

# Исследуем квазары с экстремальным разрешением

Ю.Ю. Ковалев (АКЦ ФИАН)

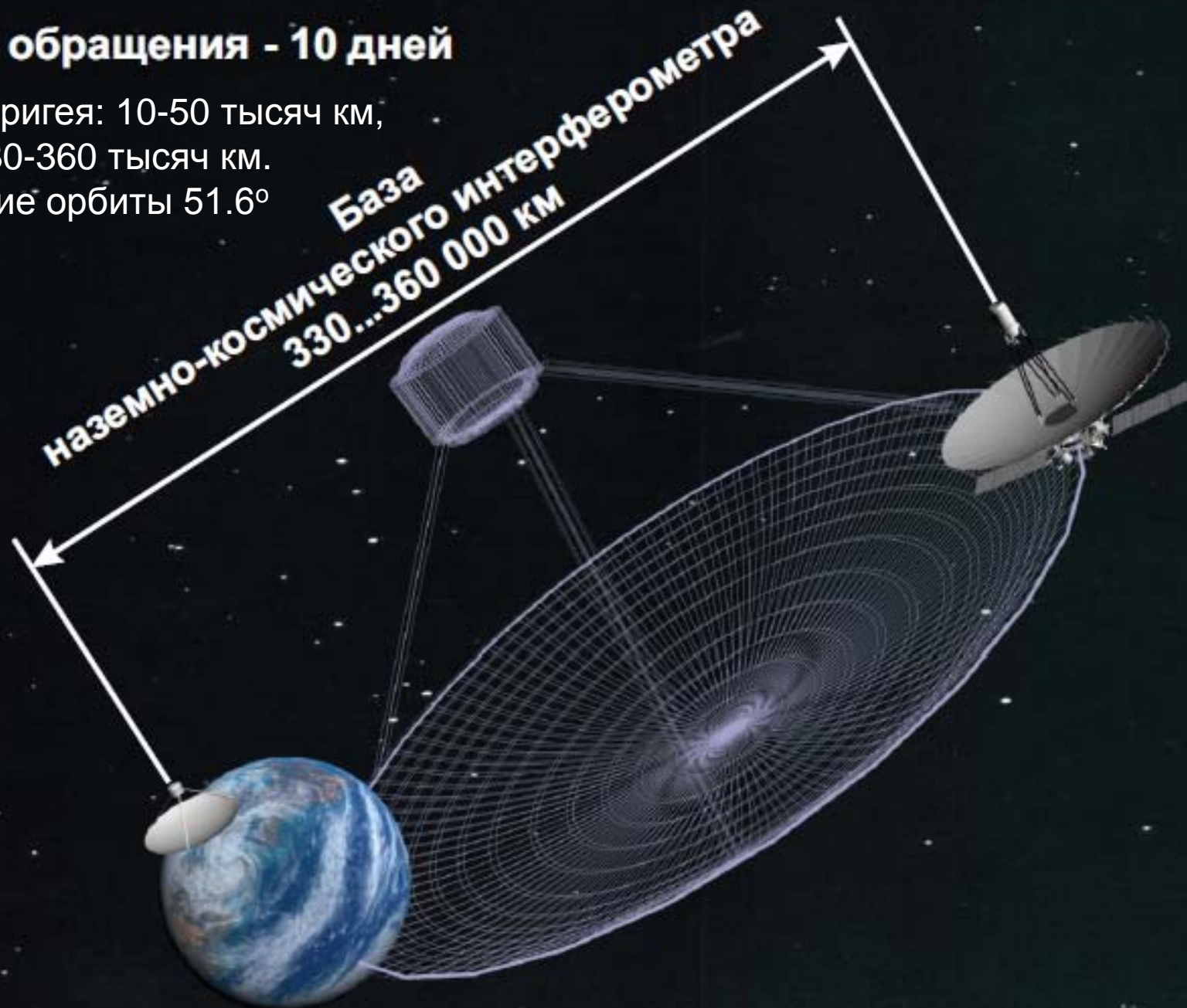


**Период обращения - 10 дней**

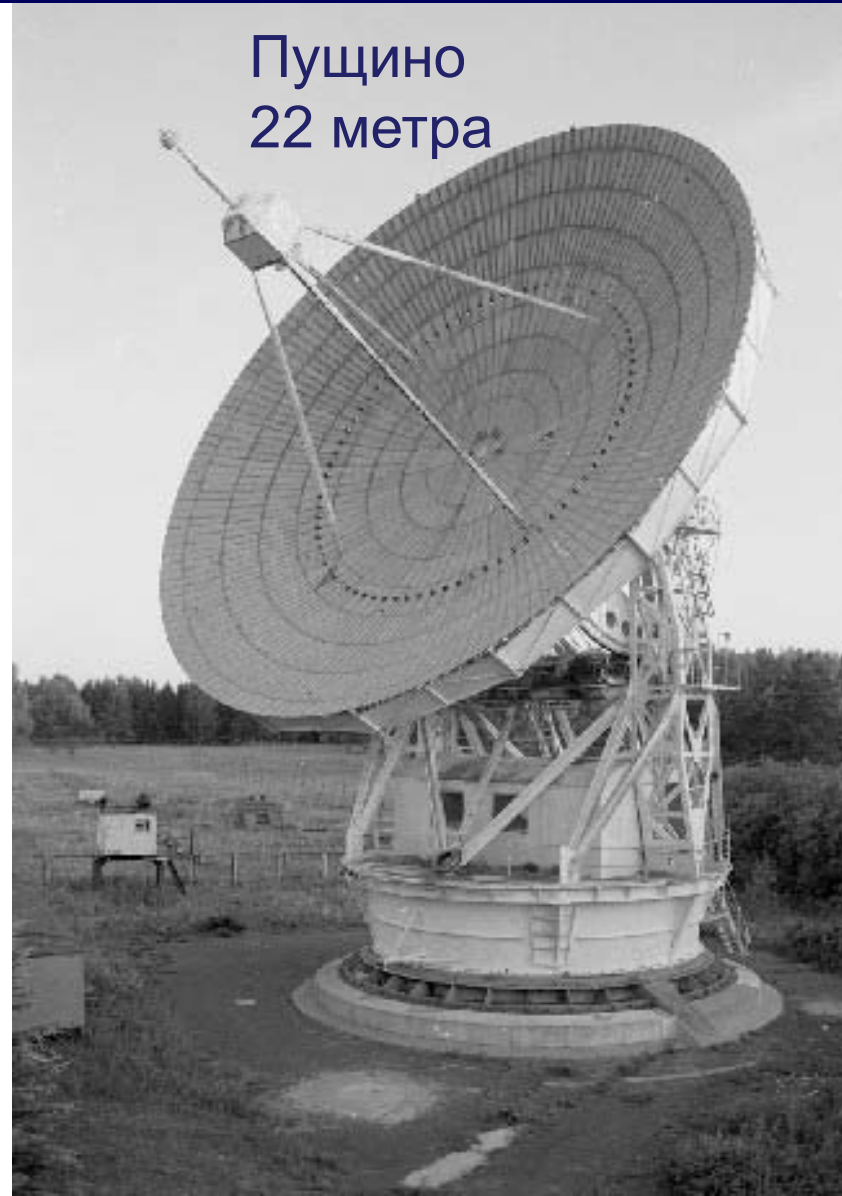
Радиус перигея: 10-50 тысяч км,

апогея: 330-360 тысяч км.

Наклонение орбиты  $51.6^\circ$



# Станции слежения и сбора научной информации: РФ и США



# Наземное РСДБ плечо: более 30 телескопов

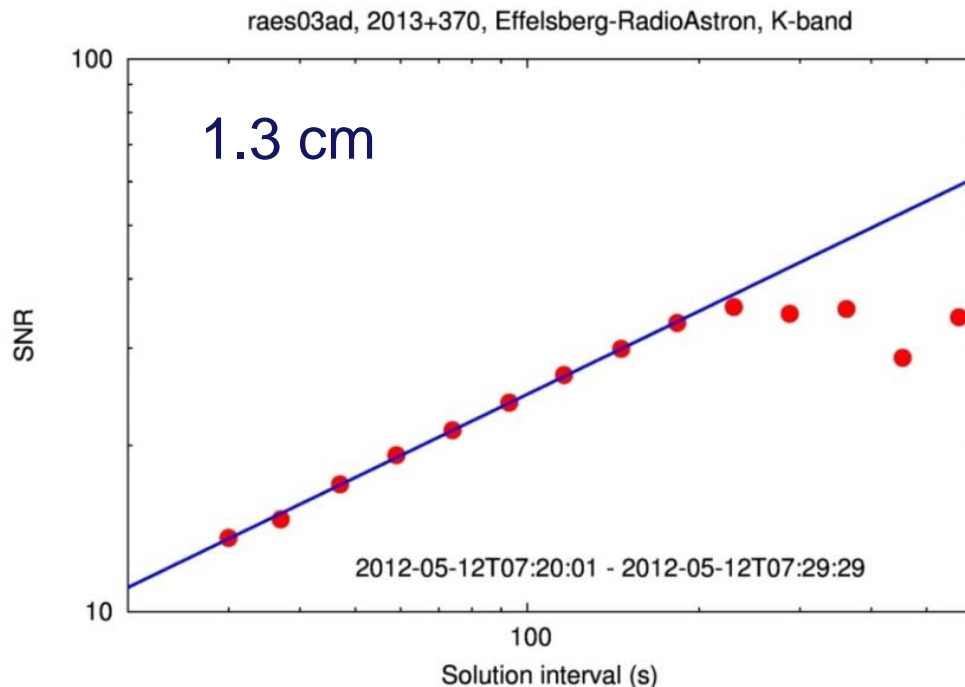
*Российская сеть Квazar, Евпатория, Калязин, Effelsberg, Medicina, Yebes, WSRT, GBT, Arecibo, VLA, Usuda, EVN, VLBA, и др. Полная поддержка.*



# Радиотелескопы и обсерватории, обеспечивающие наземную поддержку РадиоАстрона: более 30 штук

<u>Наземное плечо интерферометра:</u>	<u>Измерения полной мощности одиночными антеннами:</u>
Квазар-КВО: Sv, Bd, Zc (Россия);	РАТАН-600 (Россия);
Калязин (Россия);	АТСА (Австралия);
Евпатория (Украина);	WSRT (Нидерланды);
Effelsberg (Германия);	Urumqi (Китай);
WSRT (Нидерланды);	Effelsberg (Германия);
Torun (Польша);	Oven Valley (США);
Medicina, Noto, Sardinia (Италия);	GBT (США).
Yebeles, Robledo (Испания);	
Jodrell Bank 1 & 2 (Великобритания);	
Usuda (Япония);	
Shanghai 25 & 65, Urumqi (Китай);	
VLA, GBT, Arecibo, VLBA (США);	
HartRAO (ЮАР); KVN (Корея),	
LBA, Tidbinbilla (Австралия).	

# Проверка работы водородного стандарта по данным научных экспериментов

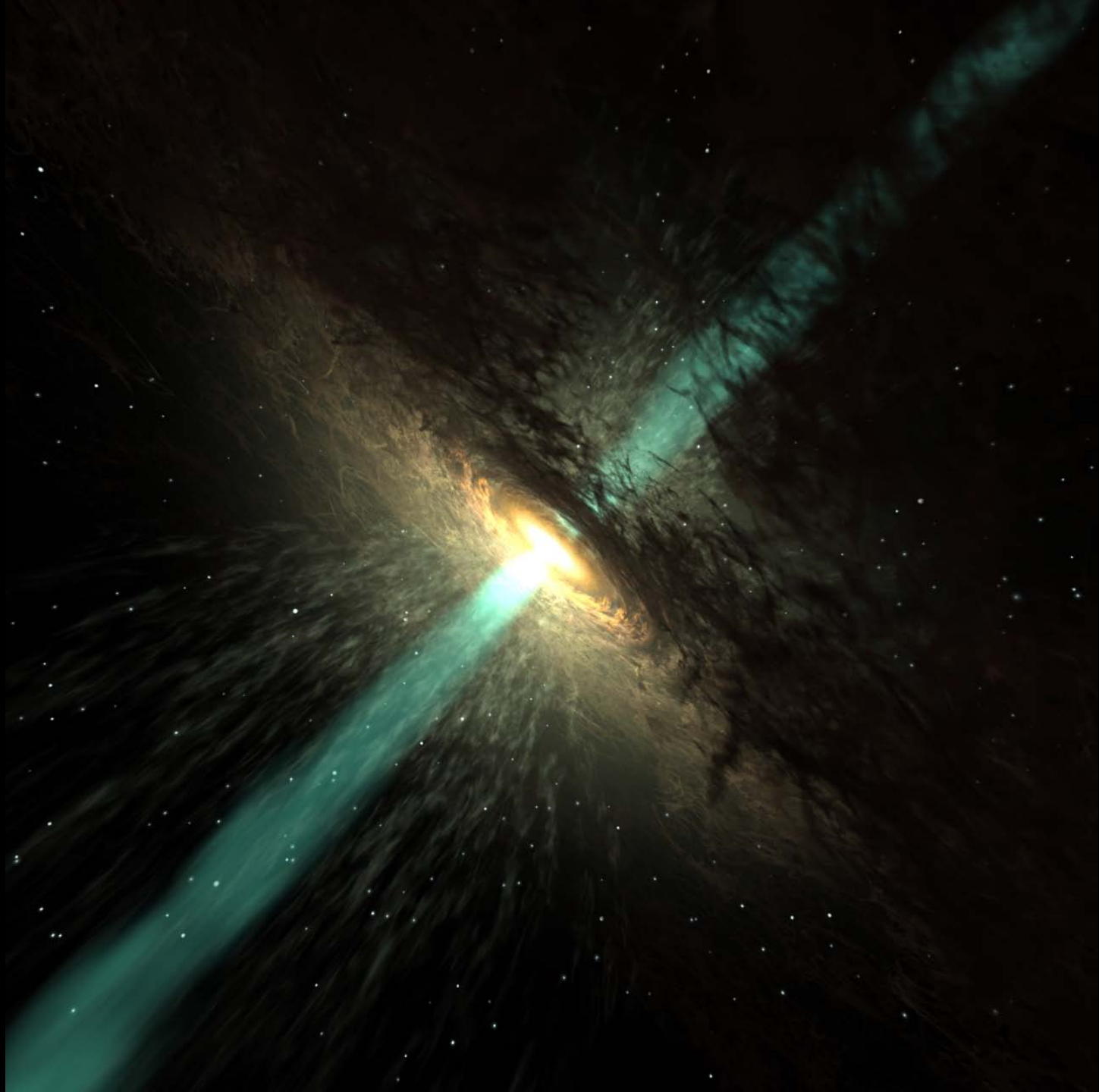


Успешно испытаны две моды синхронизации.

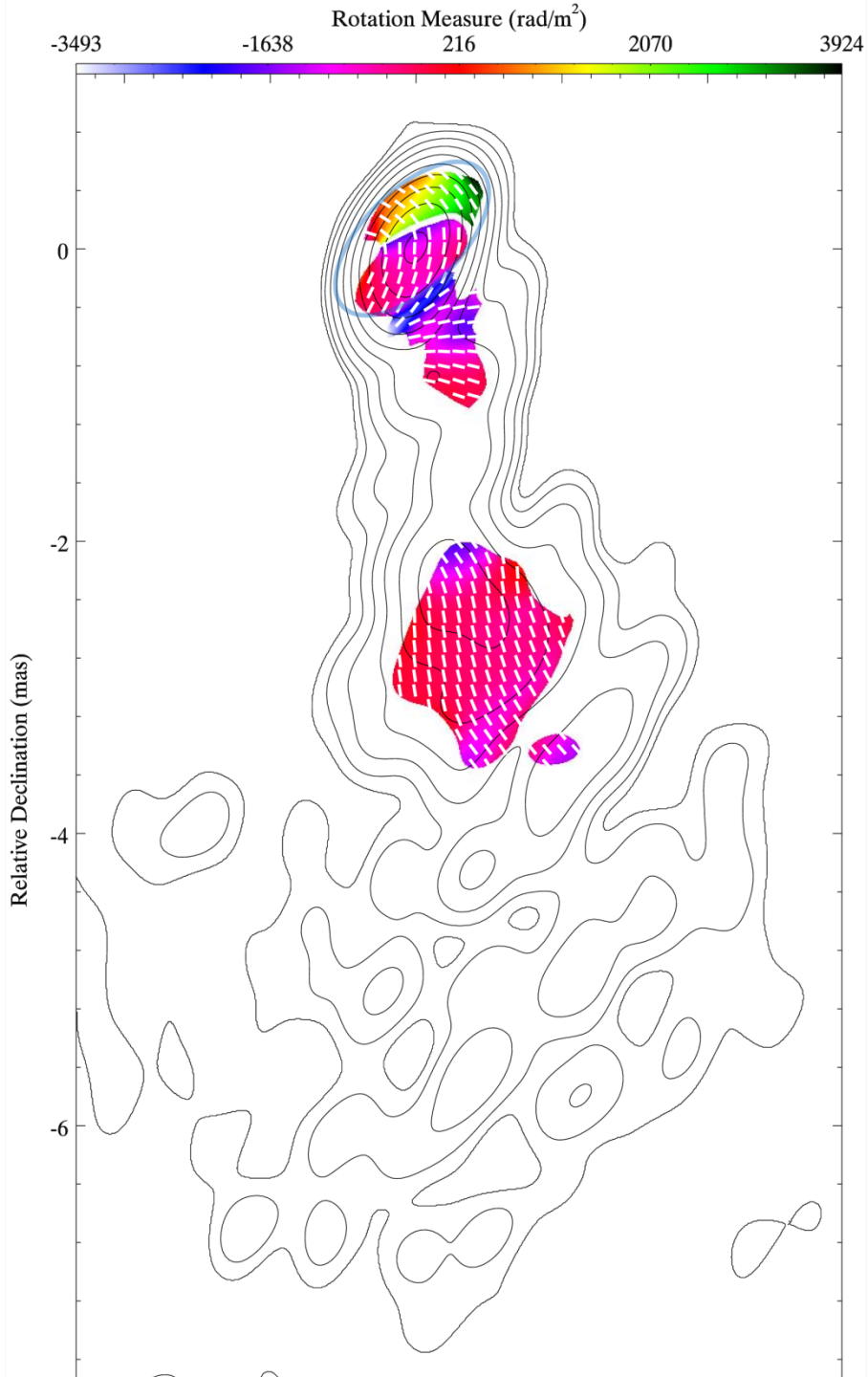
Для *новой* моды синхронизации по боровому водородному стандарту получены положительные результаты. Реализовано более длительное, чем на Земле, накопление сигнала.

# Кусочек специализированного кластера АКЦ ФИАН





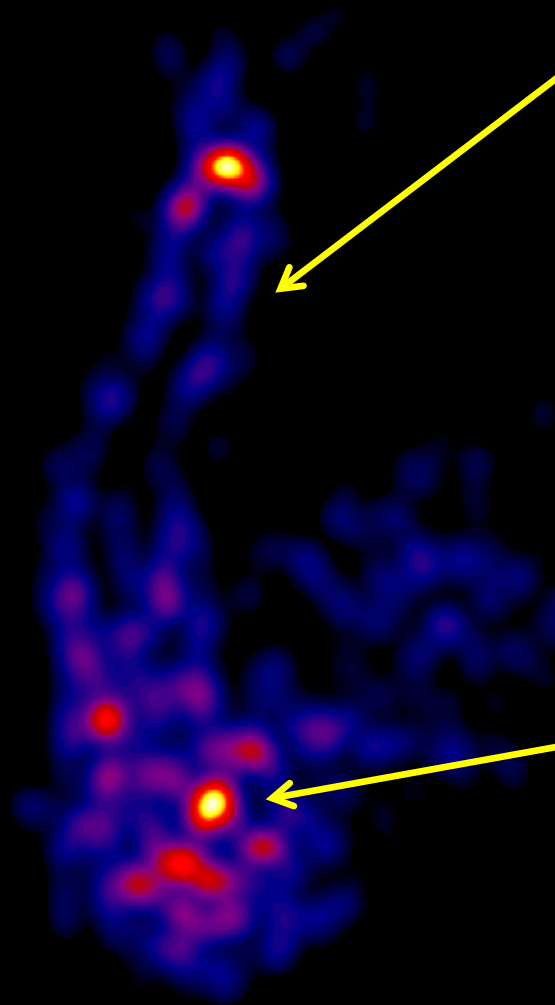




# VL Lacertae: Фарадеевское вращение

Нам удалось увидеть градиент меры вращения в районе начала струи. Его распределение согласуется с результатами РМГД моделирования джета со спиральным магнитным полем.

3C84 22.2 GHz



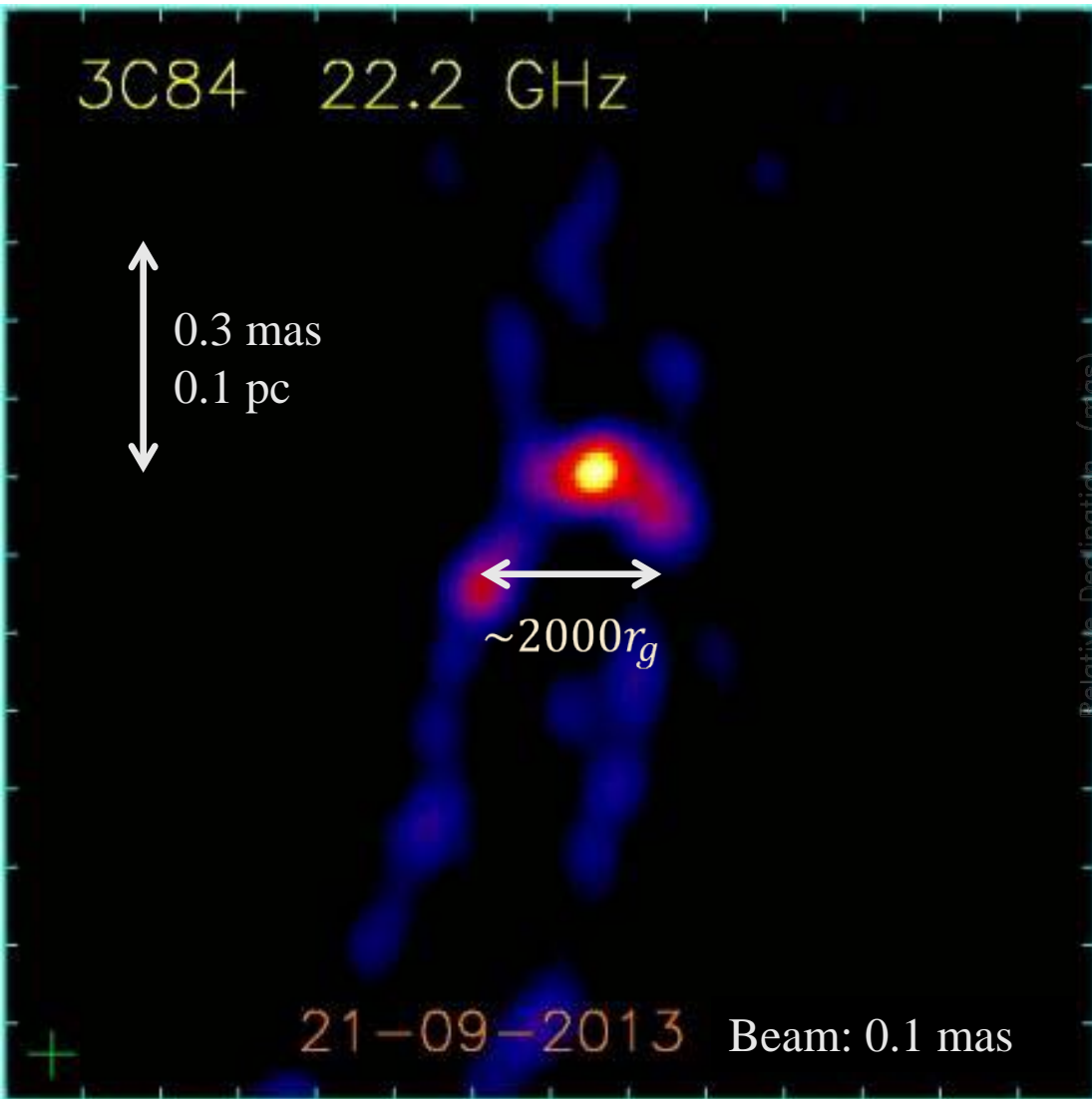
Явное уярчение к краю джета.  
Ранее видели только для M87.  
Статификация течения плазмы  
более типична, чем мы  
полагали?

Экстремально яркое пятно  
вдали (один парсек) от  
центральной машины. Ударная  
волна как результат  
взаимодействия с окружающей  
средой?

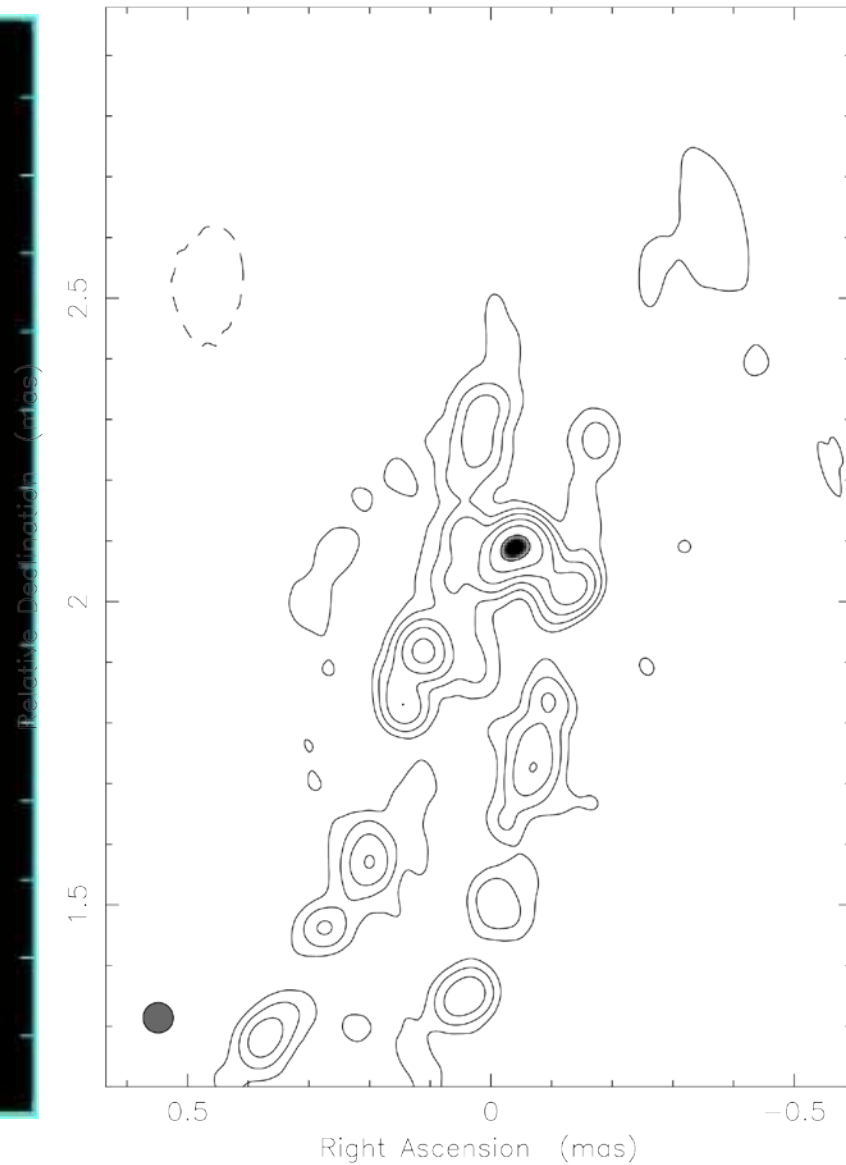
21-09-2013

Beam: 0.1 mas

# Старт джета в 3C84 ( $D=75$ Mpc)



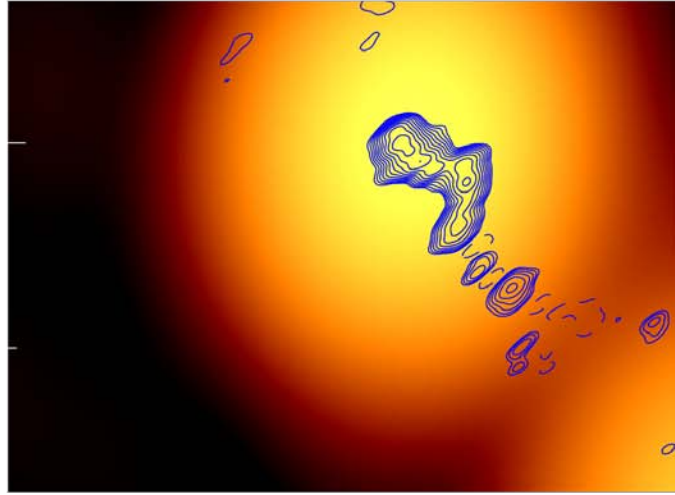
0316+413 at 22.236 GHz 2013 Sep 21





Relative Dec. [mas]

8



10

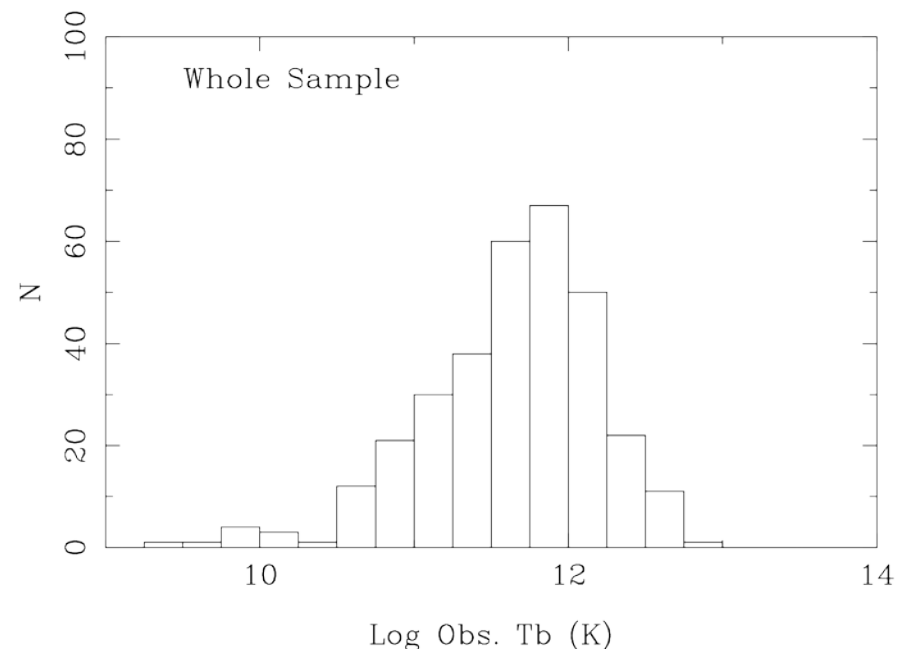


0836+710 at 5GHz

Gray scale: Ground VLBI

Contours: RadioAstron

# Обзор ядер галактик: задача



Наземное РСДБ, 2 см:  
Med Tb =  $<10^{12}$  K, maxTb  $\sim 10^{13}$  K.  
Результаты обзора VSOP на 6 см –  
аналогичны.

При учете релятивистского  
усиления (для Лоренц-фактора до  
50), предел яркости из обратного  
Комптона не нарушается.

Задача обзора яркости ядер галактик (яркостных температур):

Измерить размеры и яркость ядер галактик.

**Проверить предел на обратный Комптон эффект.** Возможно  
только с помощью наземно-космического РСДБ. Уход на Земле на  
более высокие частоты решить задачу не поможет.  
Критически важно для проверки механизма излучения.

# Обзор ядер активных галактик

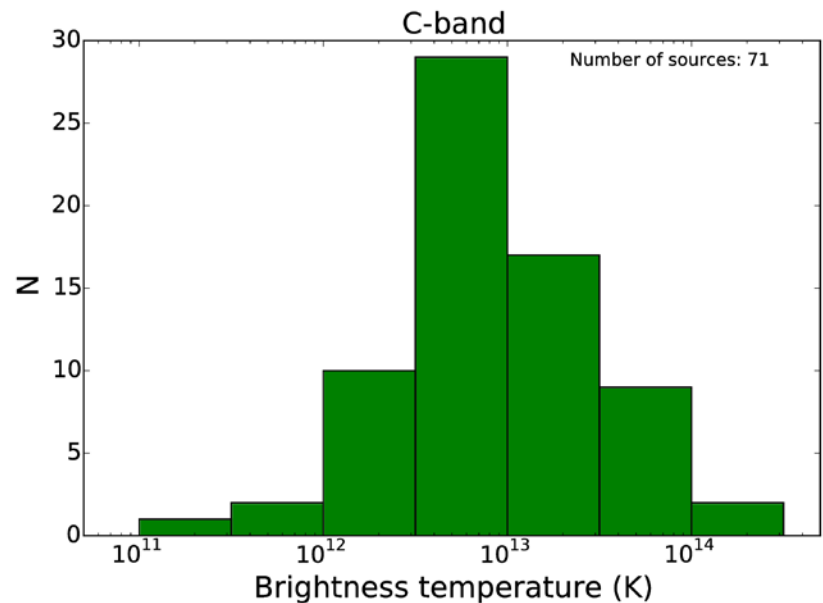
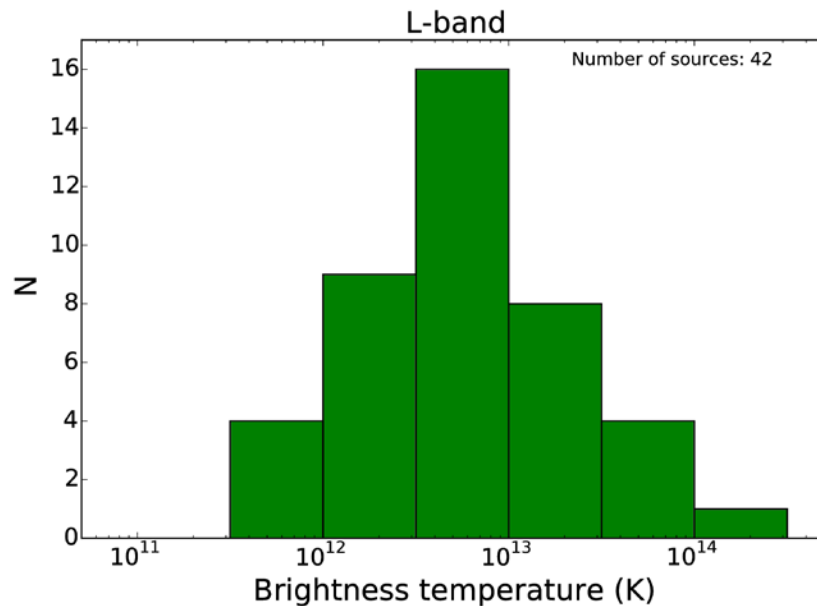
18 см: 27 ED 0048-096 (RA-GBT) – 349,000 км;

6 см: 26 ED 0235+164 (RA-Ar);

1.3 см: 15.5 ED OJ287 (RA-GBT).

Абсолютный рекорд углового разрешения: 14  $\mu$ as.

Прокоррелировано и проанализировано 1900 экспериментов, значимый интерференционный отклик найден от 157 галактик. Типичная яркость: от  $10^{12}$  до  $>10^{14}$  К, что значительно выше ранее известных значений и меняет представления о механизме излучения / ускорения джетов квазаров.

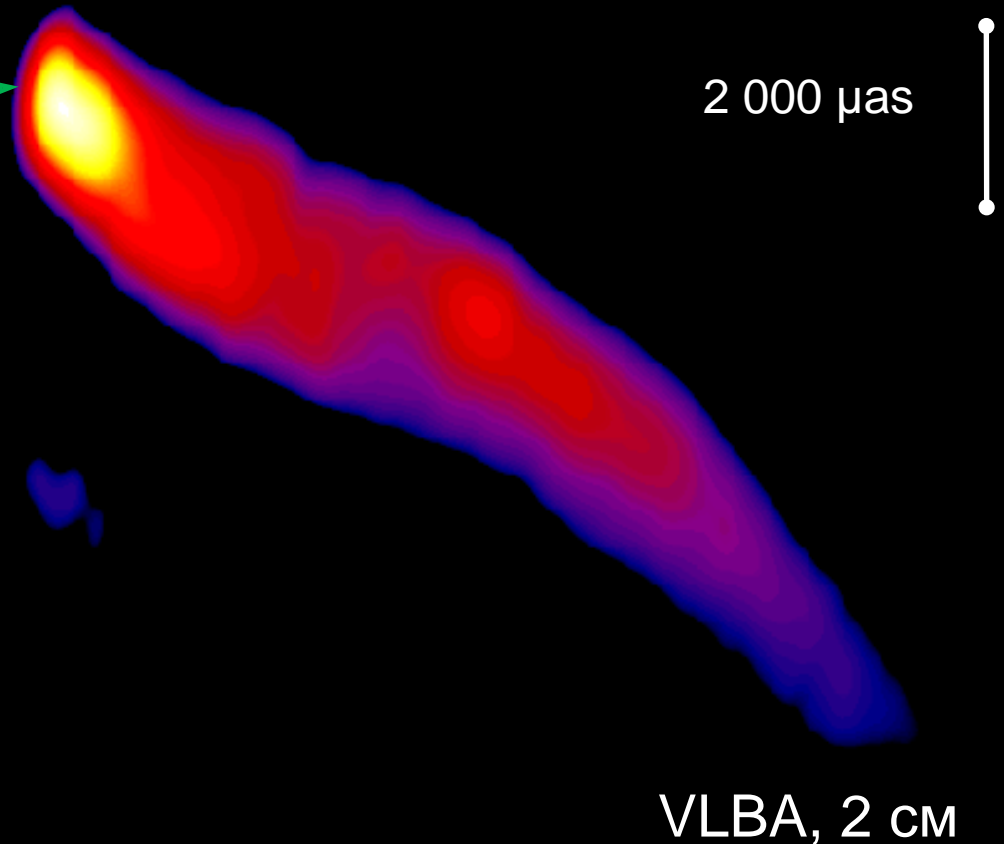


Результаты  
РадиоАстрон

18 см, 6 см, 1.3 см

Яркостная  
температура:  
~>4·10<sup>13</sup> К.

# Квазар 3C273



# Обзор ядер активных галактик. Как объяснить результаты?

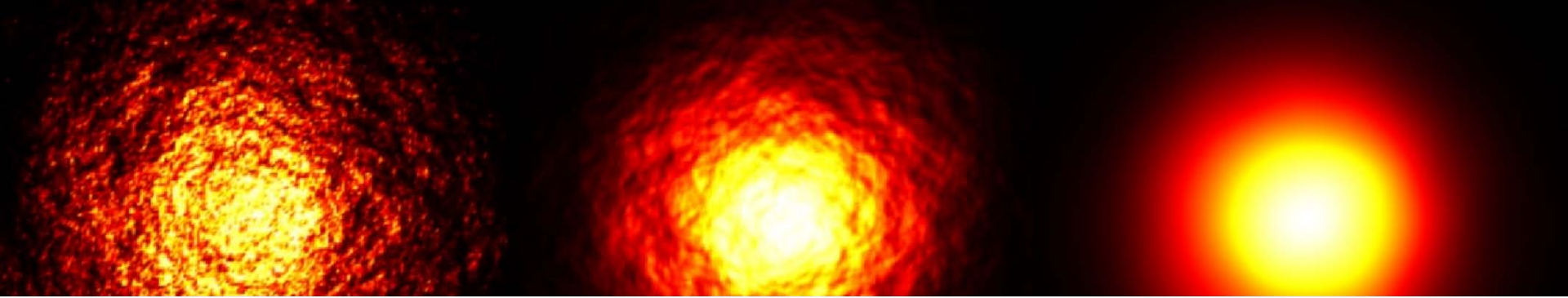
- Исследуем диапазон  $T_b$ , недоступный ранее. Типичные оценки яркостной температуры ядер: **от  $10^{12}$  до  $\sim 10^{14}$  К.**  
Для равномерного распределения энергии:  $5 \times 10^{10}$  К.  
Комптонный предел:  $10^{11.5}$  К.
- Варианты объяснения:
  - ✓ Тяжелые частицы – требует очень эффективного ускорения и больших магнитных полей. Когерентные процессы – высокие магнитные поля.
  - ✓ Непрерывное (ре-)ускорение частиц. Но далеко от центральной машины и требует высокого гамма-потока.
  - ✓ Доплер фактор  $\delta \sim 100$  – выше типичных оценок из РСДБ кинематики в 10 раз.



$\lambda=18\text{cm}$

$\lambda=6\text{cm}$

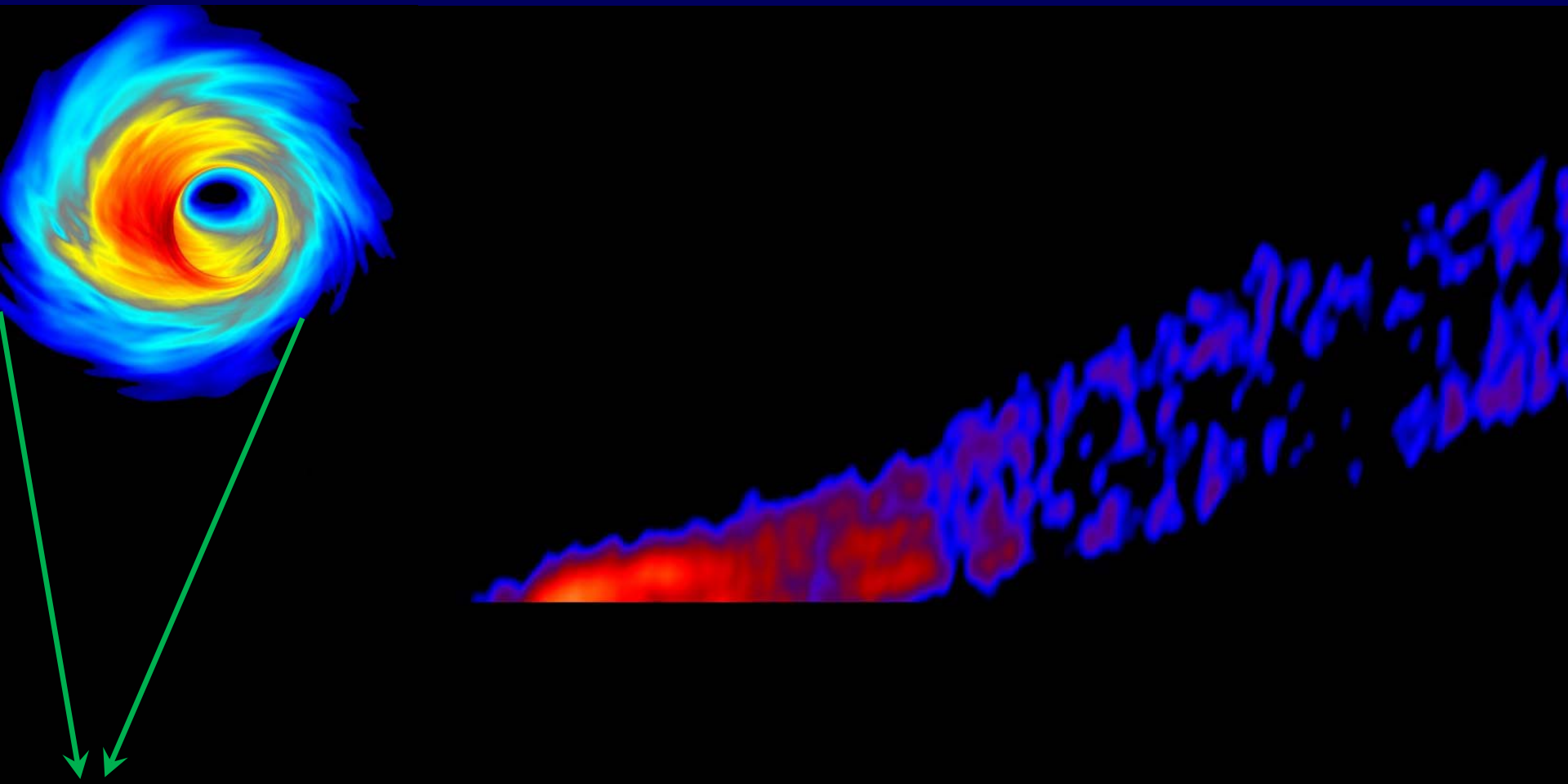
$\lambda=1.3\text{cm}$



РадиоАстрон открыл новый эффект рассеяния: появление «пятнышек» суб-структуры на размытой космической картинке.

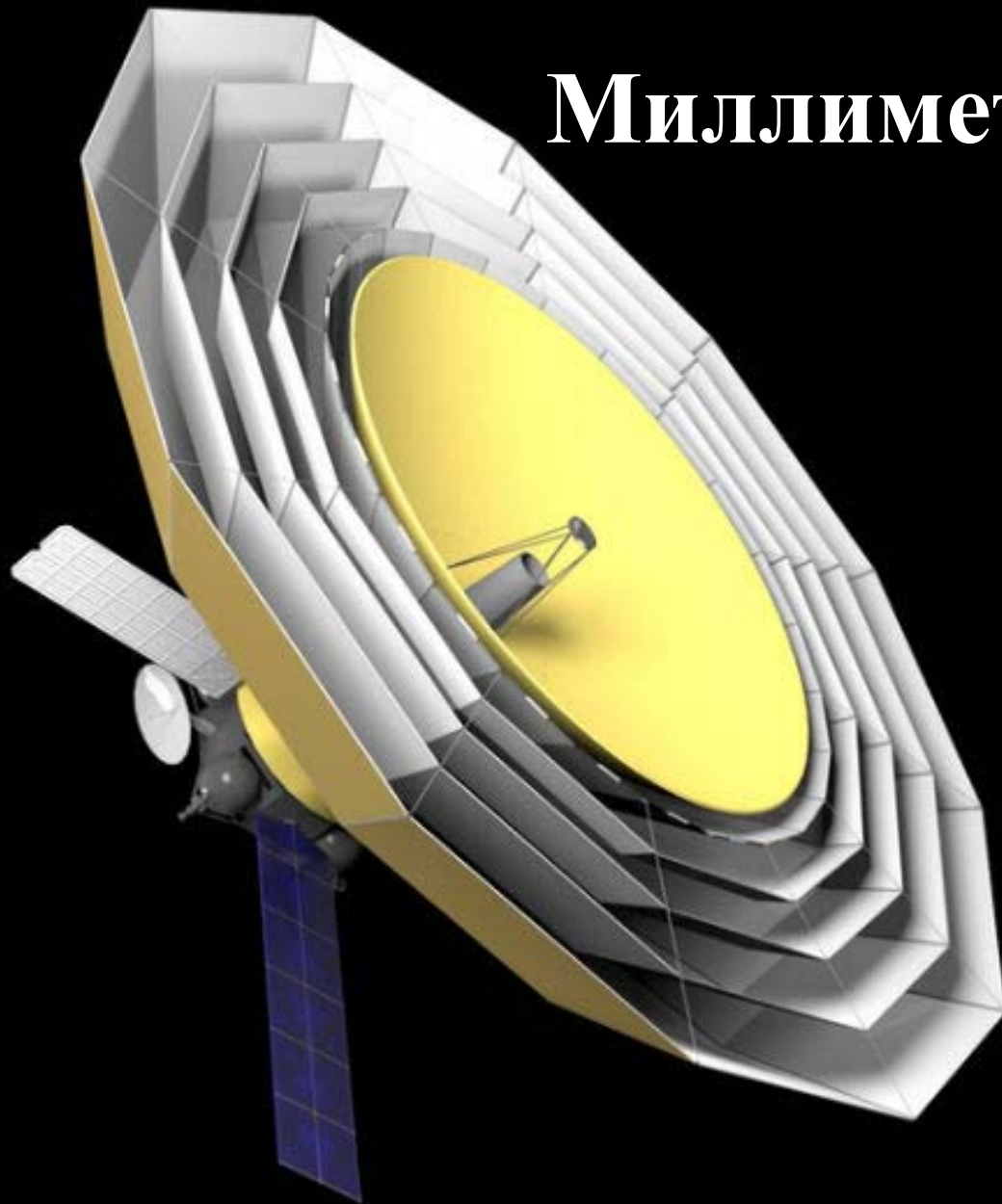
Этот эффект позволяет ученым не только определить характеристики облаков газа в Галактике, но и восстановить изображение космических объектов, испорченное «рассеянием», как туманом.

# Сверхмассивные черные дыры в далеких галактиках. Или кротовые норы?



Миллиметрон...

# Миллиметронтрон



Список публикаций:

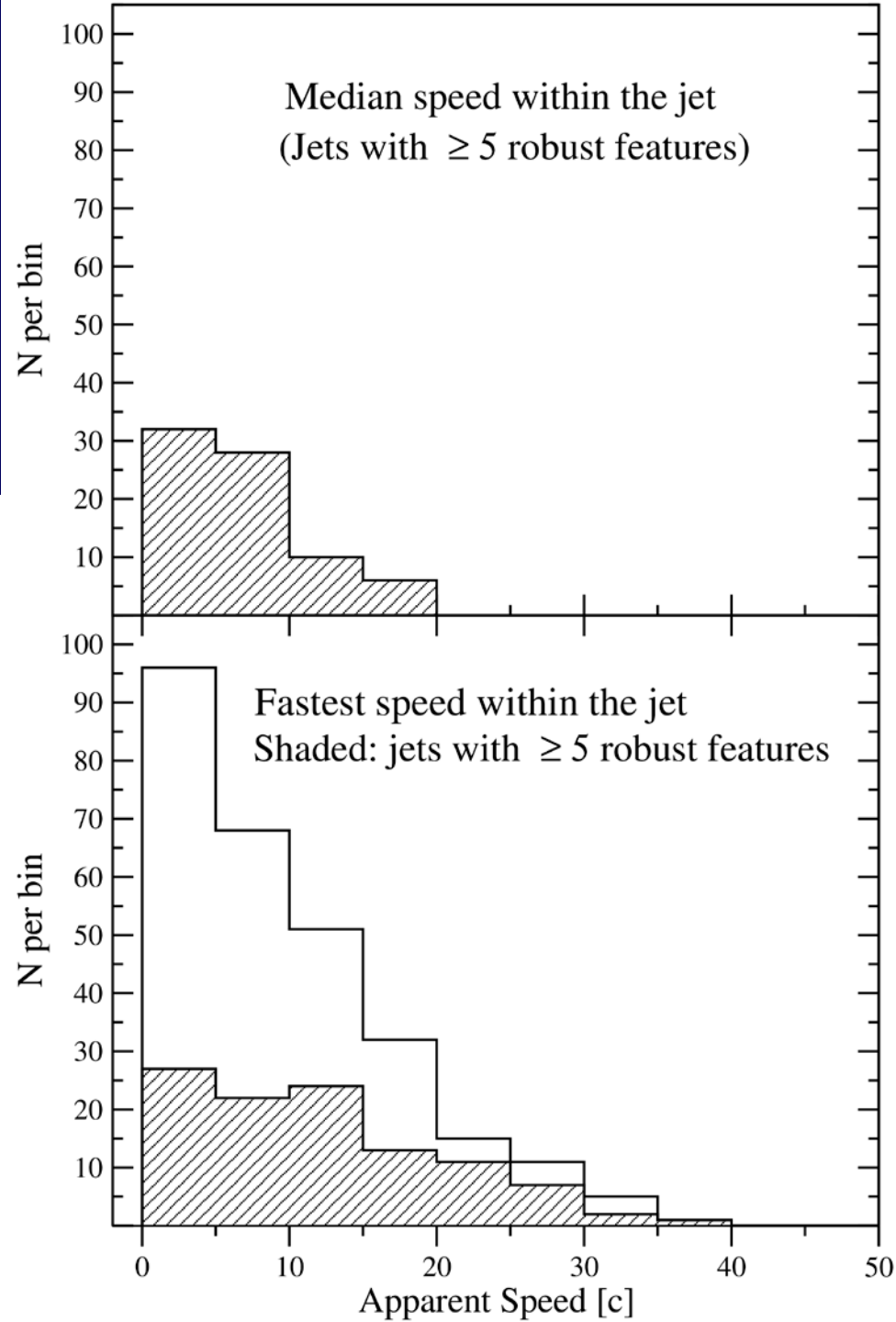
<http://www.asc.rssi.ru/radioastron/publications/publ.html>

A photograph of a rocket launch. The rocket is vertical, with a large plume of white smoke and fire at its base. The launch is taking place at a launch pad with various structures and scaffolding visible. Two tall, lattice-like towers with multiple levels of lights are positioned on either side of the launch pad. The sky is a clear, pale blue. The word "СПАСИБО" is overlaid in large, white, serif capital letters across the center of the image.

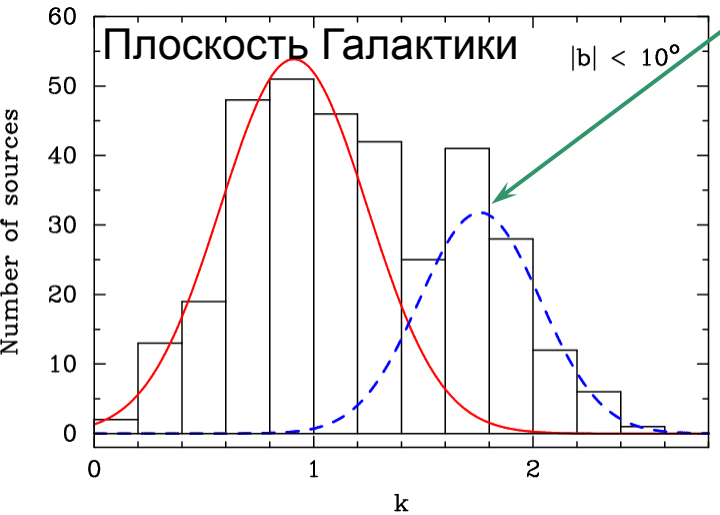
СПАСИБО

# Самые свежие данные по кинematике джетов в квазарах

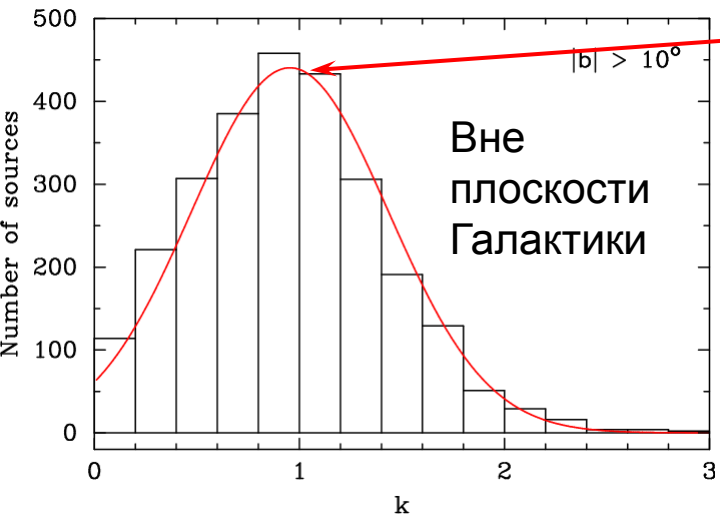
Типичные оценки Доплер  
фактора дают значения  
на уровне 10.



# Рассеивающие свойства межзвездной среды Галактики и их влияние на наблюдаемые размеры ядер галактик

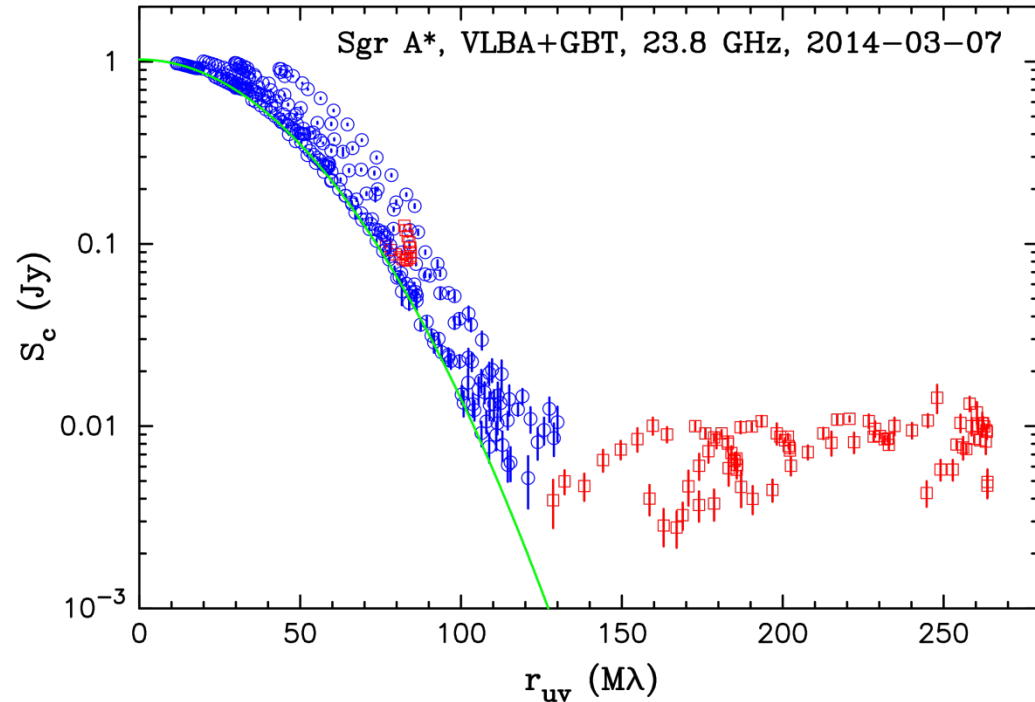
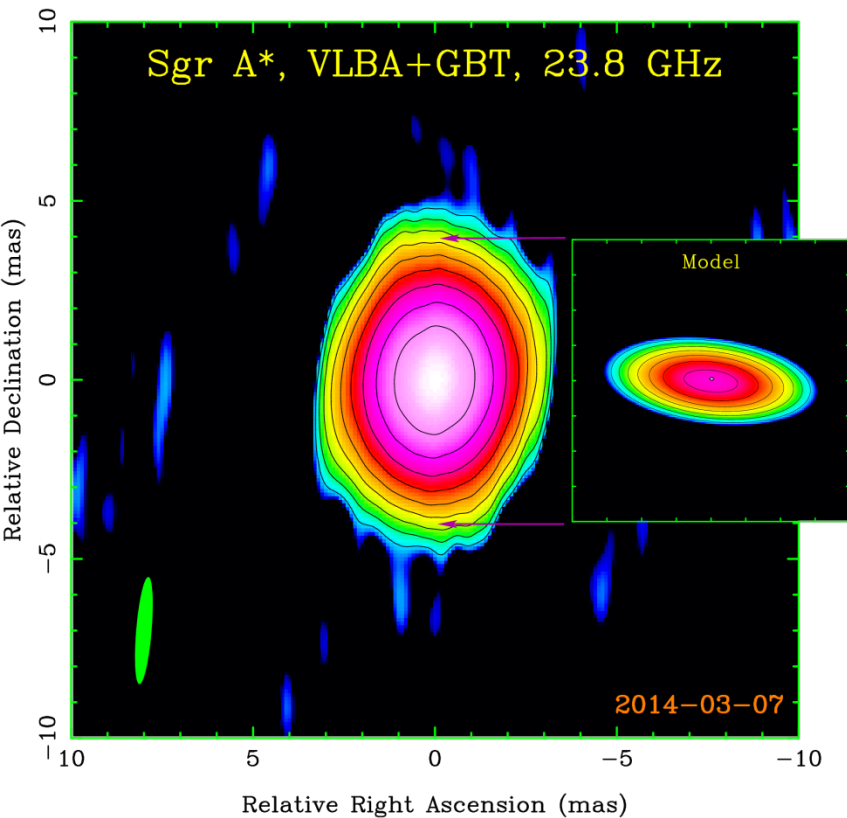


По результатам массовых интерферометрических наблюдений обнаружено значительное увеличение угловых размеров ядер активных галактик, наблюдаемых в радиодиапазоне сквозь галактическую плоскость, около трети из которых показывают значительное рассеяние. Установлено, что сила межзвездного рассеяния ядер активных галактик коррелирует с интенсивностью в линии  $H\alpha$ .



Исключая внегалактические радиоисточники со значительным рассеянием в плоскости галактики, обнаружено, что истинный угловой размер оптически толстых ядер активных галактик, как правило, пропорционален длине волны наблюдения. Это соответствует предсказаниям конической модели релятивистского выброса с равномерным распределением энергии.

# Sgr A\*: открытие суб-структуры

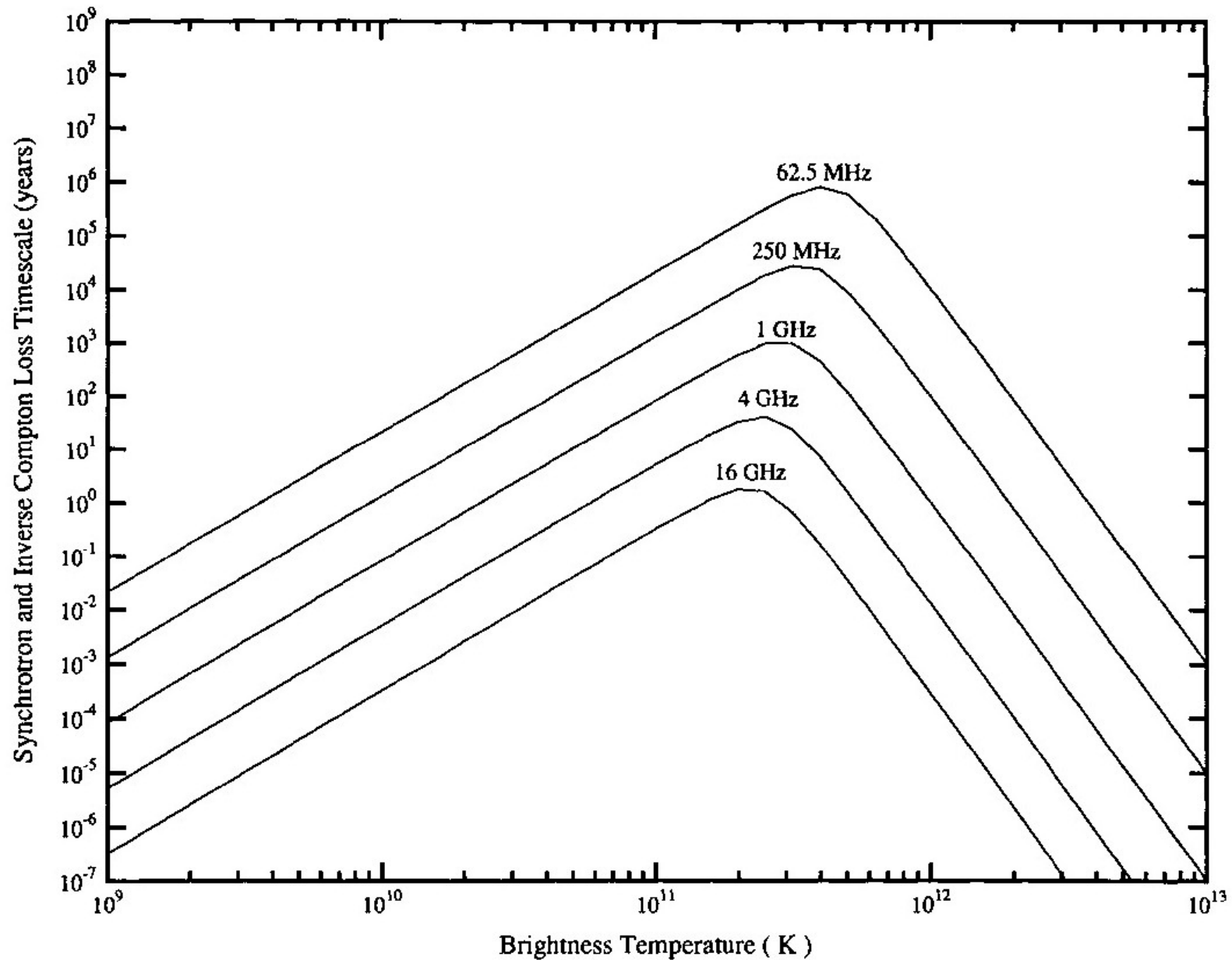


Результат моделирования: эллиптический Гаусс ( $2.3 \times 0.9$ ) mas +  $\delta$ -функция амплитудой 10 мЯн.

Оценка размера компактной детали:  $< 0.3$  mas.

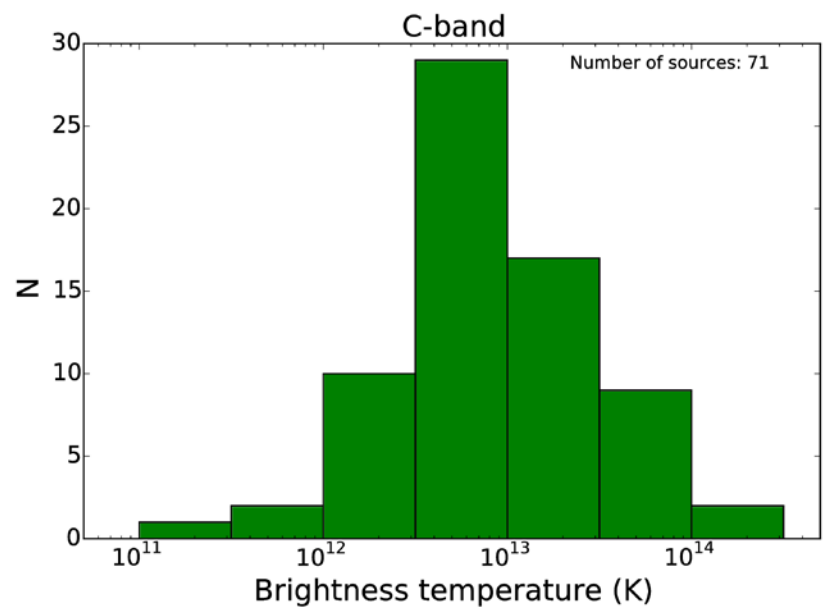
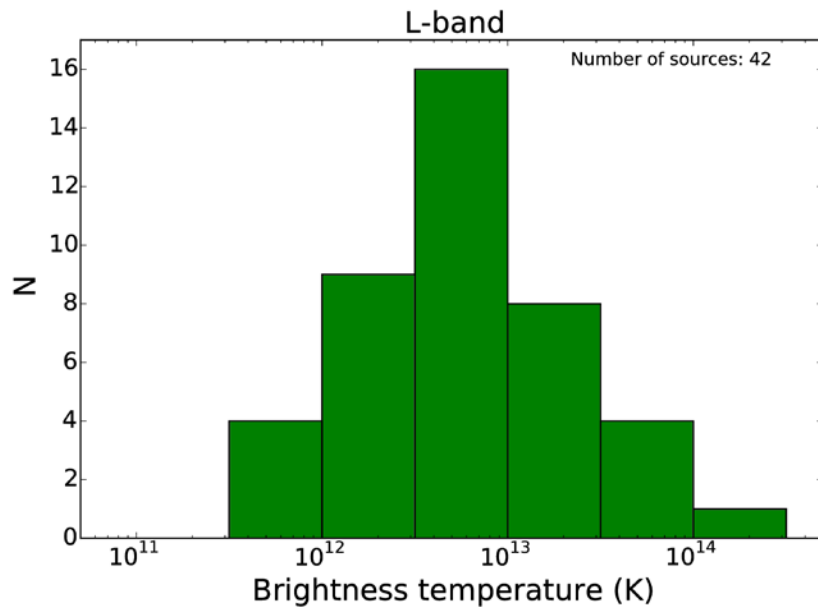
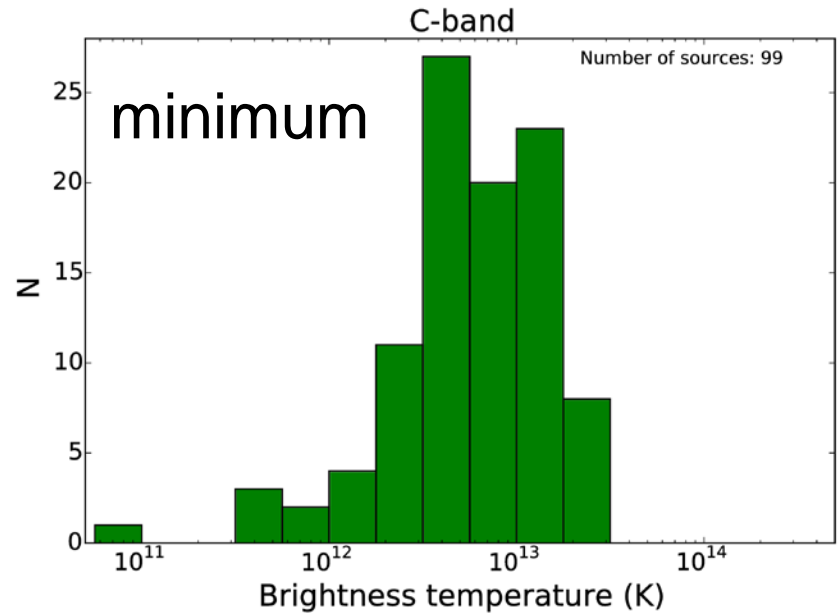
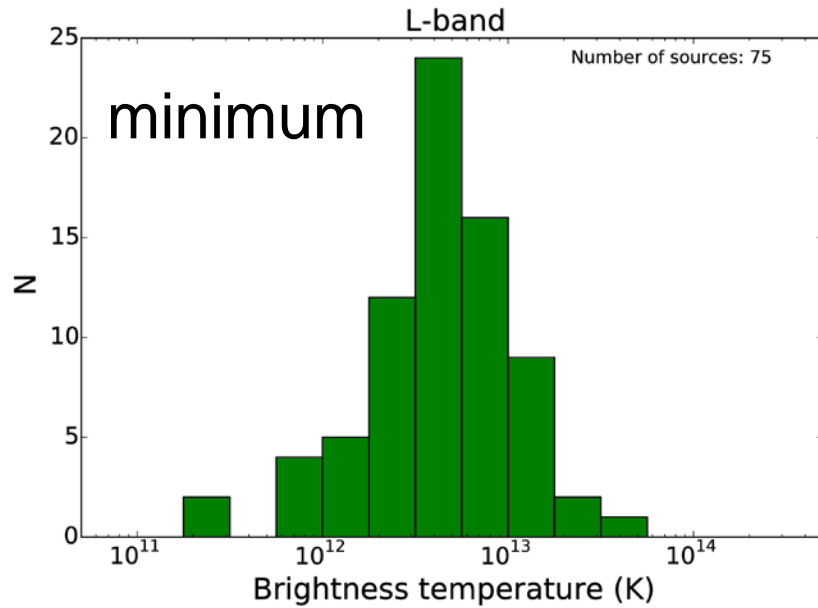
Точная локализация компактной детали не удалась (малый SNR).

# Радиационные потери



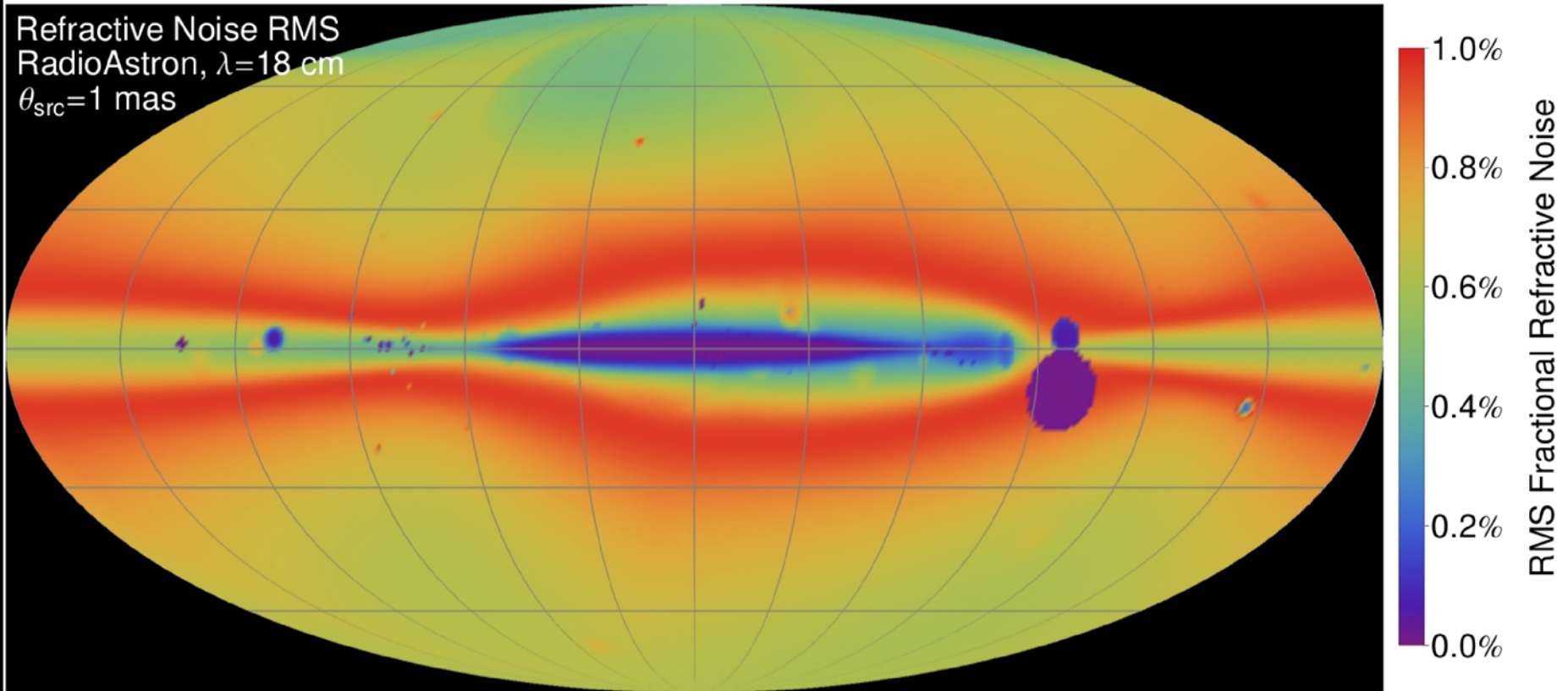


# Обзор ядер активных галактик



# Refractive Substructure and RadioAstron

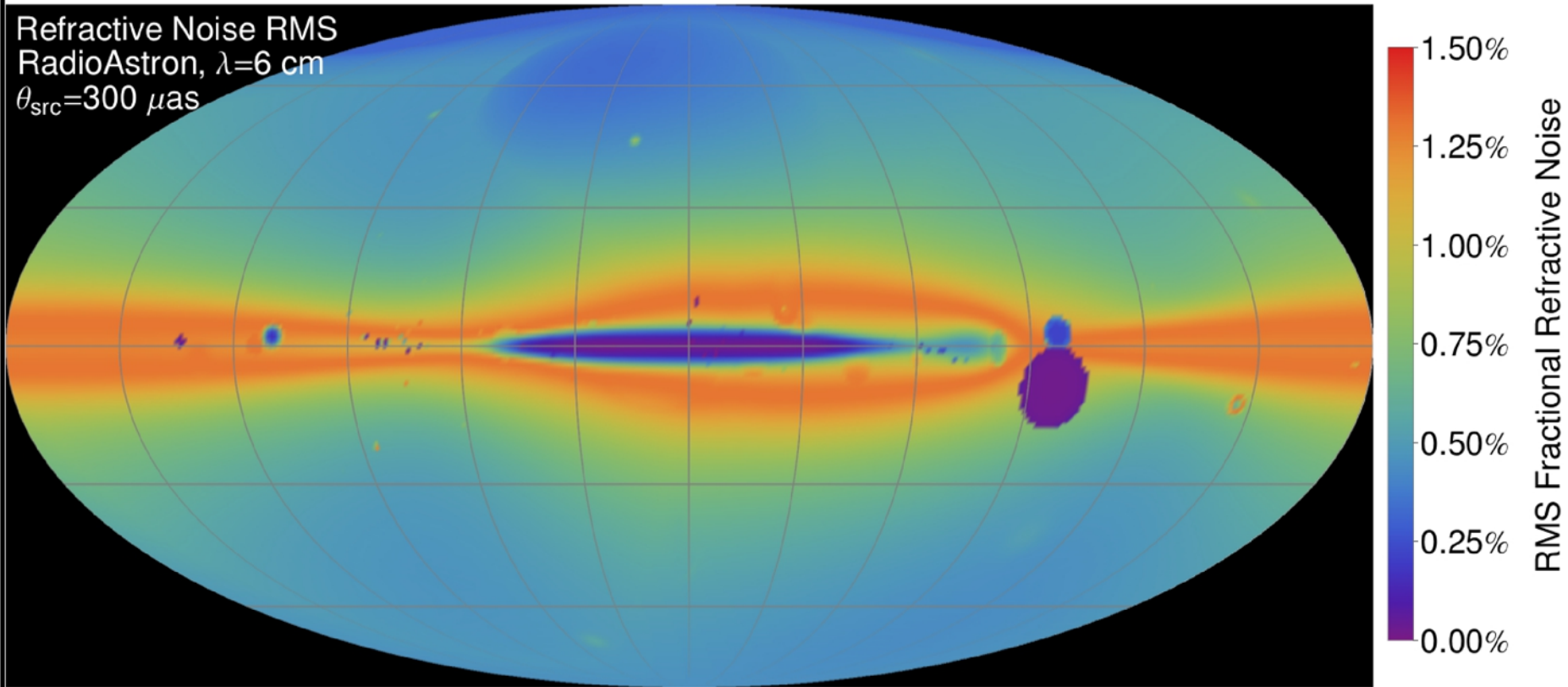
Refractive Noise RMS  
RadioAstron,  $\lambda=18$  cm  
 $\theta_{\text{src}}=1$  mas



Typical angular broadening is  $300 \mu\text{s}$   
Nominal Resolution of RadioAstron is up to  $\sim 100 \mu\text{s}$

# Refractive Substructure and RadioAstron

Refractive Noise RMS  
RadioAstron,  $\lambda=6$  cm  
 $\theta_{\text{src}}=300 \mu\text{as}$



Typical angular broadening is  $30 \mu\text{as}$   
Nominal Resolution of RadioAstron is up to  $\sim 35 \mu\text{as}$