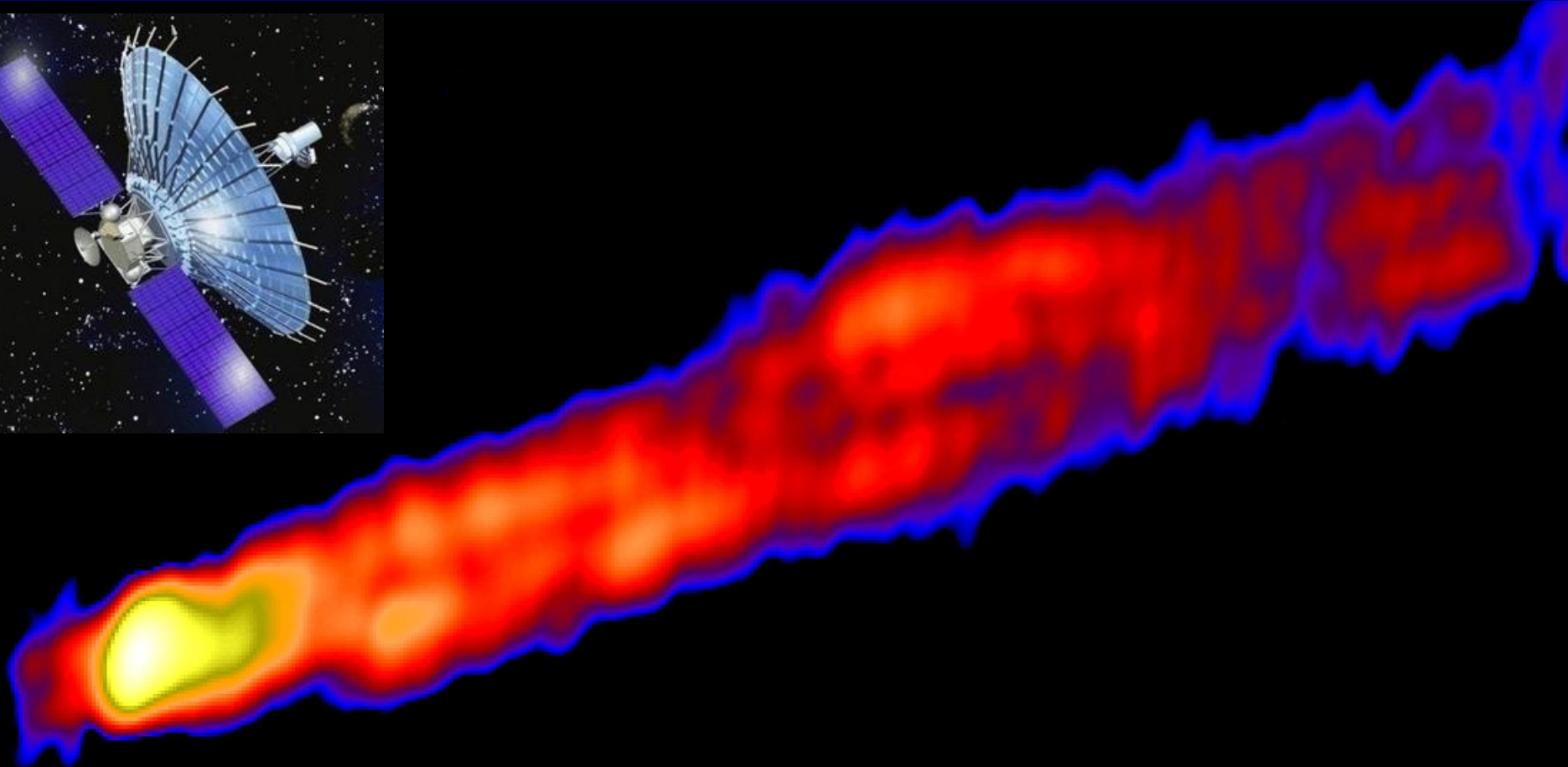
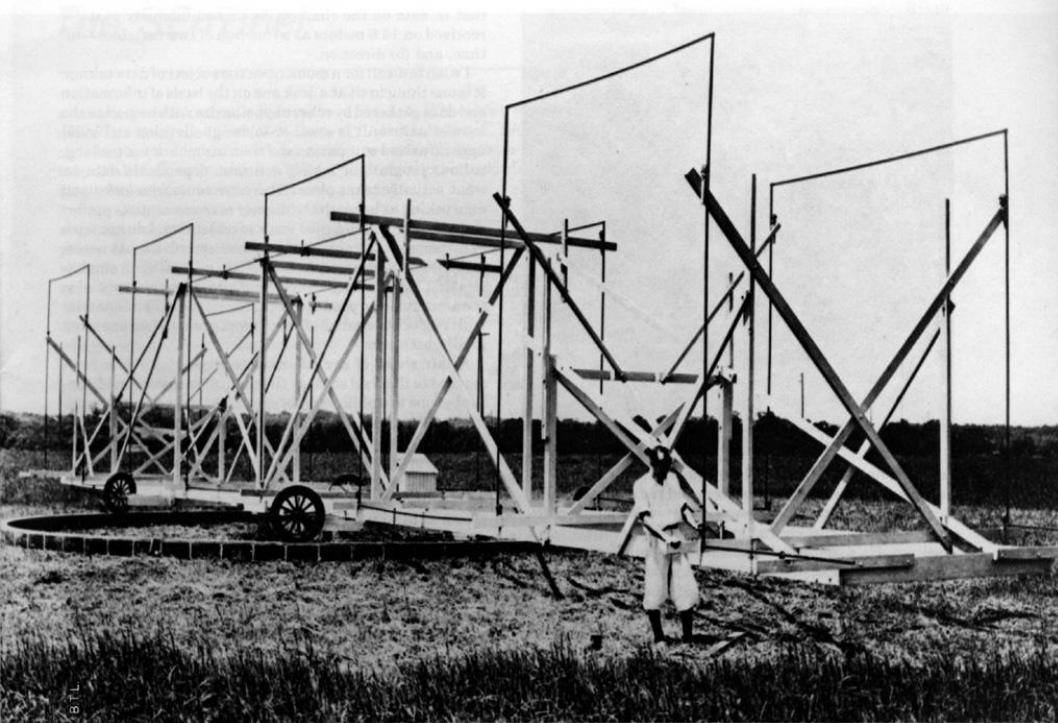


Радиоастрономия сегодня и завтра

Ю.Ю. Ковалев (ФИАН и МФТИ)





«Отец» радиоастрономии:
Карл Янский



Первый радиоастроном:
Грот Ребер



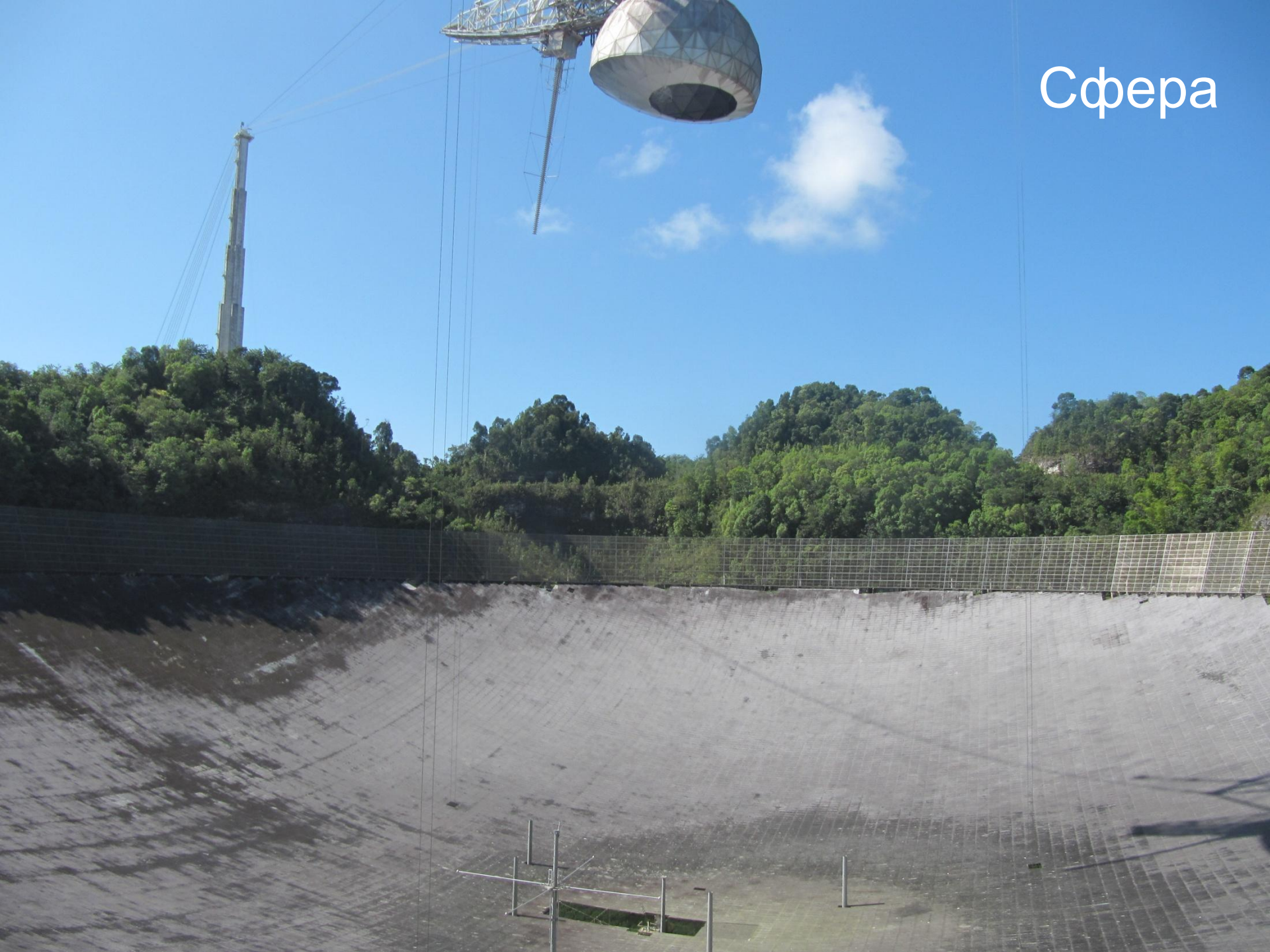
Основные параметры телескопов

1. Диапазон длин волн
2. Разрешение:
 - Угловое
 - Временное
 - Спектральное
3. Чувствительность
4. Поле зрения (скорость обзоров)

Радиотелескоп: полноповоротный параболоид



Сфера



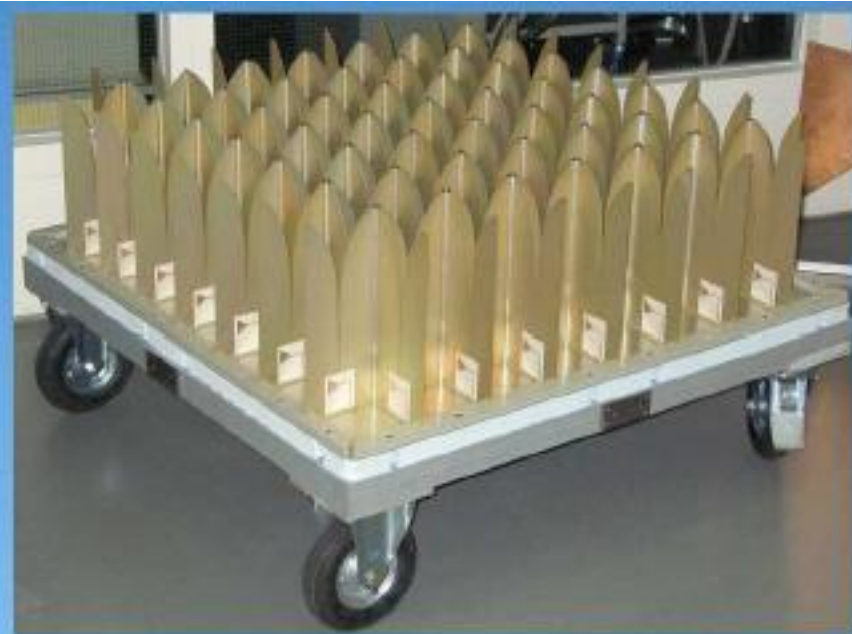
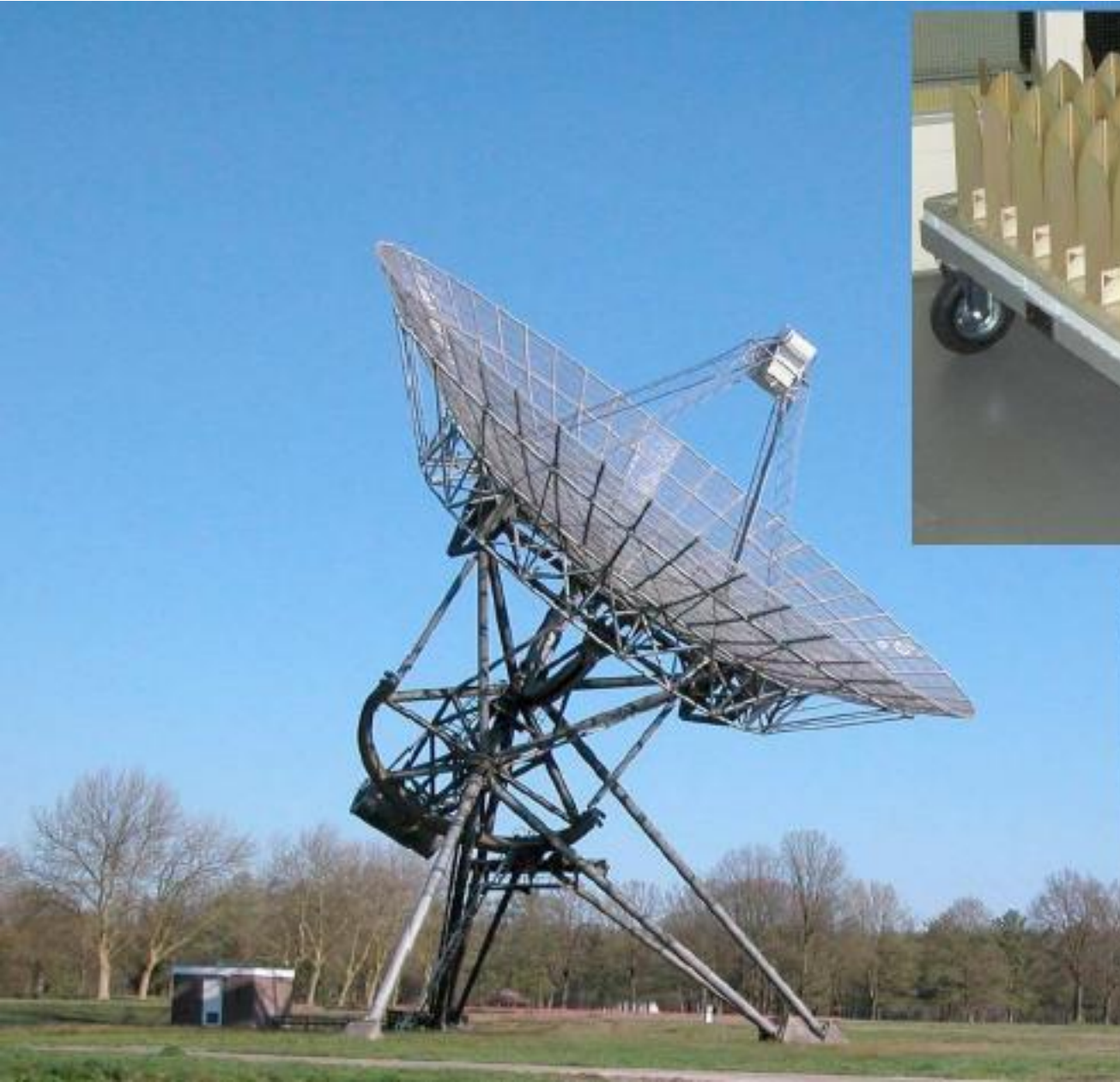
Радиотелескоп меридианного типа



Длинноволновый радиотелескоп



Многолучевые системы: большое поле зрения



Радиоинтерферометр: см



Радиоинтерферометр: мм



Радиоинтерферометр: см РСДБ



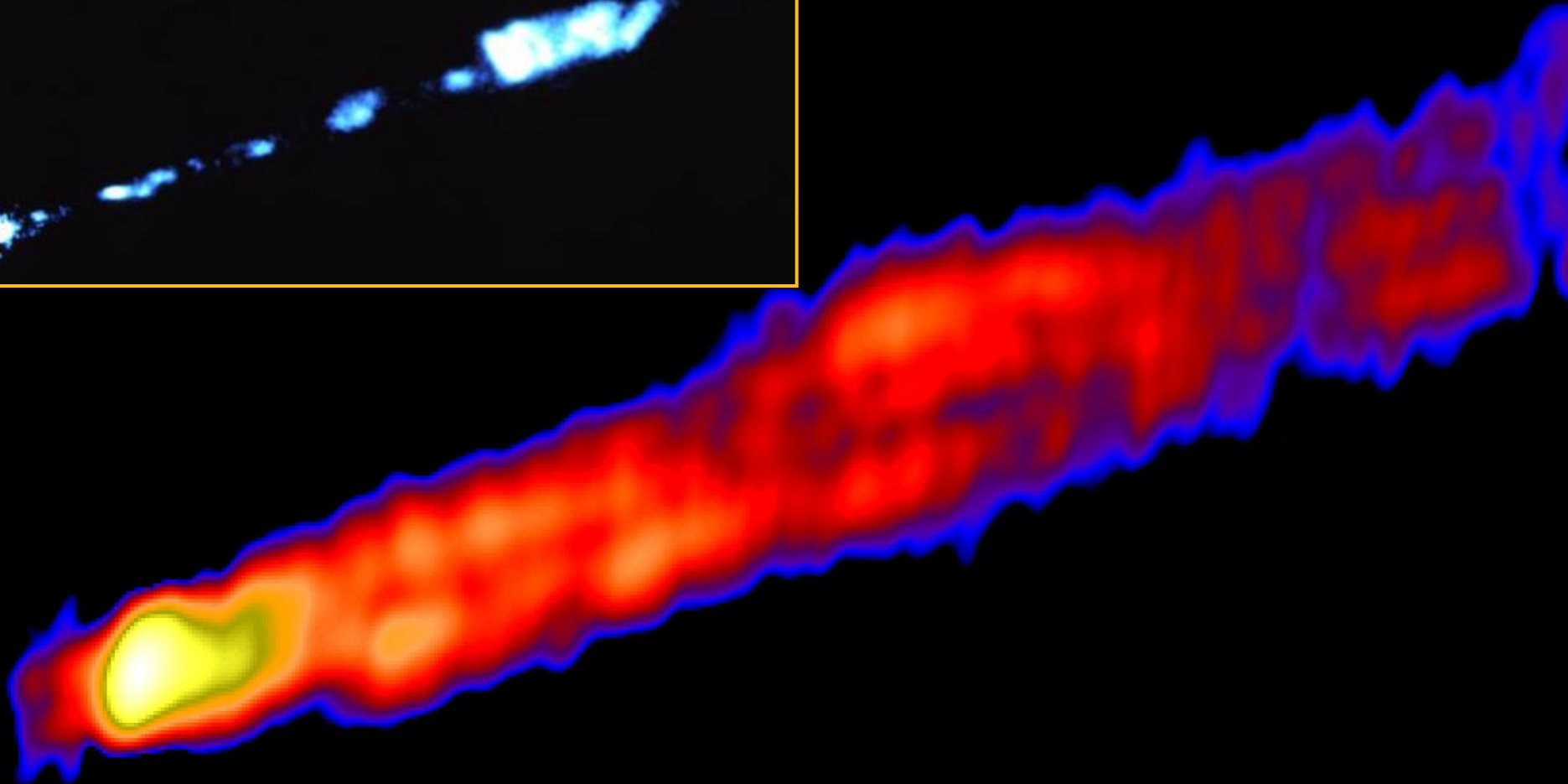
Выброс релятивистской плазмы в галактике Дева А

HST изображение

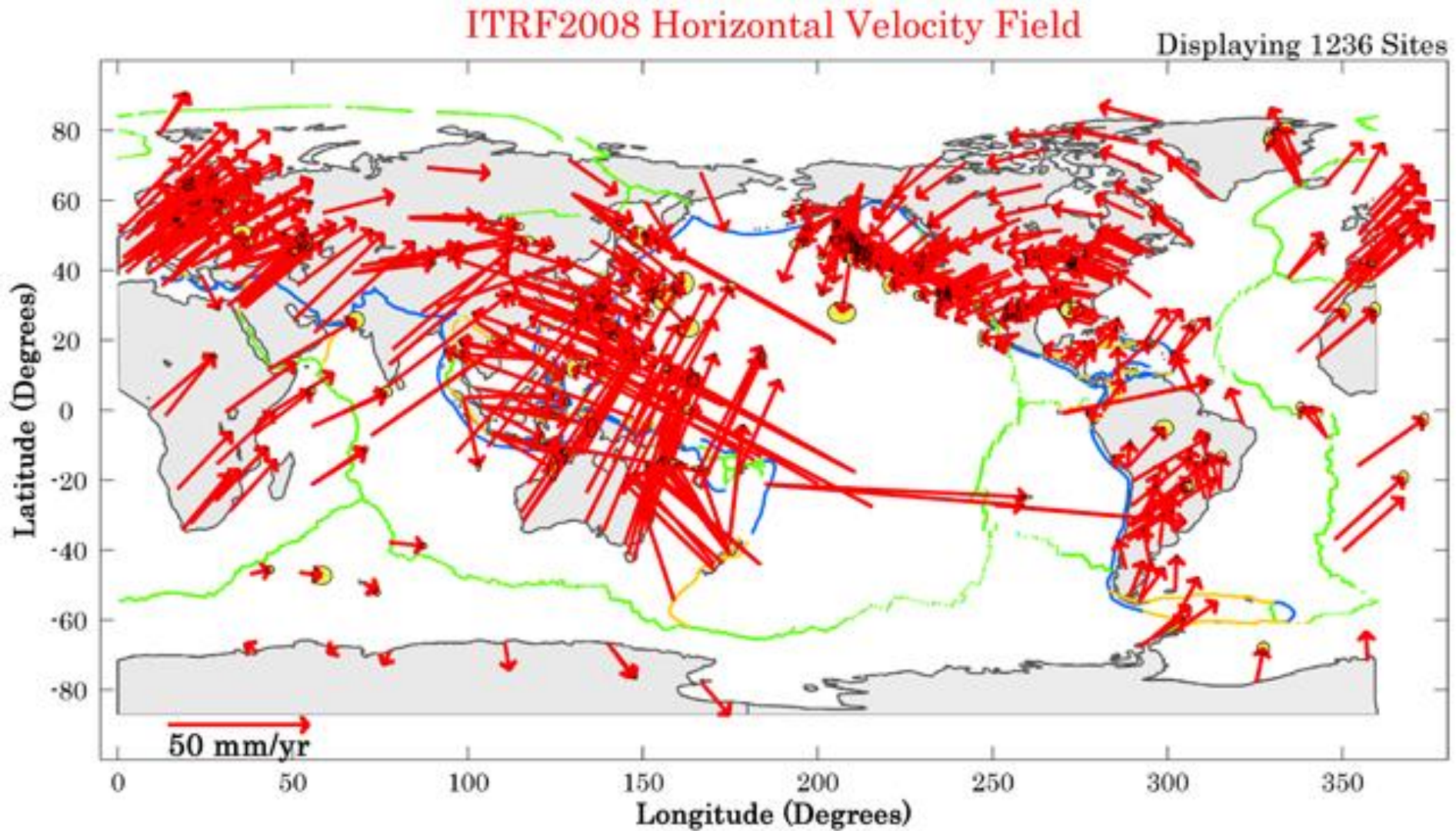
Credit: F. Duccio Macchetto/NASA/ESA



15 ГГц VLBA+VLA карта

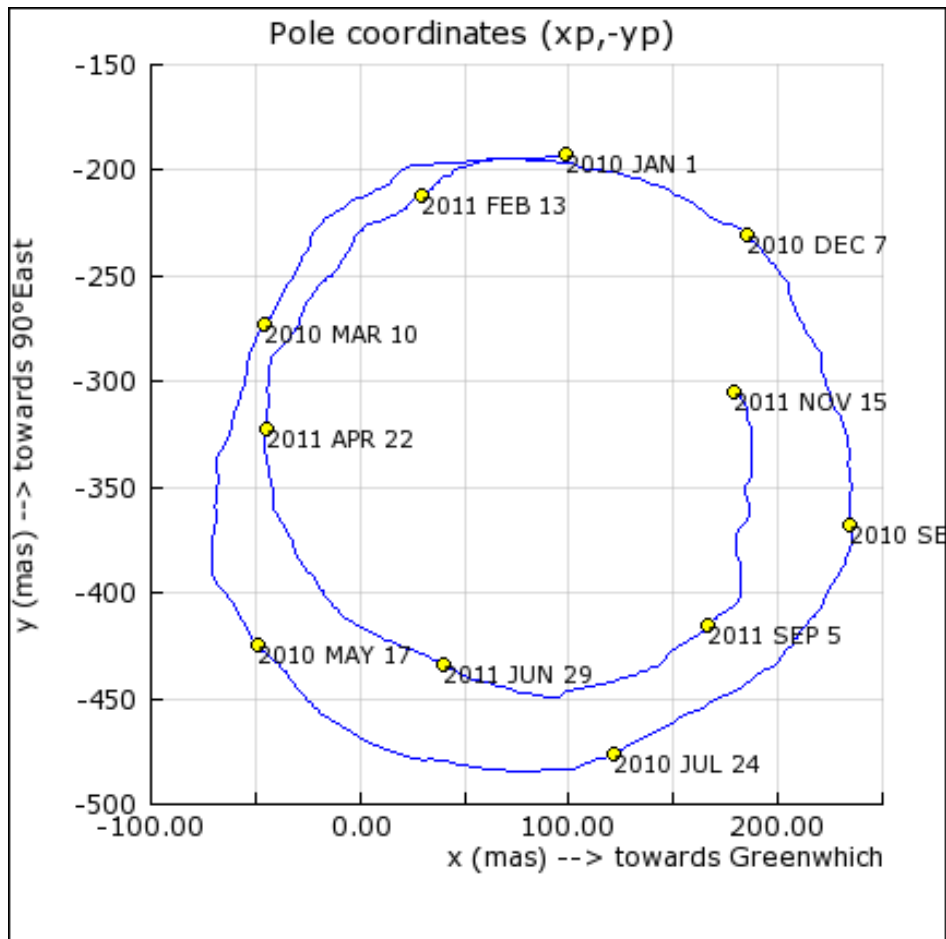


Как двигаются материки?

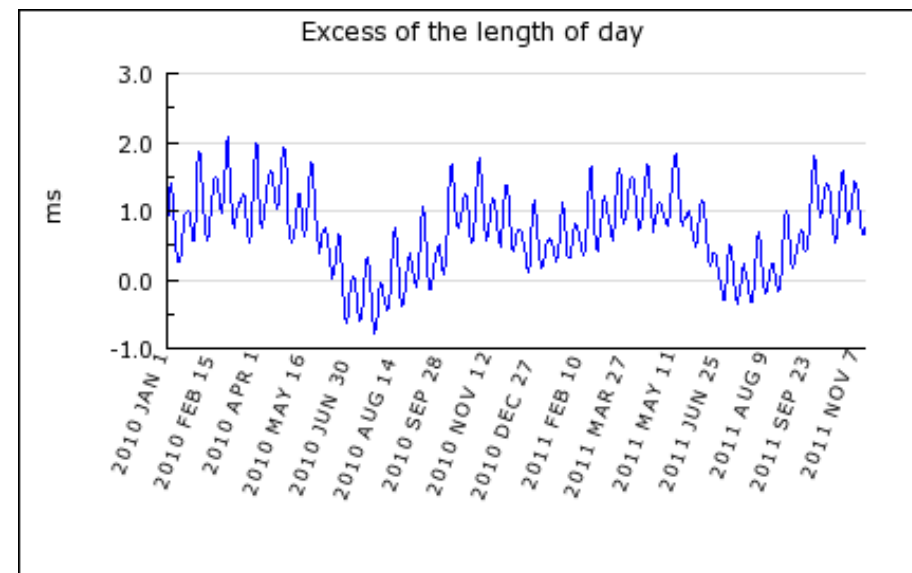


Параметры вращения Земли – необходимая информация для точной работы ГЛОНАСС / GPS ***

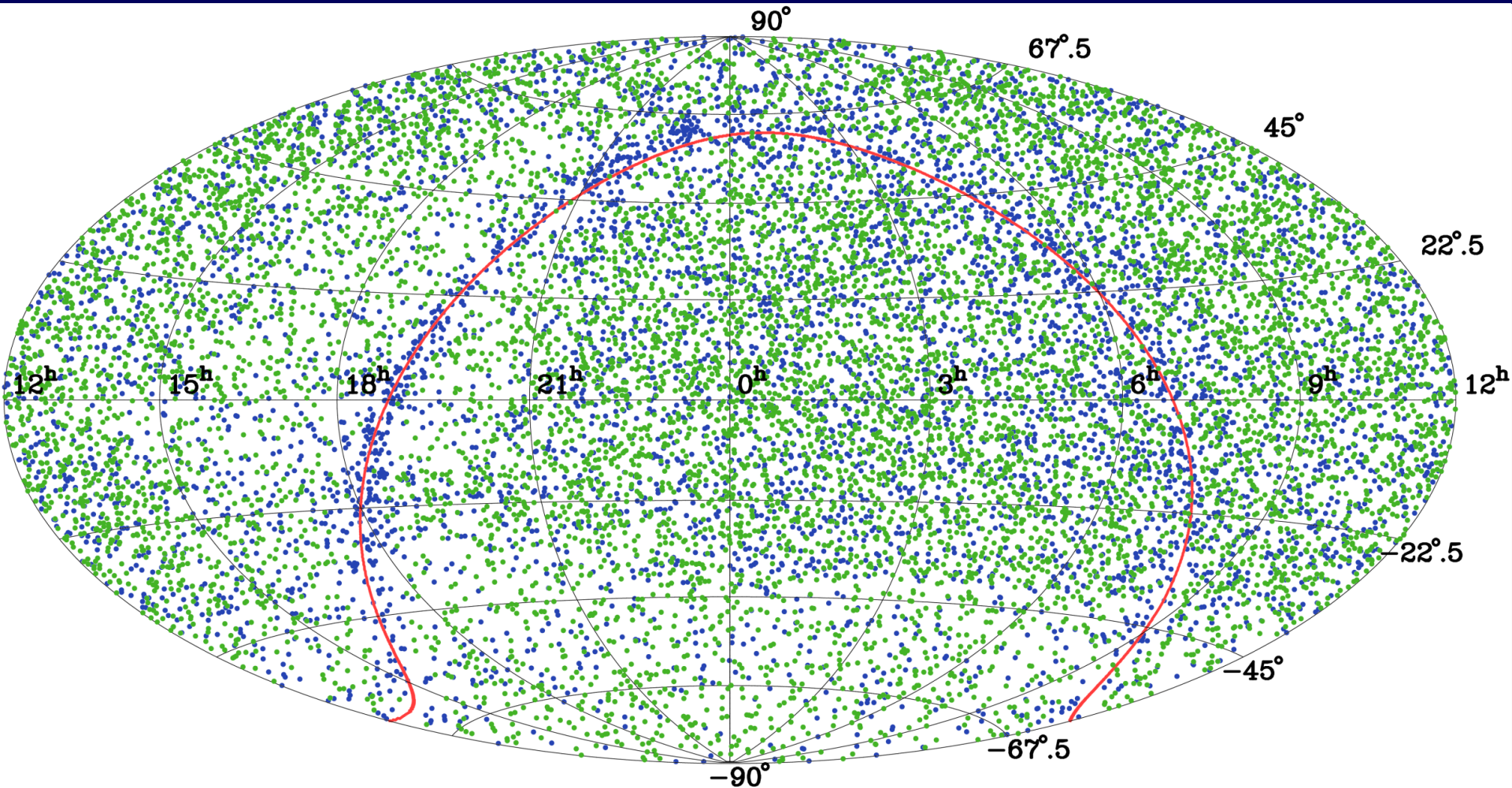
Направление полюса мира



Реальная длительность суток: отличие от 24 часов



РСДБ – Gaia ИСО

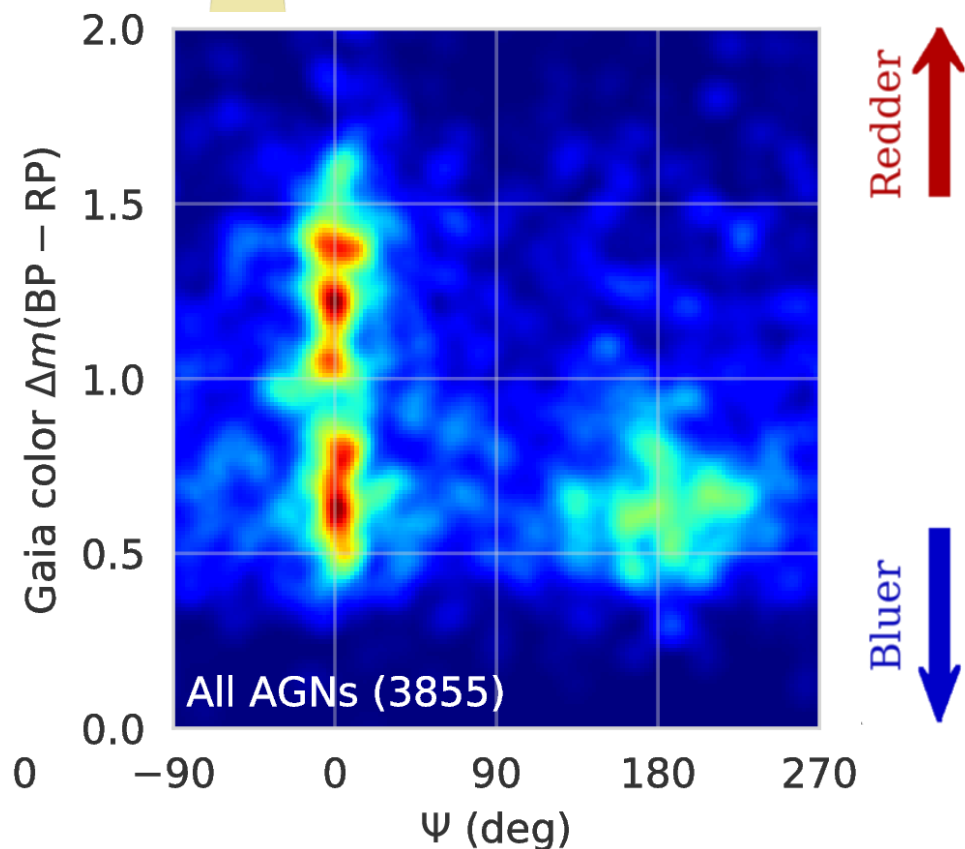
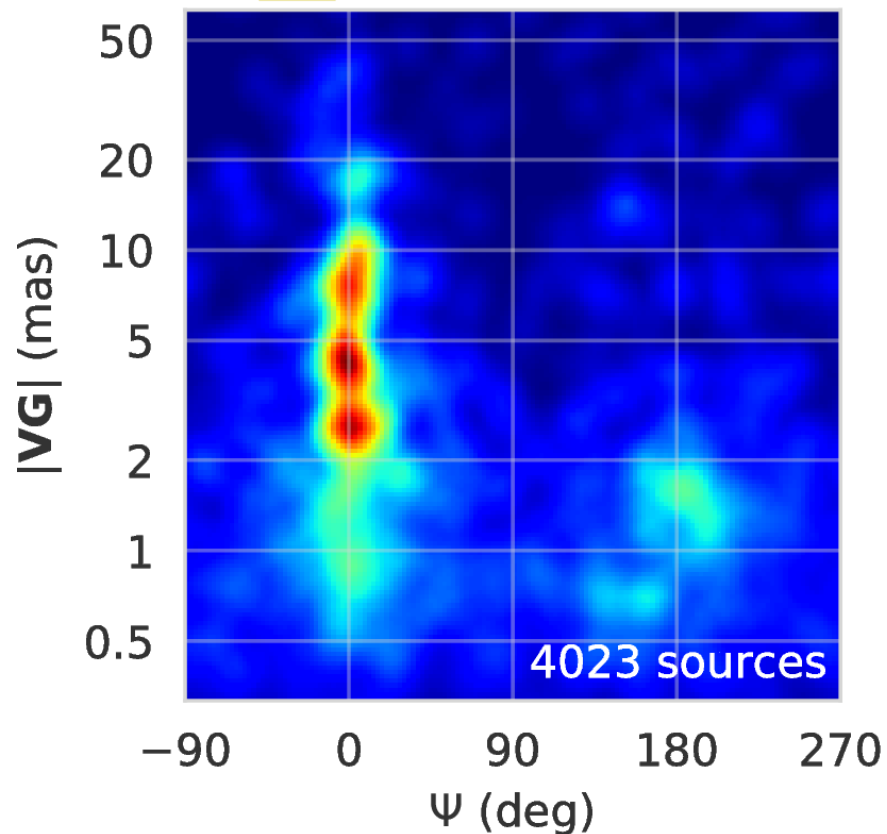
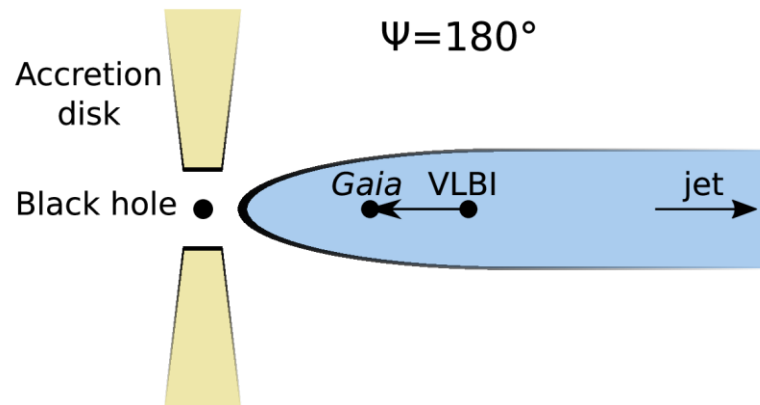
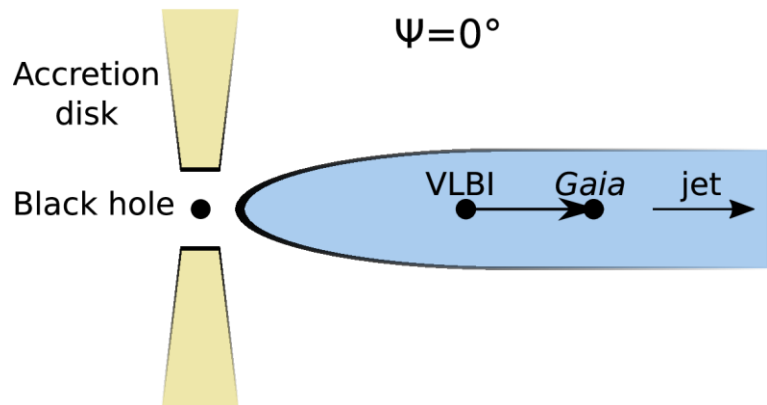


РСДБ: 15,155 компактных внегалактических объектов.

Gaia DR1: 1.7 миллиард объектов, более 100 тыс квазаров.

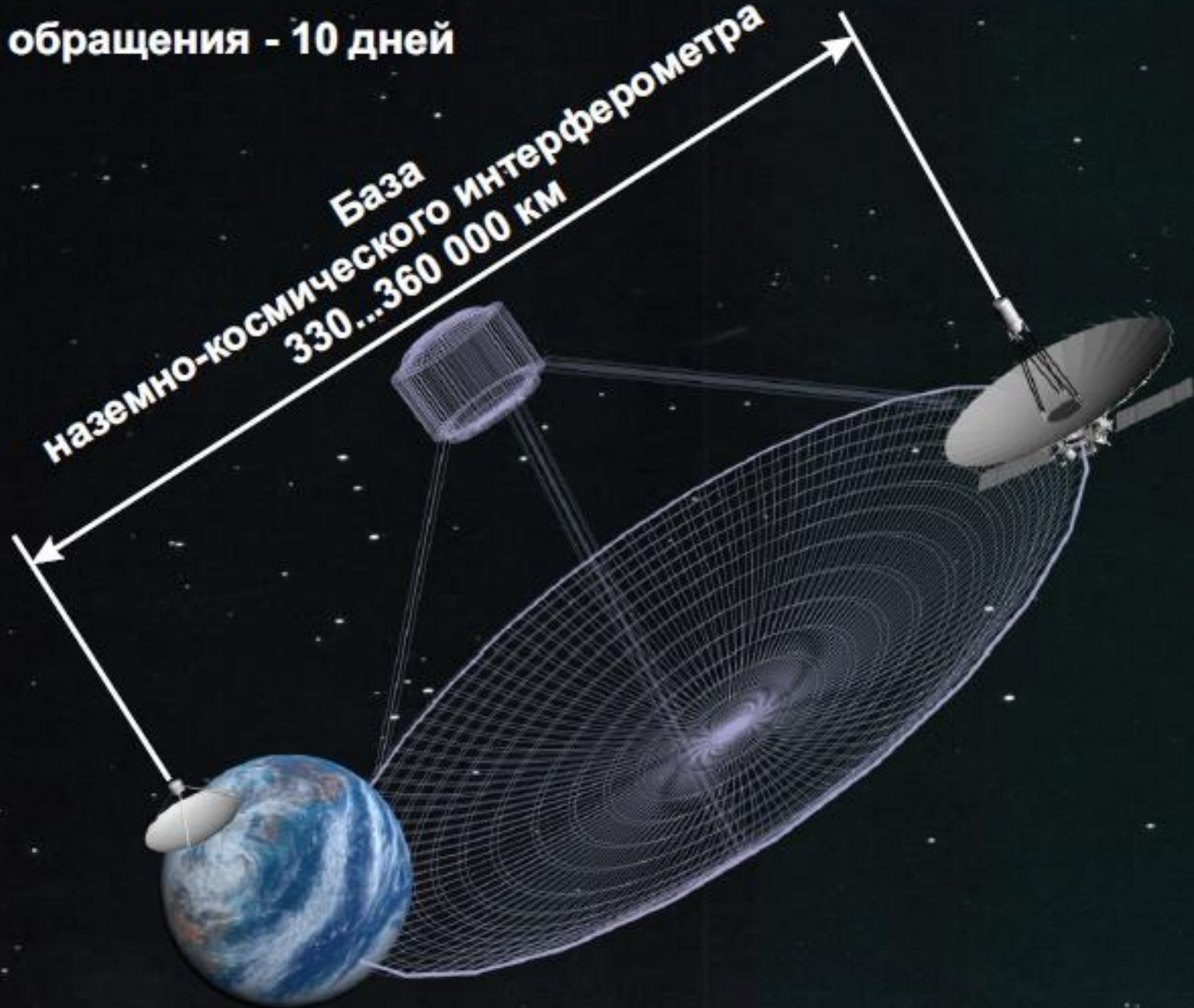
Совпало около 9 тысяч (зеленые), $p < 0.0002$.

Сдвиги РСДБ-Gaia

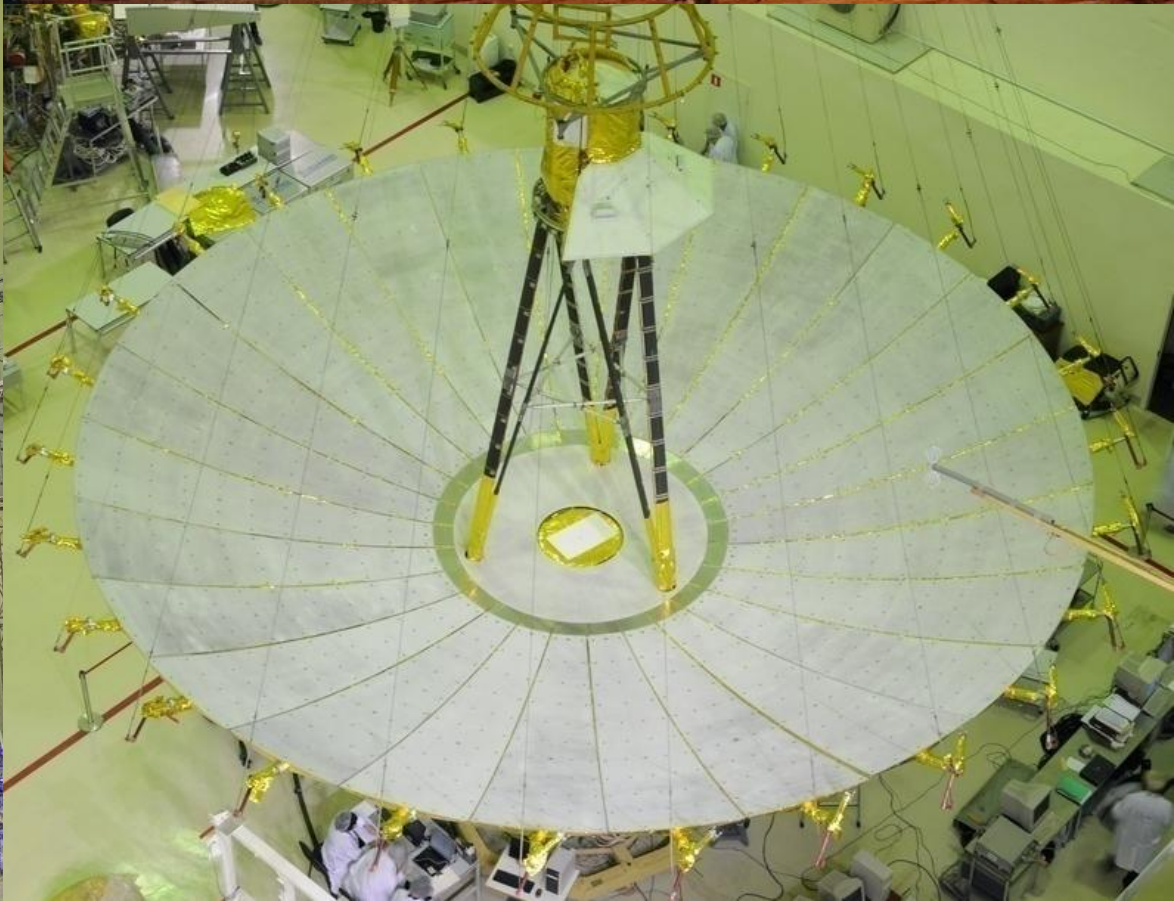


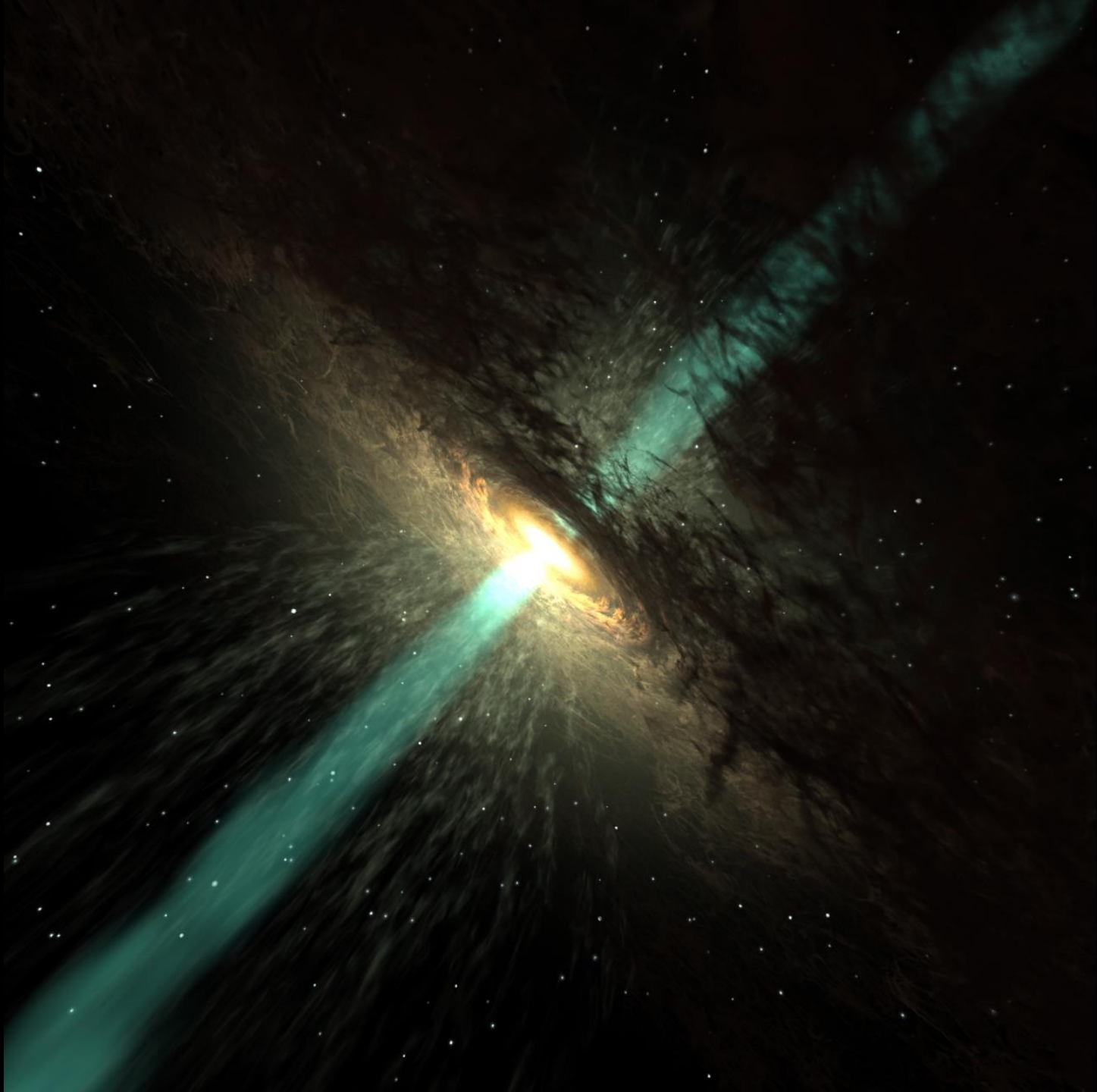
Период обращения - 10 дней

База
наземно-космического интерферометра
330...360 000 км



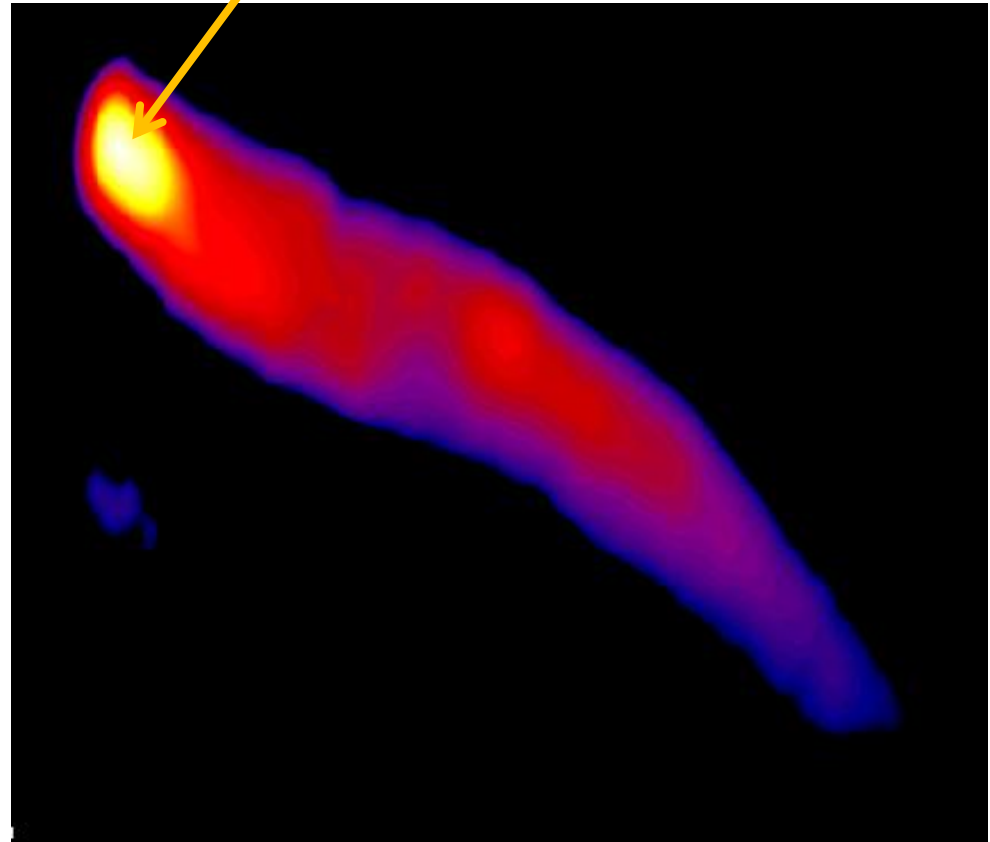
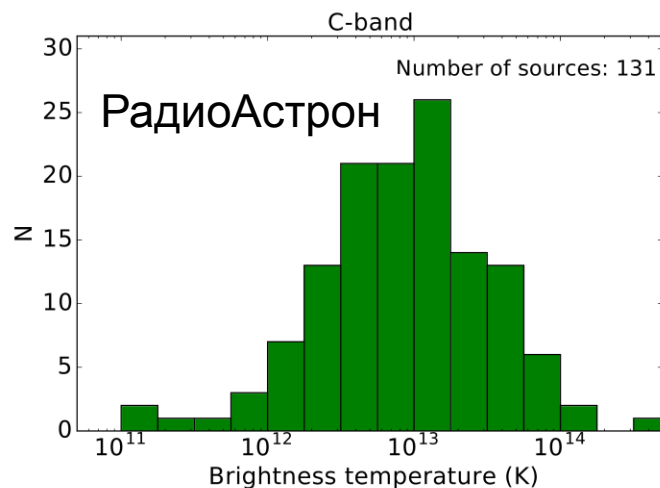
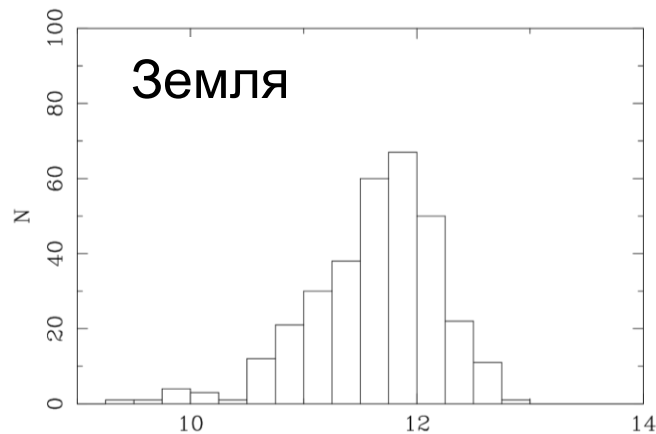
Успешно запущен в 2011 году





Предельная яркость ядер квазаров

Задача обзора ядер активных галактик на РадиоАстрон:
Измерить и исследовать яркость ядер квазаров с целью лучше понять физику их излучения при учете эффекта рассеяния.

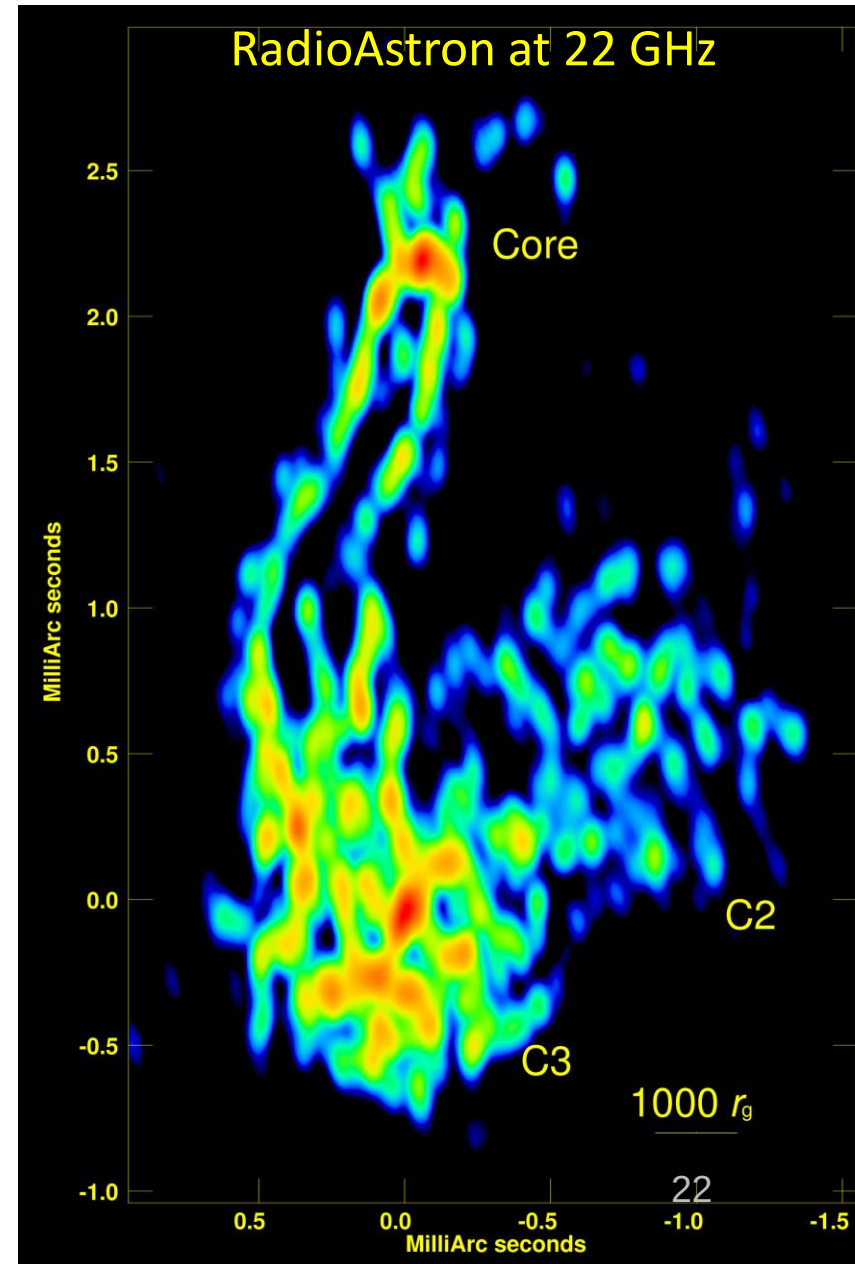
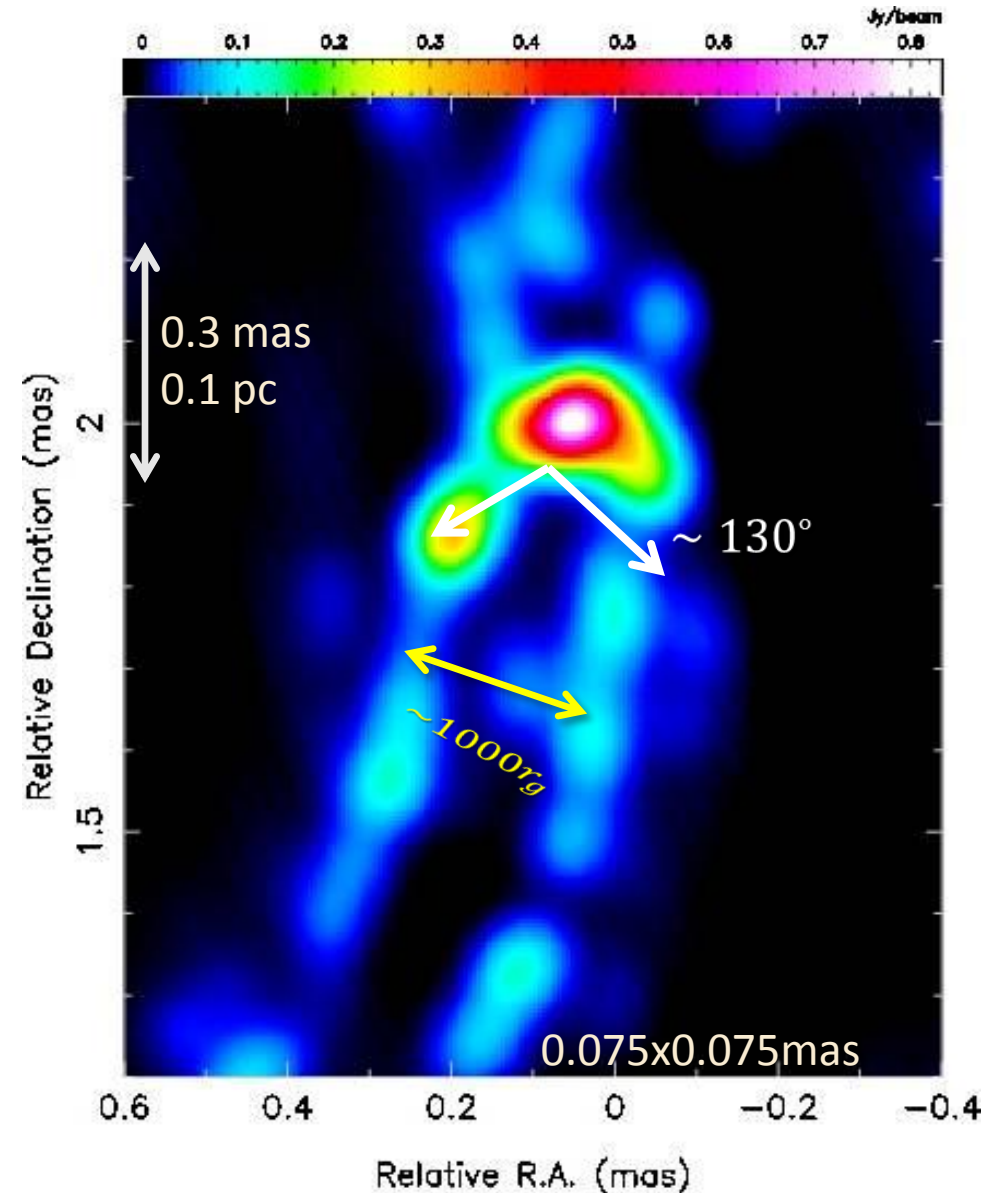


Как получить экстремальную яркость?

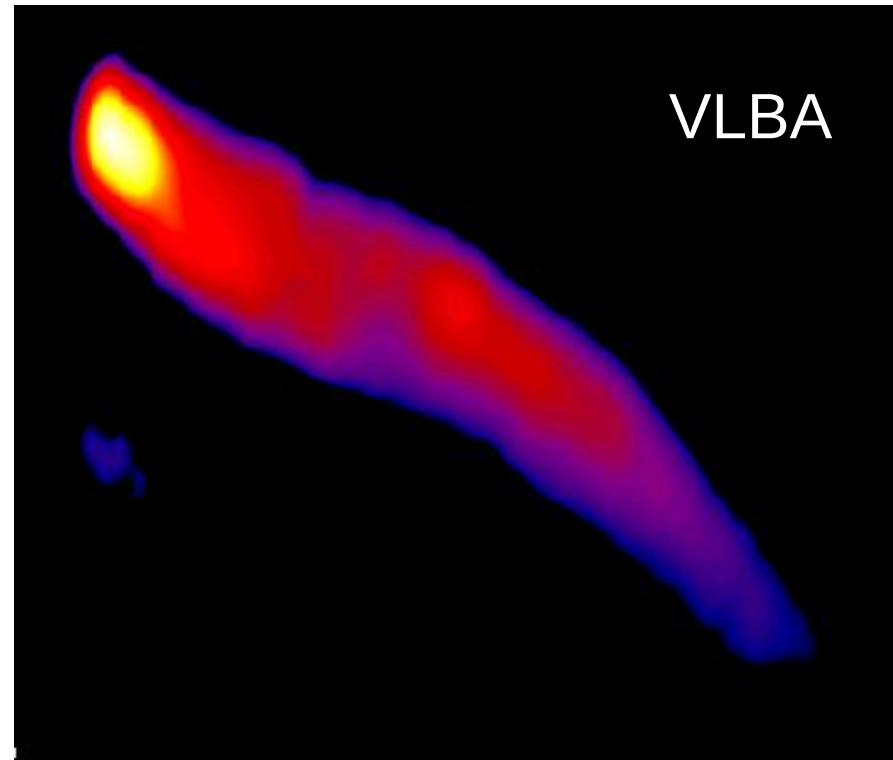
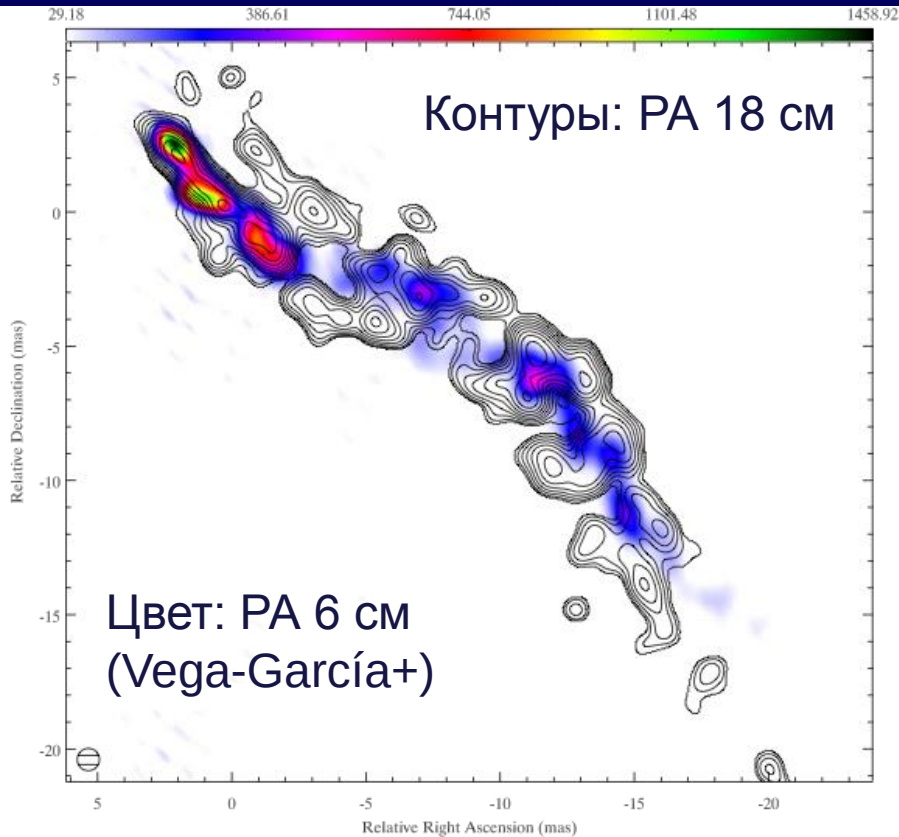
- ✓ Очень высокое релятивистское усиление с *типичным* Доплер-фактором $\delta \sim 100$ – не подтверждается РСДБ-кинематикой струй.
Типичная измеряемая РСДБ кинематика не имеет отношения к течению плазмы?
- ✓ Постоянное ре-ускорение частиц на расстоянии несколько парсек от центральной машины
Как? Вспышки наблюдаются только эпизодически. Должен бы наблюдаться высокий уровень потока в γ -ray. Кстати, и в рентгене тоже. Магнитное перезамыкание?
- ✓ Релятивистские протоны или когерентное излучение.
Решит проблему генерации космических лучей, но очень сложно ускорить. Нужны очень большие магнитные поля (Фарадеевское вращение) – ищем, проверяем.
- ✓ Предположение равномерного распределения поле-частицы не выживает.

Формирование джета: влияние аккреционного диска?

Giovannini et al. (2018)



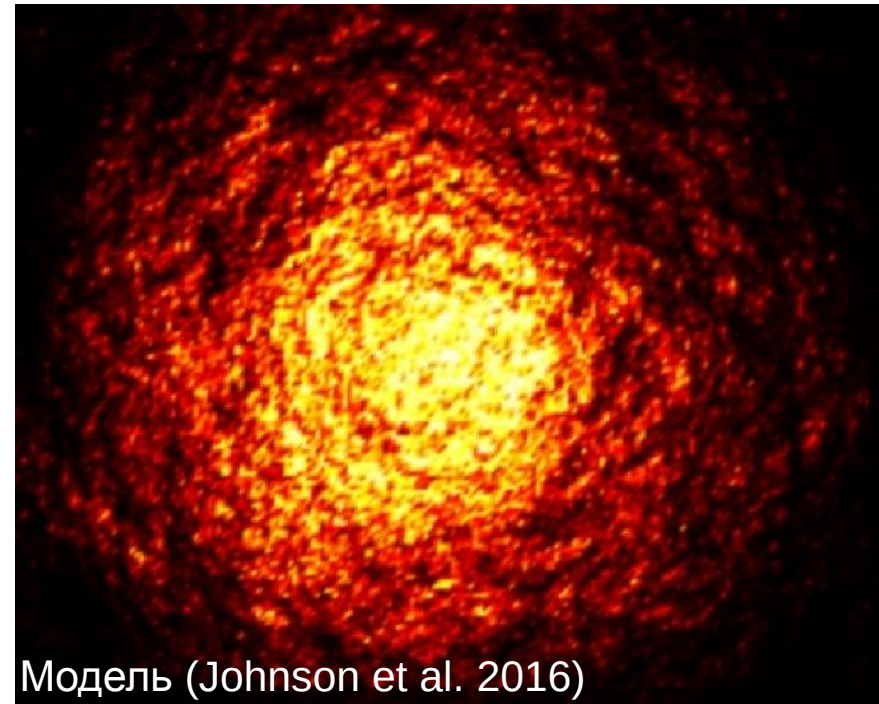
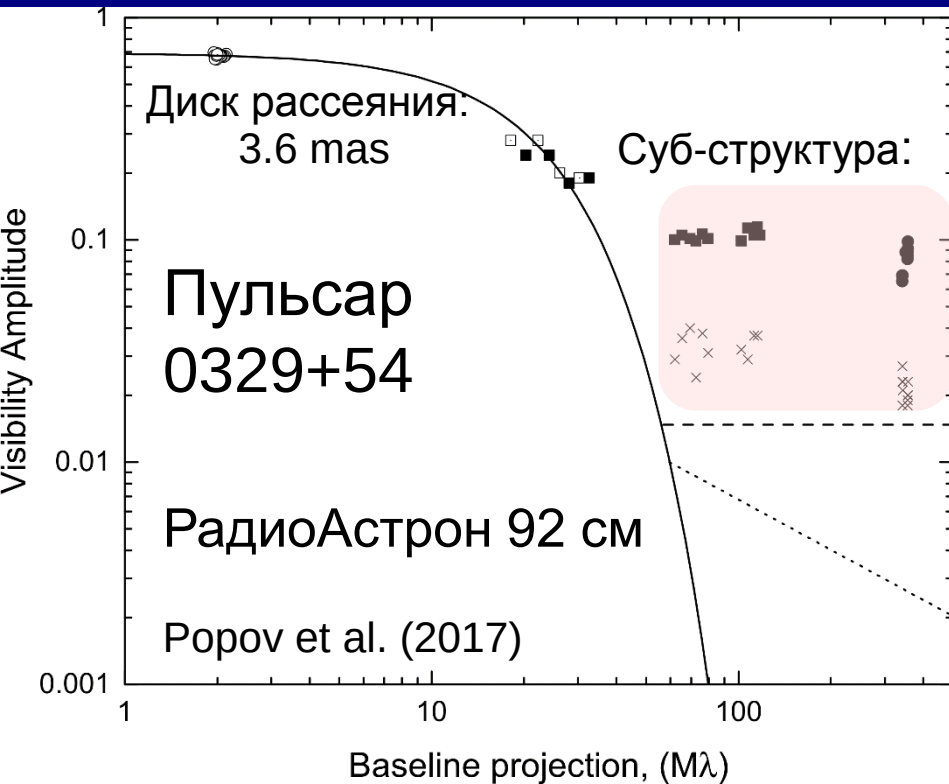
Экстремальная стратификация джета в 3C273



Джет квазара 3C273 показывает как эффект уярчения к краю на 18 см, так и яркую сердцевину на 6 см!

- Экстремальная стратификация течения плазмы и, как следствие, разность в Допплеровском училении излучения?
- Крутой градиент плотности энергии или прозрачности, связанный со спиральной структурой магнитного поля?

Открытие нового эффекта рассеяния на РадиоАстроне по наблюдениям квазаров и пульсаров

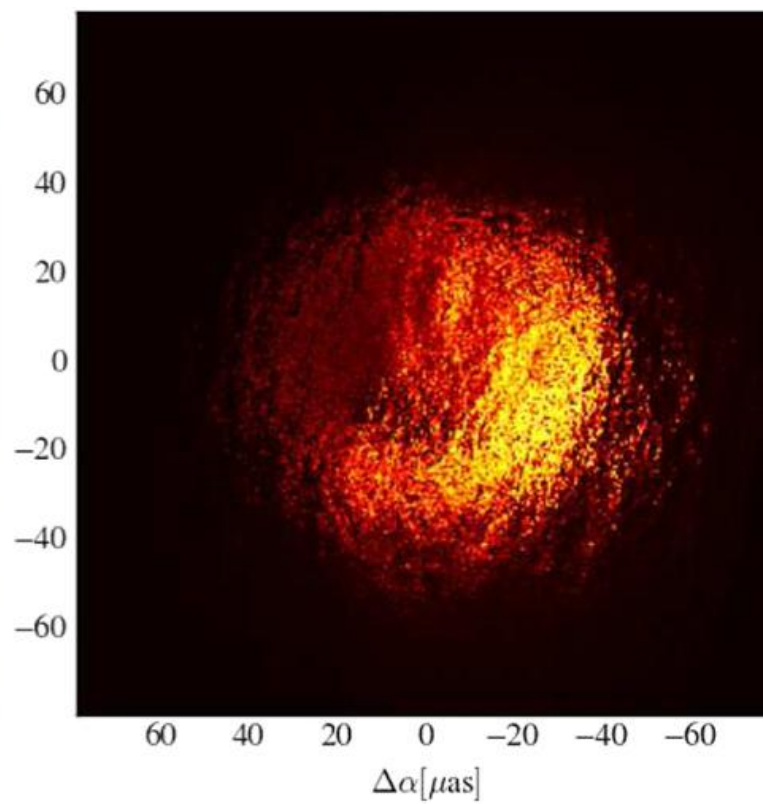
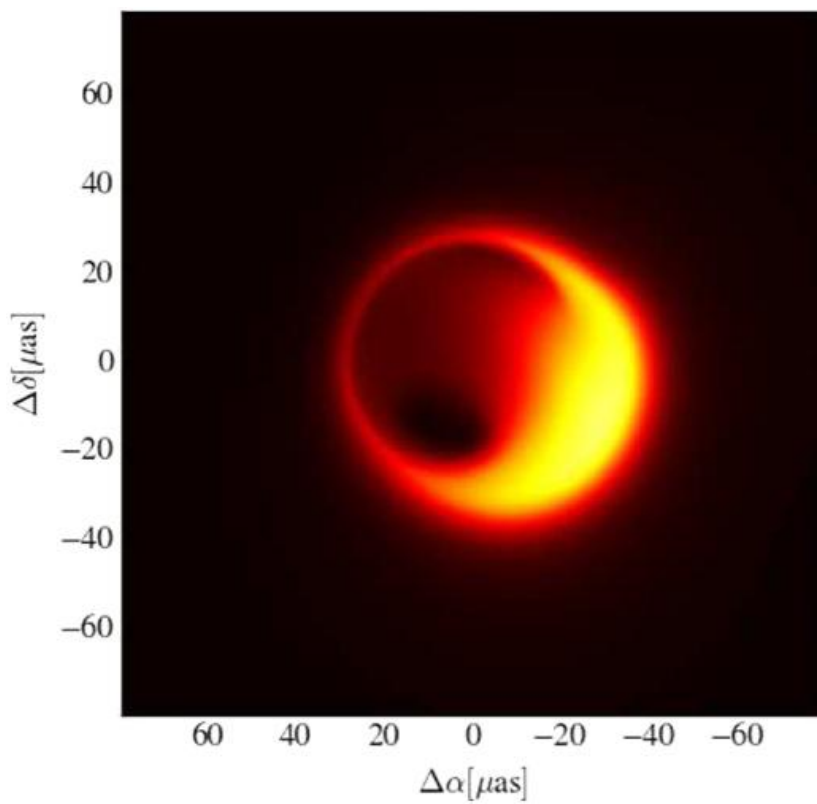


Эффект найден по пульсарам, подтвержден для квазаров и центра Галактики. На фоне размытого изображения объектов обнаружили пятнышки – суб-структуру рассеяния излучения. Это позволяет:

- Измерить параметры межзвездной среды (расстояние до экрана, плотность, характеристики турбулентности).
- Восстановить истинное изображение космического объекта, испорченное рассеянием.

Центр Галактики на 1.3 мм

- Тени ЧД пока не видно. Ждем результатов с ЕНТ-ALMA.
- РадиоАстрон: рассеяние надо учитывать! Моделирование:
- Возможно, у М87 больше шансов из-за много более слабого рассеяния.



Broderick et al. (2016)

The Event Horizon Telescope

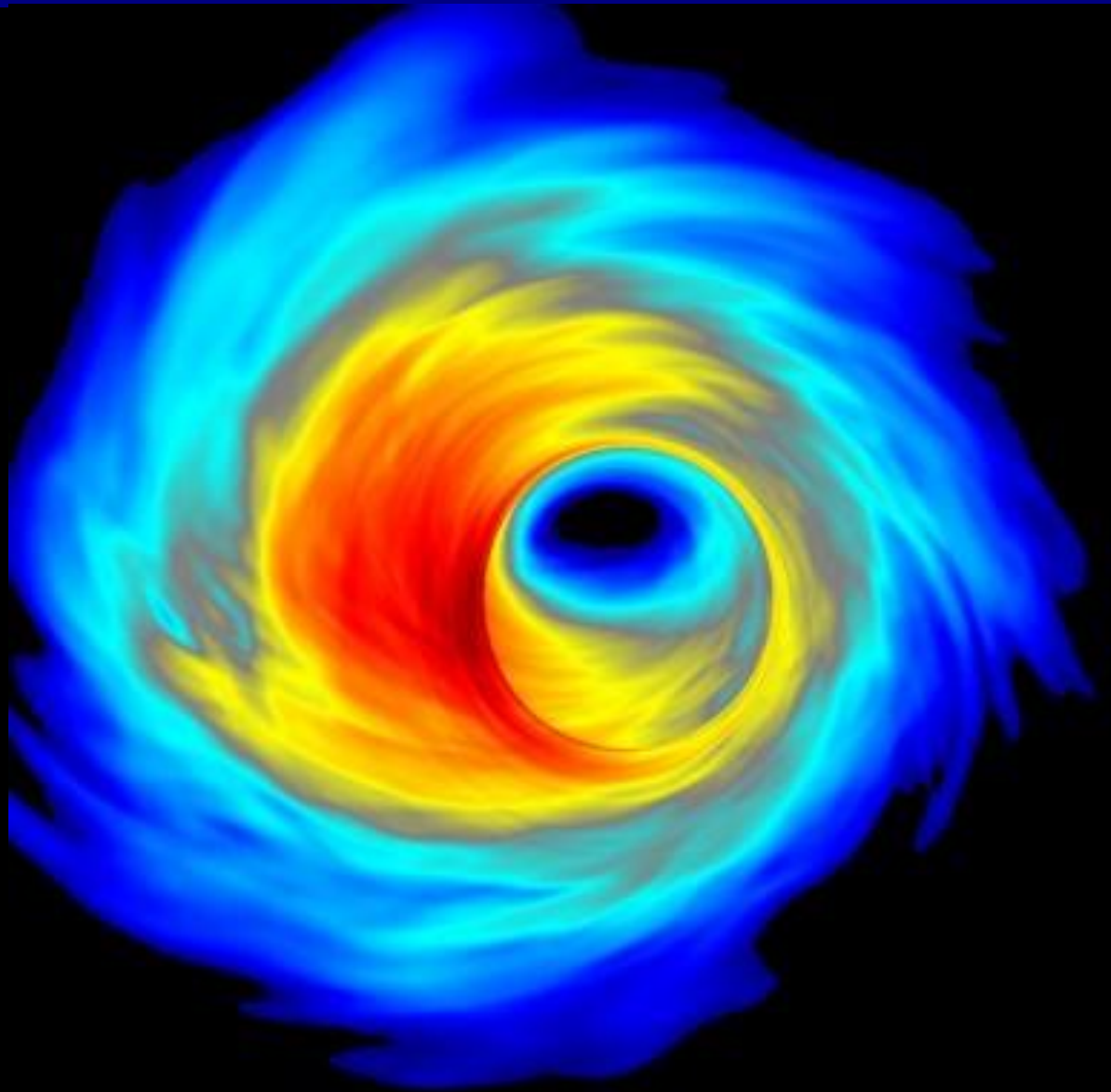


1.3 mm

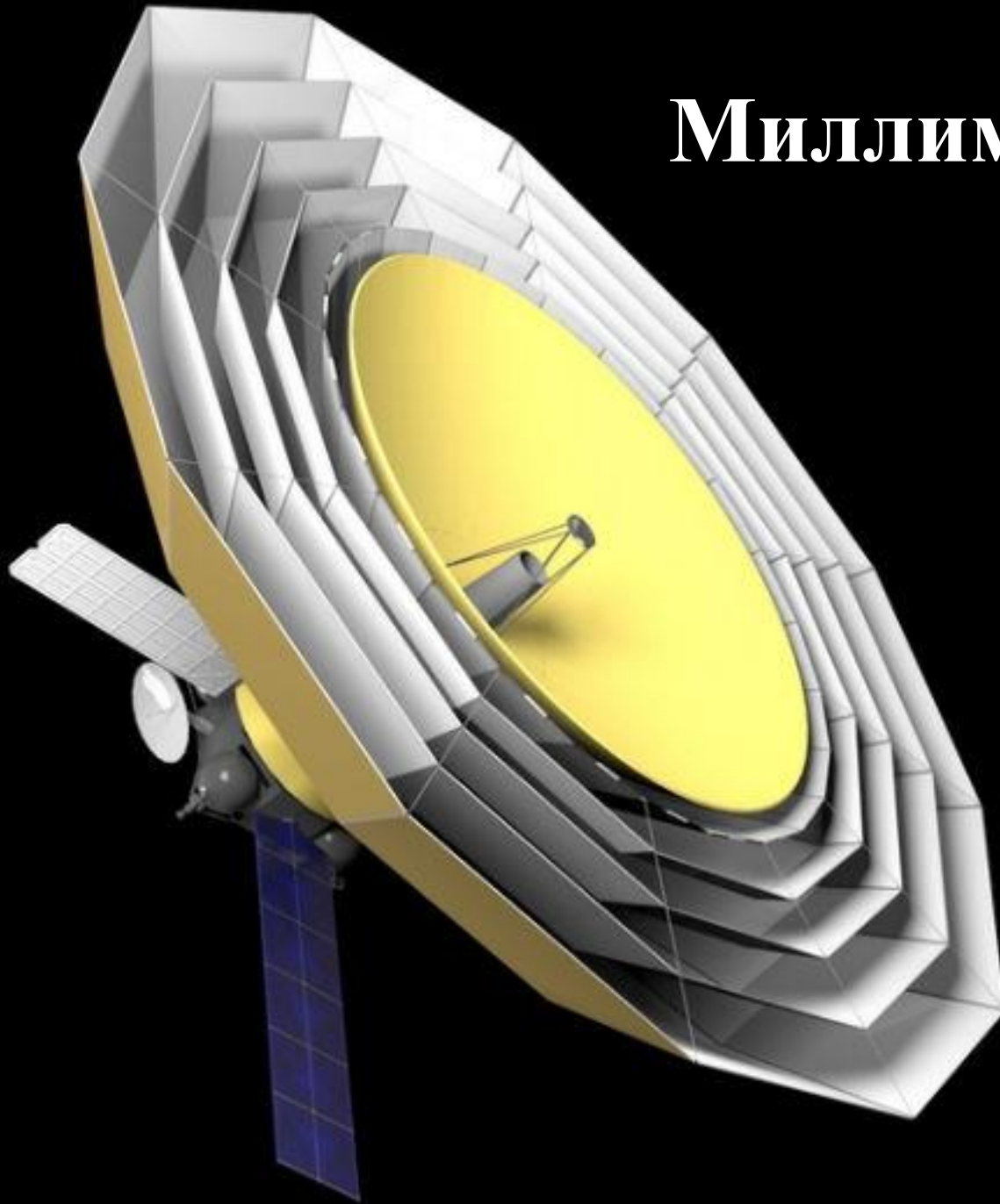
Черные дыры: задачи

1. Открыть или закрыть
2. Измерить спин
3. Провести тесты ОТО в сильном поле
Для этого нужно точное знание массы.

Ждем 10 апреля.



Миллиметронтрон

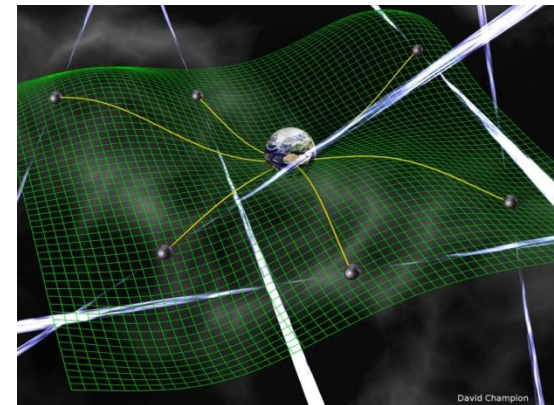


SKA: телескоп размером квадратный километр



СКА и др: основные научные задачи***

- Эволюция галактик, космология, темная энергия: распределение нейтрального водорода,
- Исследования гравитации и проверка ОТО с помощью пульсаров и двойных сверхмассивных черных дыр,
- Радиотранзиенты: широкопольные обзоры неба с высоким временным разрешением,
- Природа космического магнетизма,
- Проблема формирования первых звезд и черных дыр: эпоха вторичной ионизации,
- Вопросы зарождения жизни во Вселенной: аминокислота и пр.,
- Принципиально новые открытия, предсказать которые невозможно.

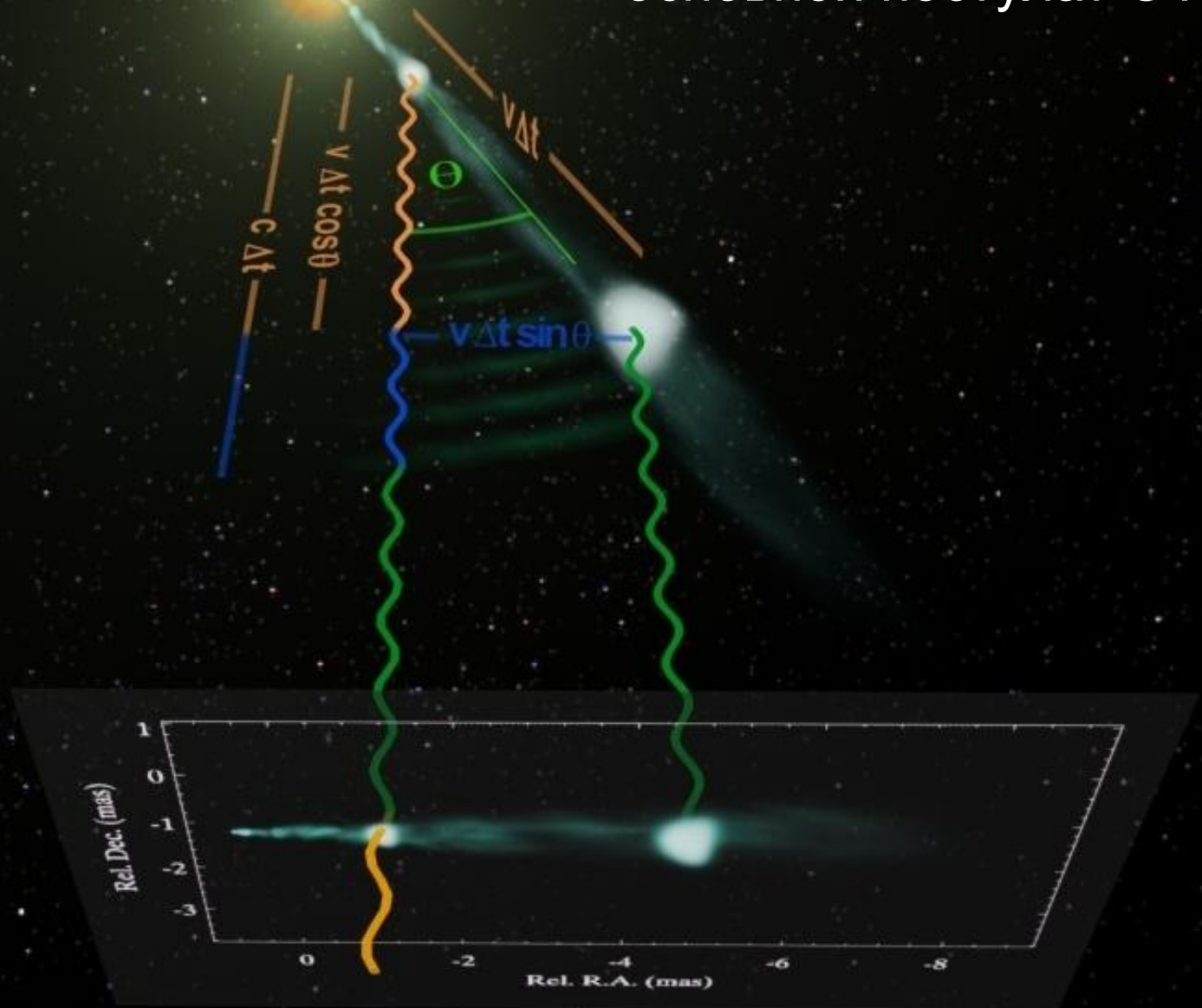


Список литературы

1. Конникова В. К., Лехт Е. Е., Силантьев Н. А.
Практическая радиоастрономия. Изд-во МГУ, 2011.
2. Уилсон Т. Л., Рольф К., Хюттемейстер С.
Инструменты и методы радиоастрономии.
Физматлит, 2012.
3. Томпсон А. Р., Моран Д. М., Свенсон Д. У.
Интерферометрия и синтез в радиоастрономии.
Второе издание. Физматлит, 2003.
4. Многоканальная астрономия, под ред. А.М.
Черепашука, Век-2, 2019.
5. <https://www.skatelescope.org>



Домашнее задание:
Самостоятельно нарушить
основной постулат ОТО.



Принцип открытого доступа

