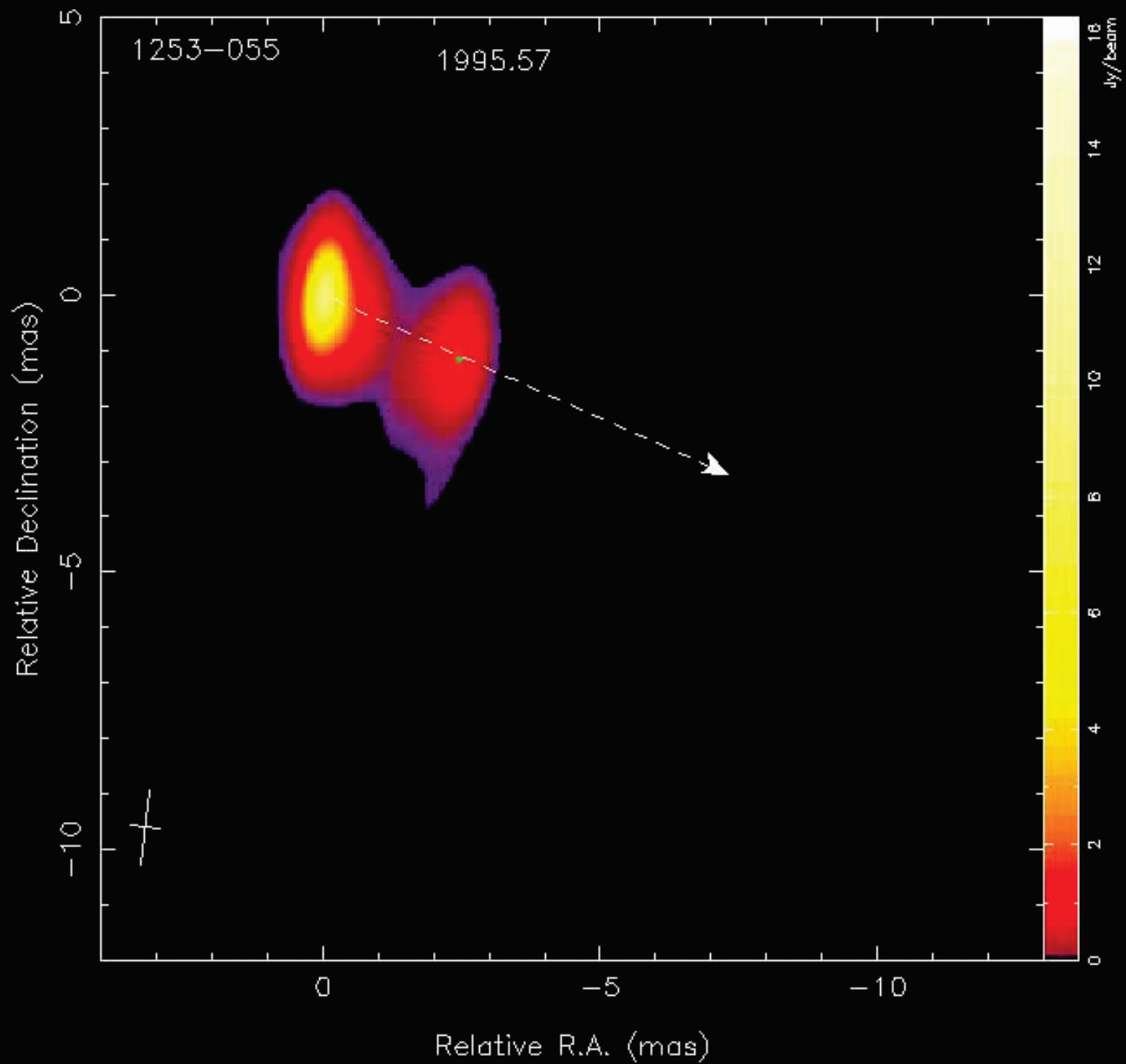


Релятивистское
сокращение
времени



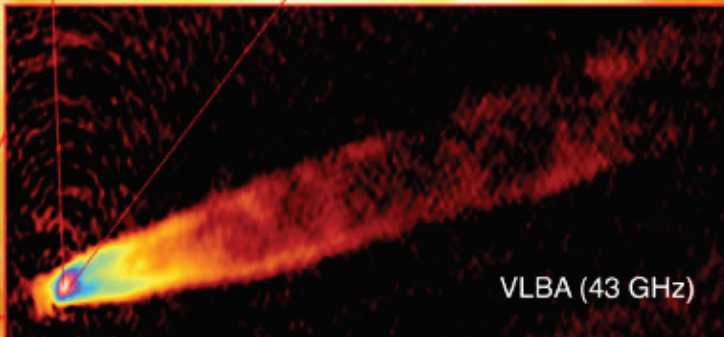
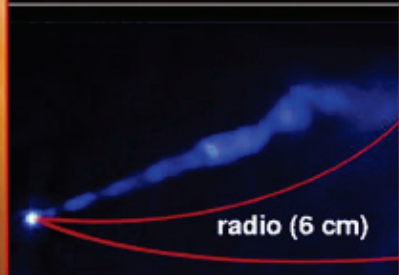
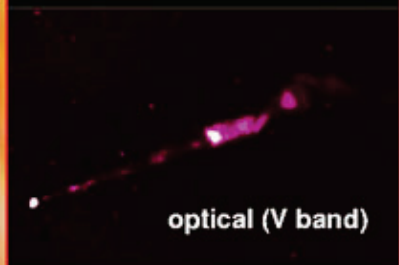
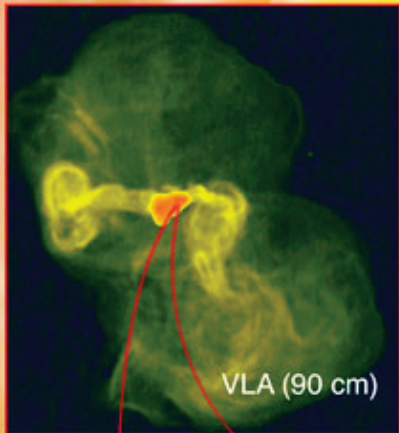
Кажущаяся
скорость
движения больше
скорости света





Галактика в созвездии Девы: М87

Acciari et al. (2009), Krichbaum et al. (2006)

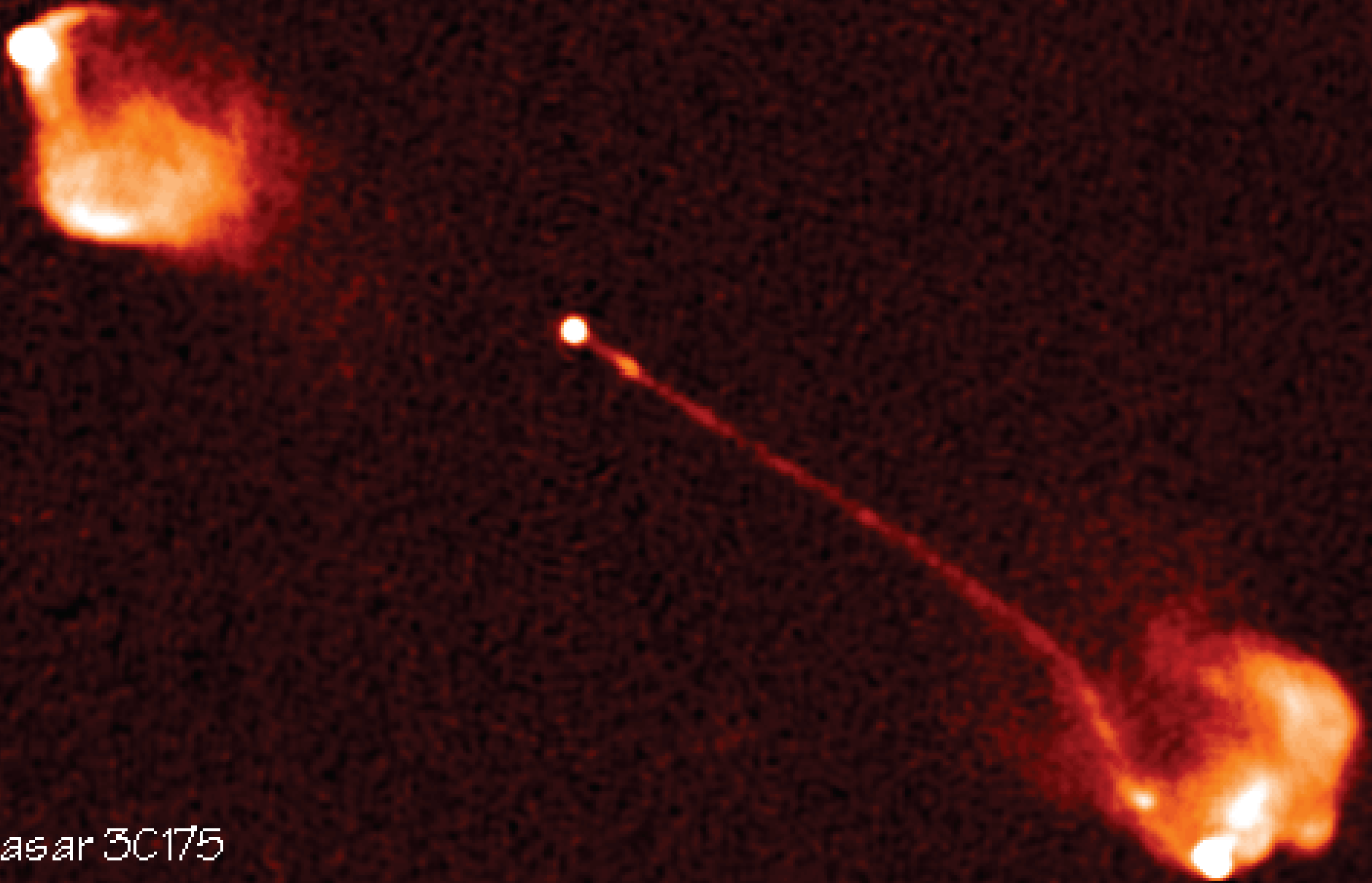


Расстояние 16 Мпс, масса чёрной дыры $6 \times 10^9 M_{\odot}$.

Шварцшильдовский диаметр
 $2R_S = 4GM/c^2 = 8.4 \text{ мкс.}$

Полуширина лепестка проекта Радиоастрон: 7 мкс.

Спасибо за внимание



Quasar 3C175

VLA 6cm image (c) NRAO 1996