

Обзор активных ядер галактик с космическим интерферометром РадиоАстрон

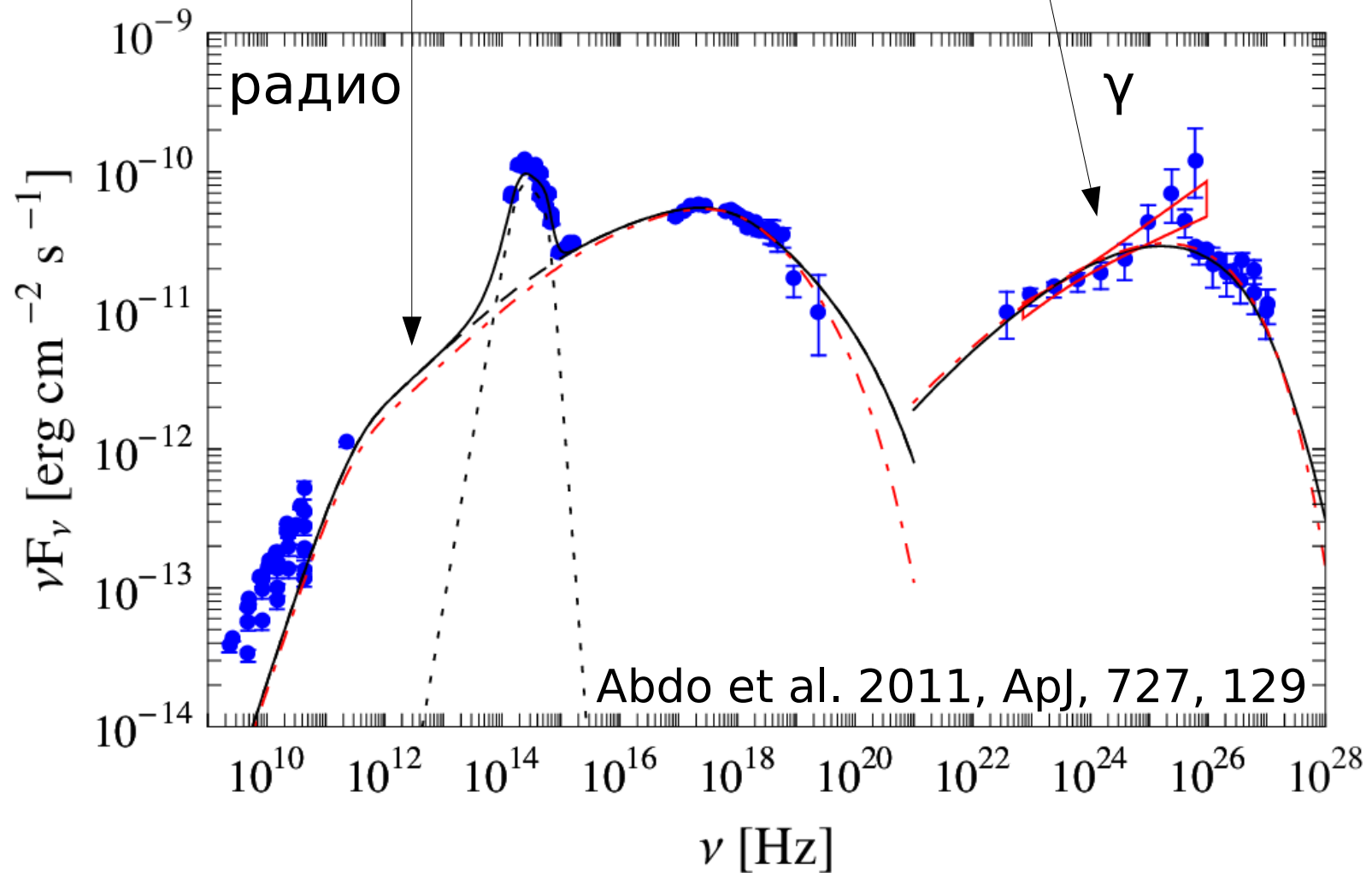
Кирилл Соколовский
(АКЦ ФИАН/ГАИШ МГУ)
от имени коллаборации РадиоАстрон

Механизм излучения джета

Стандартная модель

Некогерентное синхротронное
излучение *ЛЕПТОНОВ*

+ обратный Комптон



Проблемы стандартной модели

(1) Несоответствие Доплер-фактора, δ , необходимого для объяснения ТЭВ и радио.

- ТЭВ: **γγ-непрозрачность и быстрая переменность** требуют $\delta > 50$
- Радио: **движения и яркостные температуры** наблюдаемые с РСДБ показывают $\delta \sim 10$

Кризис Доплер-факторов

Возможные объяснения:

- У разных частей джета — разная скорость?
- Наблюдаемые с РСДБ движения деталей в джете не отражают скорость потока?
- Стандартная модель не работает для ТэВ и/или радио излучения?

Яркостная температура (T_b)

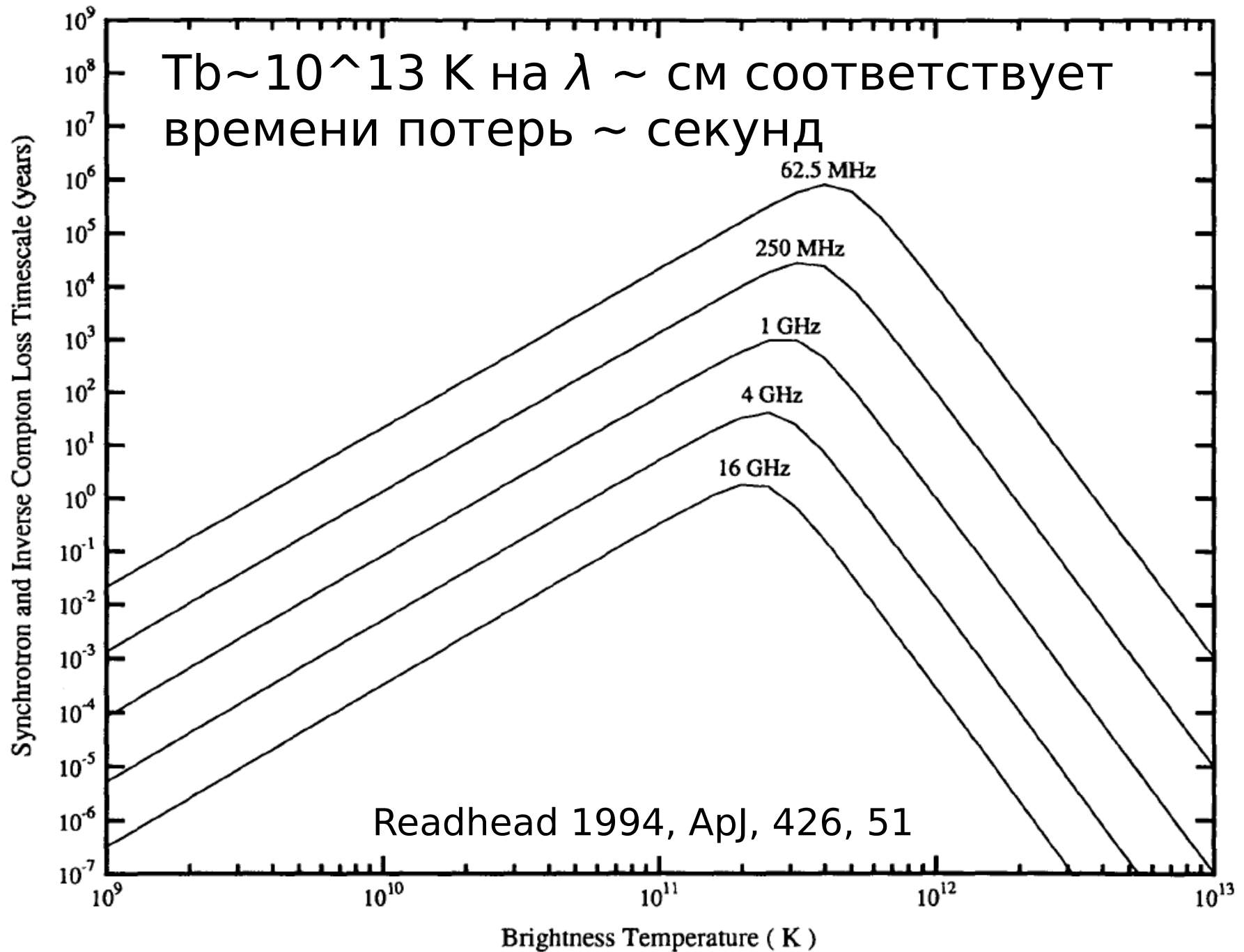
Для однородного источника размером θ

$$T_b = \frac{S \lambda^2}{2k \theta^2} \delta(1 + z)$$

$\theta = \lambda/D$ разрешение интерферометра

При не зависящей от λ плотности потока S ,
максимальная измеряемая интерферометром на данной базе T_b не зависит от λ !

«Комптоновская катастрофа»



Проблемы стандартной модели

(2) Мерцания радиоисточников указывают на существования больших значений T_b (точное значение зависит от свойств рассеивающего экрана)

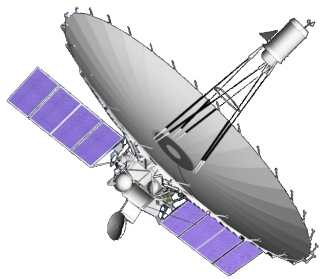
Типичные значения T_b измеряемые РСДБ с Земли $\sim 10^{11}$ К, редкие рекорды до 10^{13}

Нужны прямые измерения больших T_b !

Интерферометр РадиоАстрон

это 10м Космический Радиотелескоп на
высокоэллиптической орбите
+ наземные телескопы





Наземные телескопы

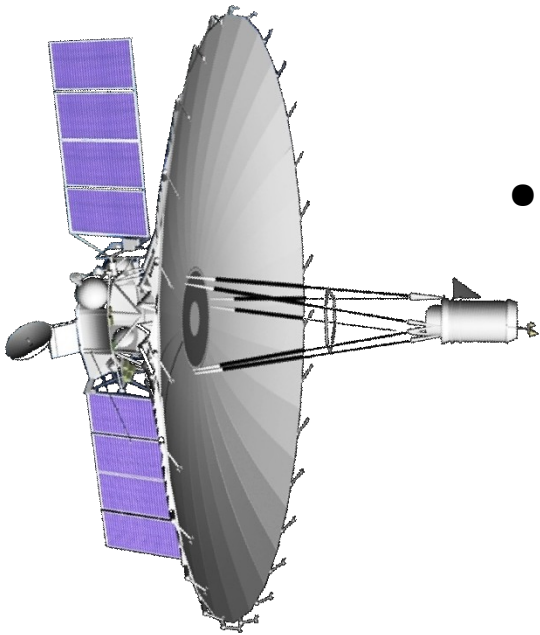
которые наблюдают с нами

АТСА	6x22 м
Аресибо	300 м
Бадары	32 м
Вестерборк	14x25 м
Грин Бэнк	100 м
Евпатоия	70 м
Зеленчук	32 м
Йебес	40 м
Медичина	32 м



Мопра	22 м
Ното	32 м
Паркс	64 м
Робледо	70 м
Светлое	32 м
Тидбинбилла	70 м
Усуда	64 м
Хобарт	26 м
Эффельсберг	100 м

Измерения T_b с РадиоАстрон



- Космический интерферометр позволяет измерять значения T_b недоступные с Земли.
- Обнаружение отклика интерферометра, «лепестка», даёт оценку S и $\theta = \lambda/D \rightarrow T_b$ (в рамках разумных предположений о геометрии)
- Не требует построения изображения

Стратегия наблюдений

- Самые яркие и компактные источники по данным наземных РСДБ обзоров.
- Диапазоны: 18, 6 и 1.35 см
 - чувствительность ←
 - разрешение →
 - рассеяние ←
- Несколько наземно-космических баз от 2-3 D_{\oplus} (масштабы VSOP 18 и 6 см и TDRSS 13 и 2 см) до $>10 D_{\oplus}$ (неизведанная территория!)

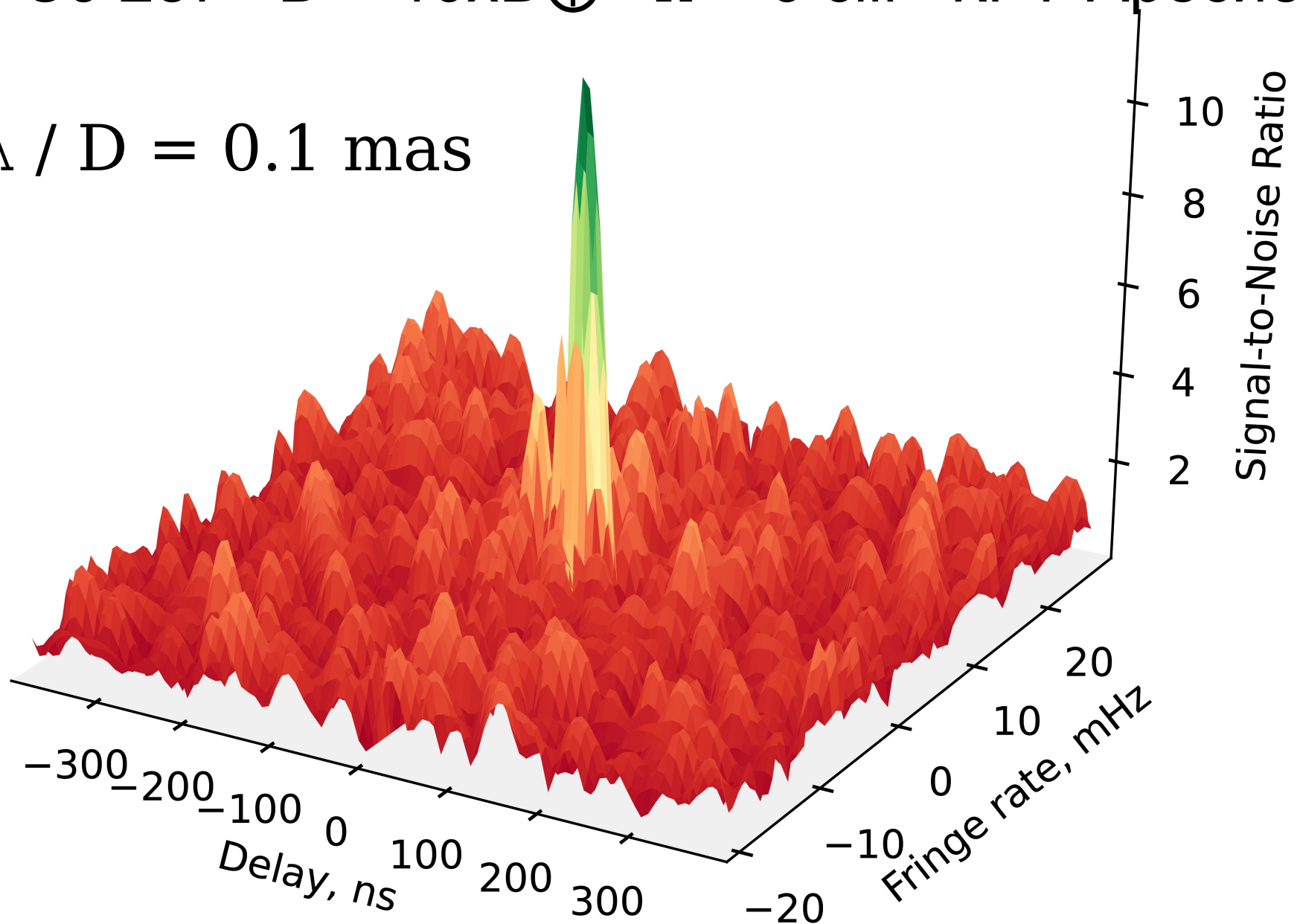
Некоторые результаты: 6 см

Объект	Макс. База (D \oplus)	Наземное плечо
0642+449	1	Бадары 32м
0716+714	7	Эффельсберг 100м
0727-115	3	Эффельсберг 100м
0748+126	11	Аресибо 300м
0823+033	6	Эффельсберг 100м
OJ 287	10	Аресибо 300м
1749+096	3	Грин Бэнк 100м
1823+568	5	Эффельсберг 100м
BL Lac	10	Эффельсберг 100м

Пример отклика интерферометра

OJ 287 $D = 10 \times D_{\oplus}$ $\lambda = 6$ см КРТ-Аресибо

$\lambda / D = 0.1$ mas



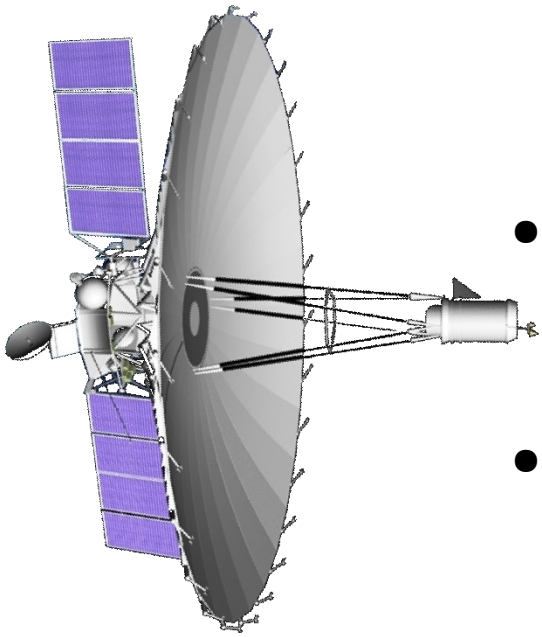
Некоторые результаты: 18 см

Объект	Макс. База (D \oplus)	Наземное плечо
0727-115	3	Зеленчук 32м
0748+126	11	Аресибо 300м
0823+033	6	Вестерборк 14x25м
OJ 287	10	Аресибо 300м
1954+513	2	Грин Бэнк 100м

Впервые из космоса: 1.35 см

Объект	Макс. База (D_{\oplus})	Наземное плечо
0642+449	1	Грин Бэнк 100м
0716+714	2.5	Грин Бэнк 100м
0748+126	4.3	Грин Бэнк 100м
1749+096	3	Грин Бэнк 100м

Некоторые результаты: Tb



- По данным накопленным уже сегодня – регулярно встречаются $T_b \sim 10^{13}$ K
- (Пока?) не найдено экстримальных значений $T_b \gg 10^{13}$ K
- Межзвёздное рассеяние во многих случаях «не убивает» возможность зарегистрировать отклик интерферометра на базах до $10 D_{\oplus}$ на λ 6 и даже 18 см.

Выводы

1. Исследуется диапазон T_b не доступный ранее прямому измерению.

2. Синхротронная лептонная модель излучения *может* объяснить наблюдаемые значения T_b *если...*

типичные $\delta \sim 100$ («кризис Доплер-фактора» стоит решить в пользу больших значений δ) — не согласуются с РСДБ измерениями скоростей

или экзотика

геометрия, протоны...

3. Рассеяние в межзвёздной среде меньше мешает наблюдению на длинных волнах, чем предполагалось ранее.