

FRB 121102: рассеяние в экстремальной среде и изменчивая поляризация

**Александр Плавин, 29 марта 2022
Семинар ГАИШ МГУ**

**[Plavin et al., MNRAS, 2022](#)
[arXiv:2202.10519](#)**

FRB 121102: drastic changes in the burst polarization contrasts with the stability of the persistent emission

A. Plavin,^{1★} Z. Paragi,² B. Marcote,² A. Keimpema,² J. W. T. Hessels,^{3,4} K. Nimmo,^{3,4}
H. K. Vedantham,³ L. G. Spitler,⁵

¹*Astro Space Center of Lebedev Physical Institute, Profsoyuznaya 84/32, 117997 Moscow, Russia*

²*Joint Institute for VLBI ERIC (JIVE), Oude Hoogeveensedijk 4, 7991 PD Dwingeloo, The Netherlands*

³*ASTRON, The Netherlands Institute for Radio Astronomy, Oude Hogeveensedijk 4, 7991PD, Dwingeloo, The Netherlands*

⁴*Anton Pannekoek Institute for Astronomy, University of Amsterdam, Science Park 904, 1098 XH Amsterdam, The Netherlands*

⁵*Max-Planck-Institut für Radioastronomie, Auf dem Hügel 69, D-53121 Bonn, Germany*

Plavin et al., MNRAS, 2022
arXiv:2202.10519

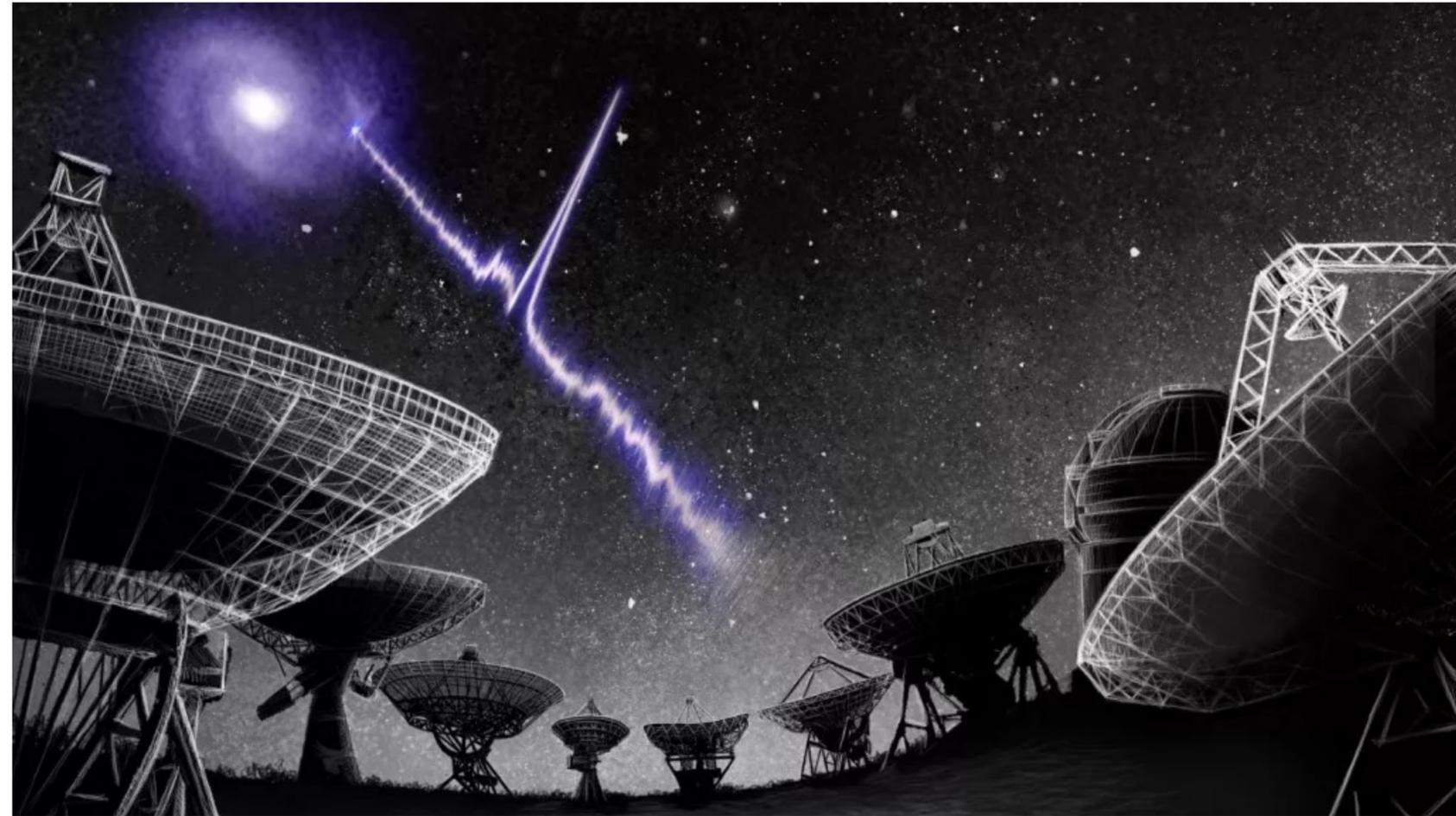
FRB:

ВСПЫШКИ, МОДЕЛИ, СВОЙСТВА

FRB

Быстрые радиовсплески

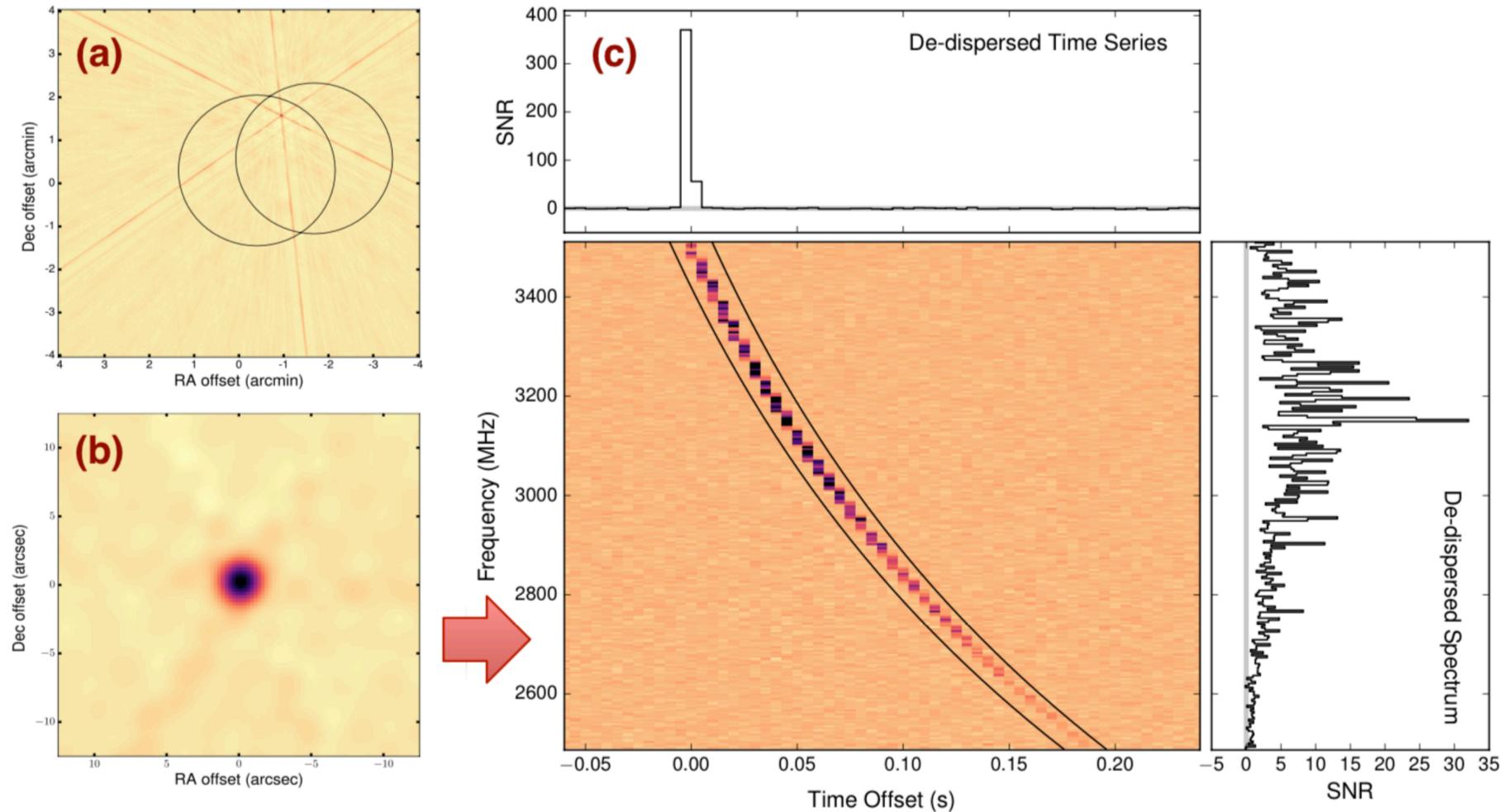
- Наблюдаются с 2006
- Мощные короткие вспышки, мкс-мс
- Внегалактические
- Разные свойства: повторяемость, поляризация, окружение
- Природа точно не ясна: магнетар? более экзотичные модели?



FRB 121102

Первый повторяющийся FRB

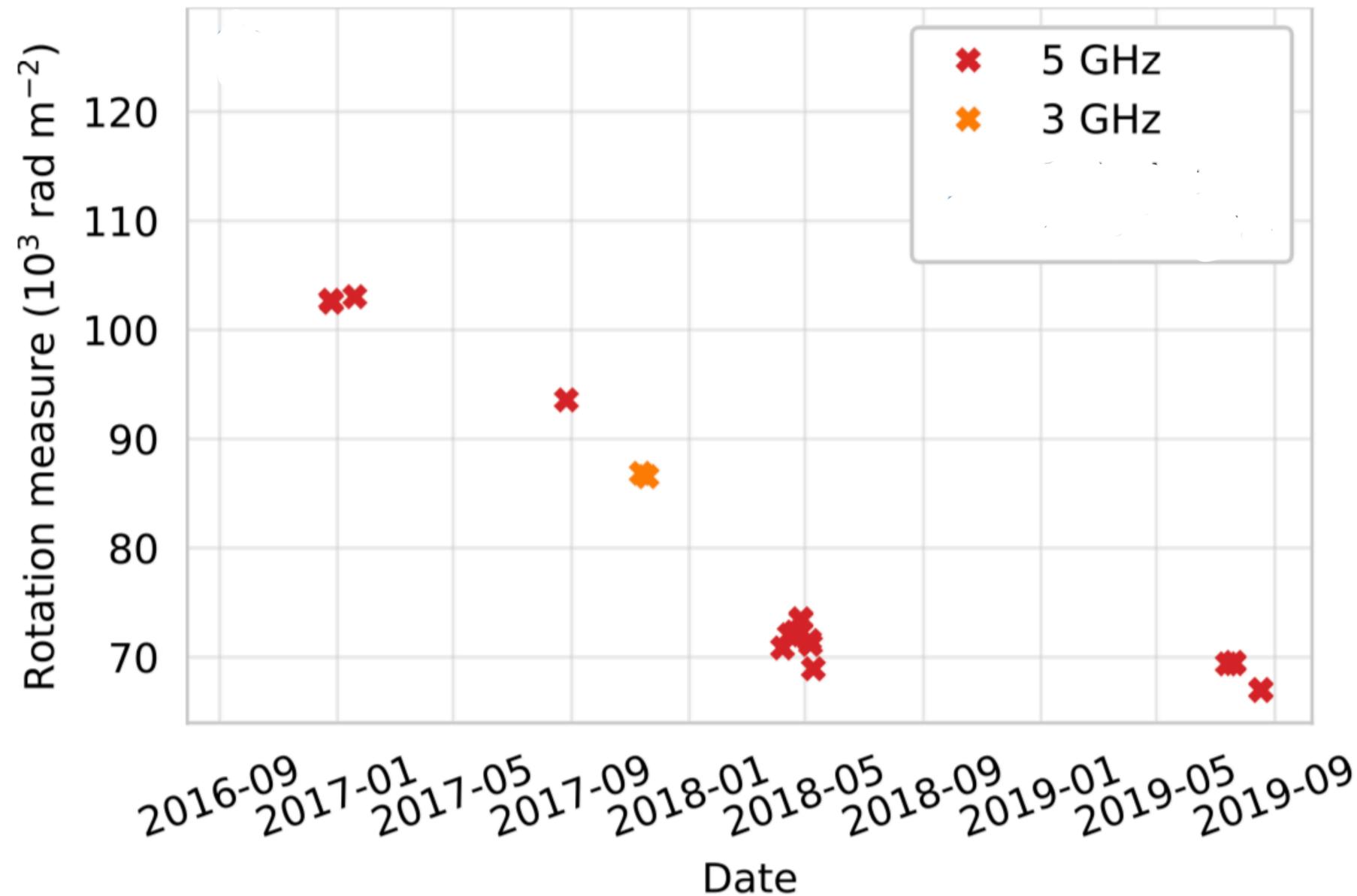
- Вспышки повторяются, без явного периода
- Экстремальное окружение: RM около 10^5 rad/m^2
- Первая точная локализация: карликовая галактика, 1 Гпк
Chatterjee+2017, Marcote+2017
- Рядом - слабый постоянный радиосточник: AGN?



История первая: поляризация

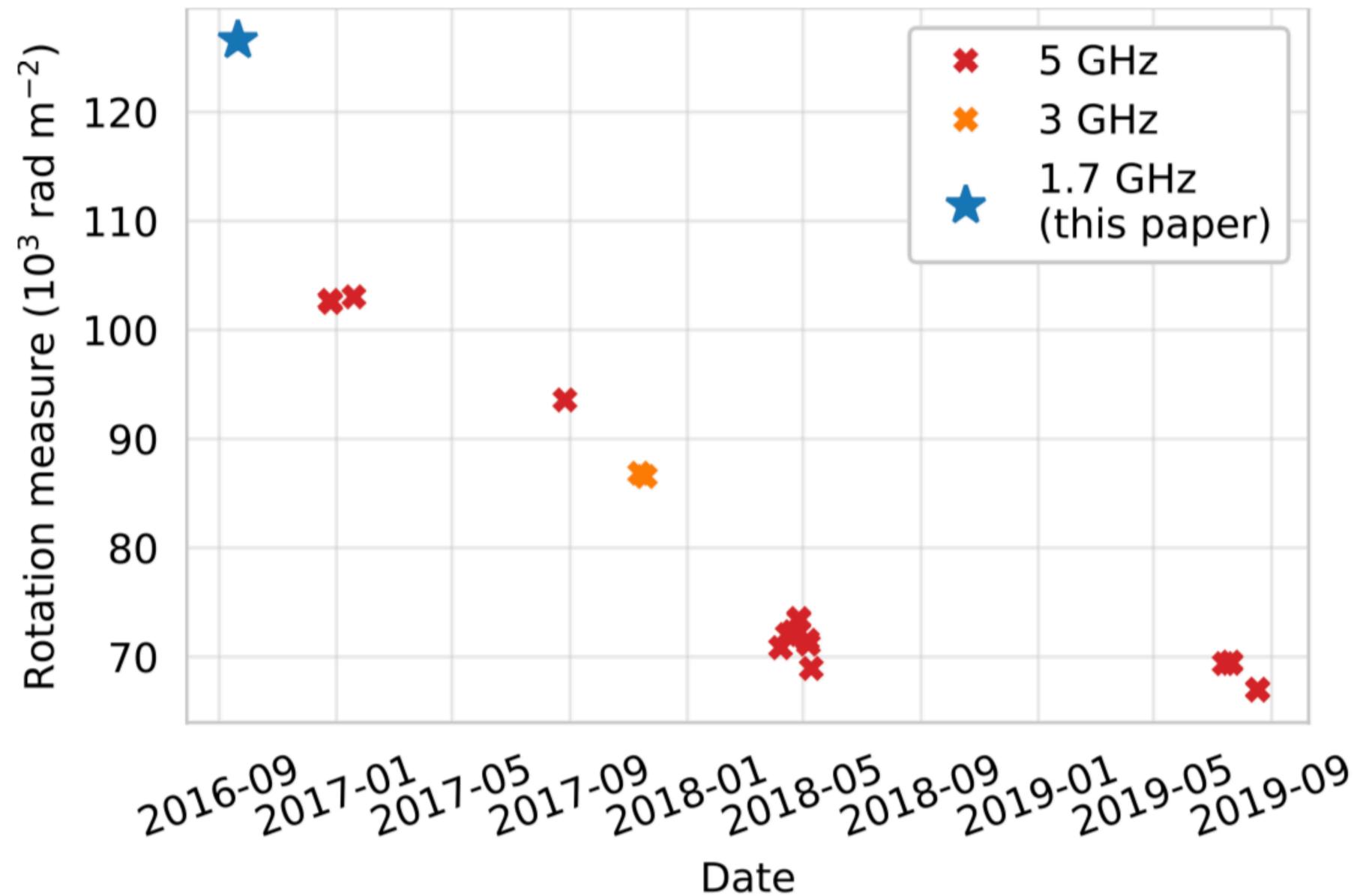
Линейная поляризация вспышек

- На 3 и 5 ГГц: почти 100% поляризованы
- RM около $100\,000 \text{ rad/m}^2$, сильно меняется со временем
- Экстремальные условия: высокое упорядоченное магнитное поле, $> 2 \text{ мГс}$, $n > 100 / \text{см}^3$



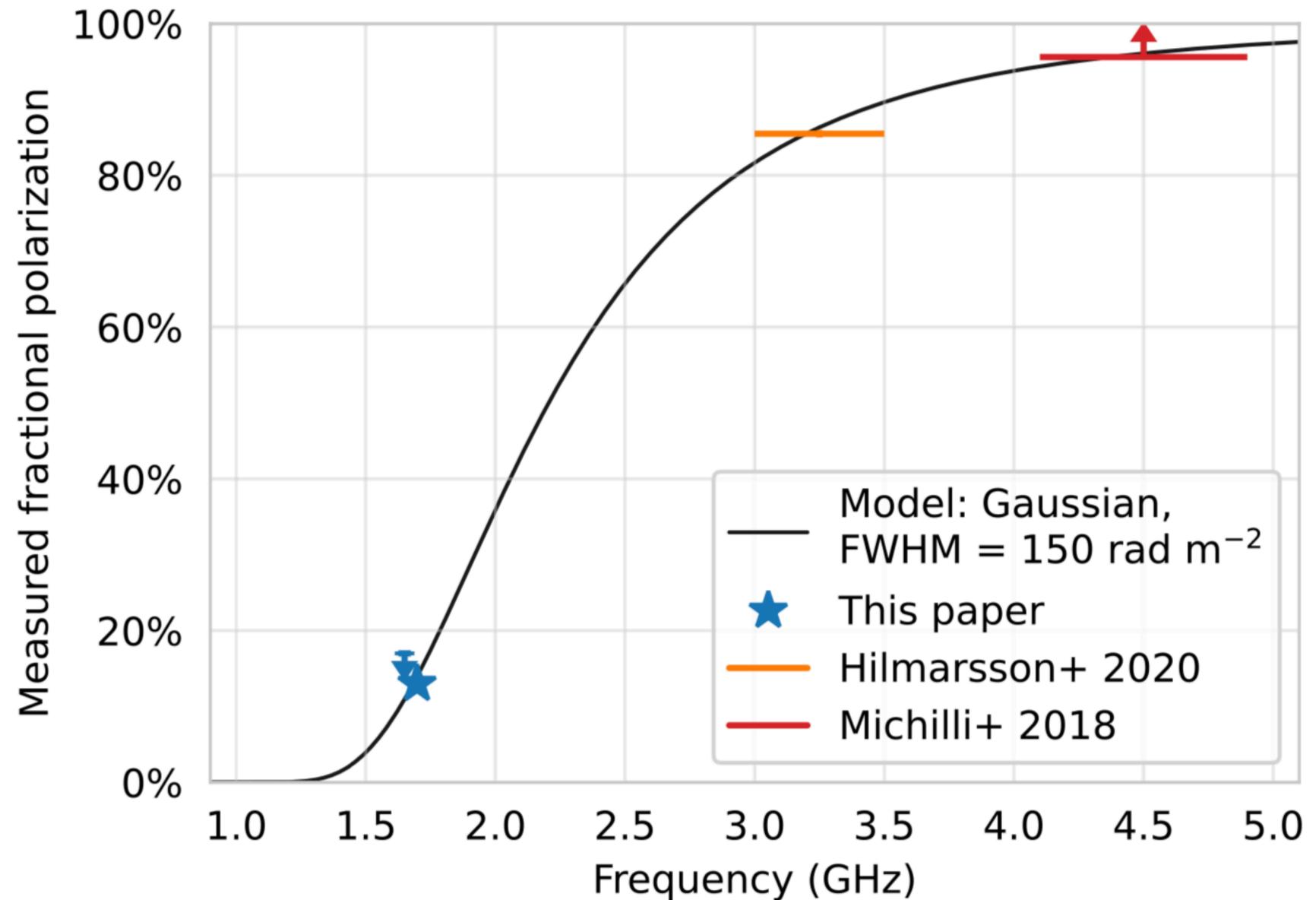
Линейная поляризация вспышек

- На 3 и 5 ГГц: почти 100% поляризованы
- Но на низких частотах поляризация не обнаруживалась...
- Мы нашли!



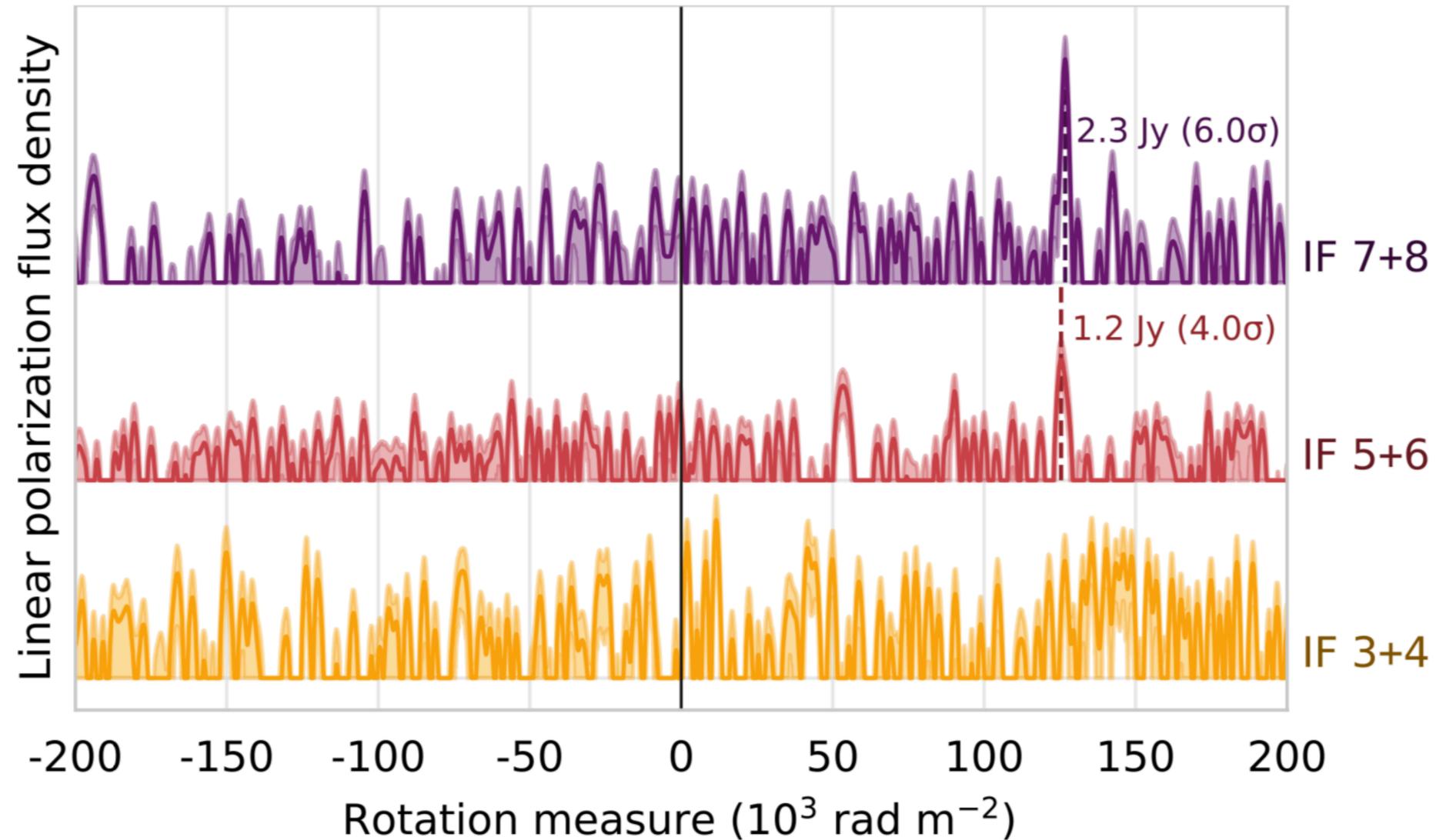
Поляризация на разных частотах

- На 3 и 5 ГГц: почти 100% поляризованы
- На 1.7 ГГц: около 15%
- Сложности измерения: низкая степень поляризации, больше длина волны - сильнее вращение



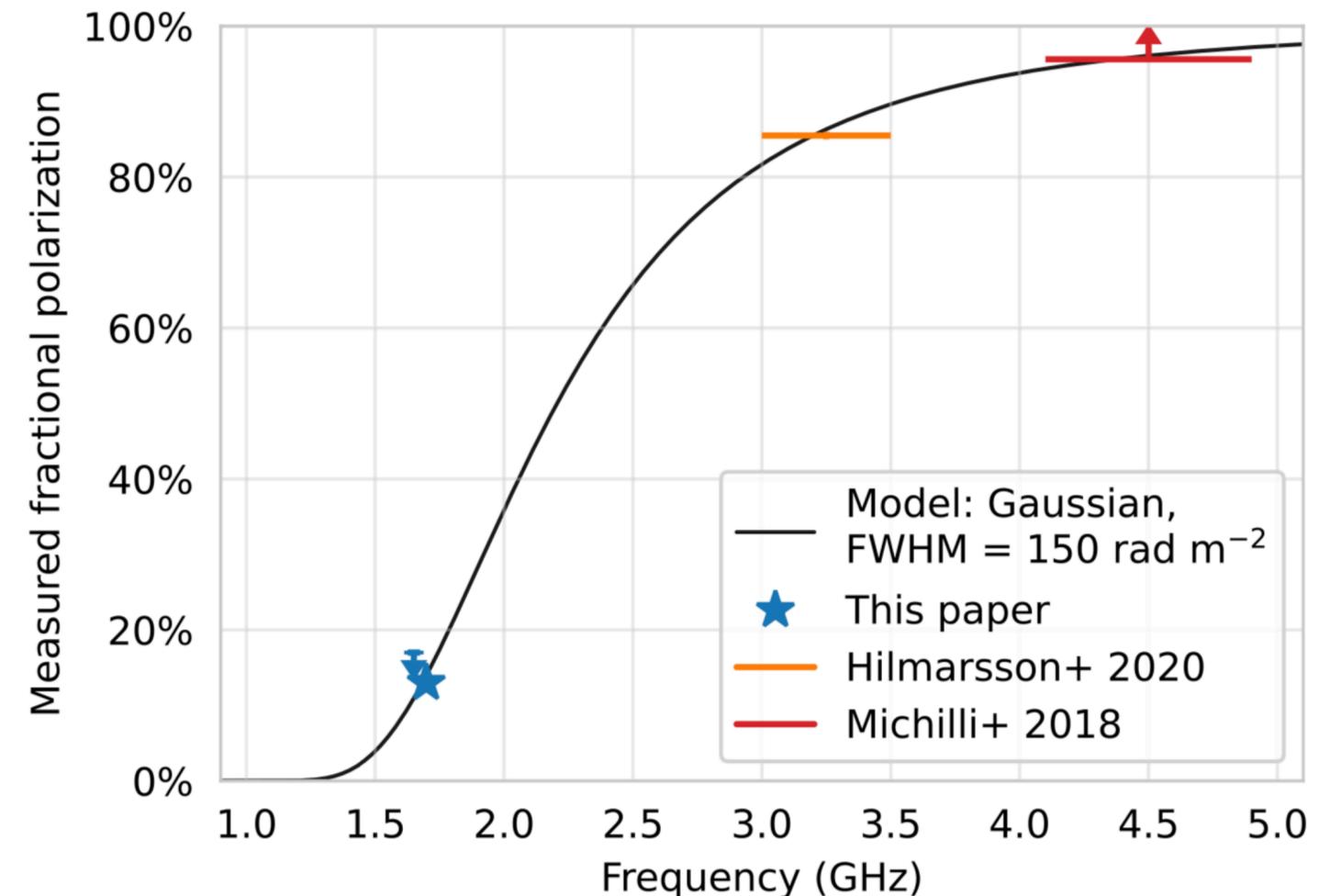
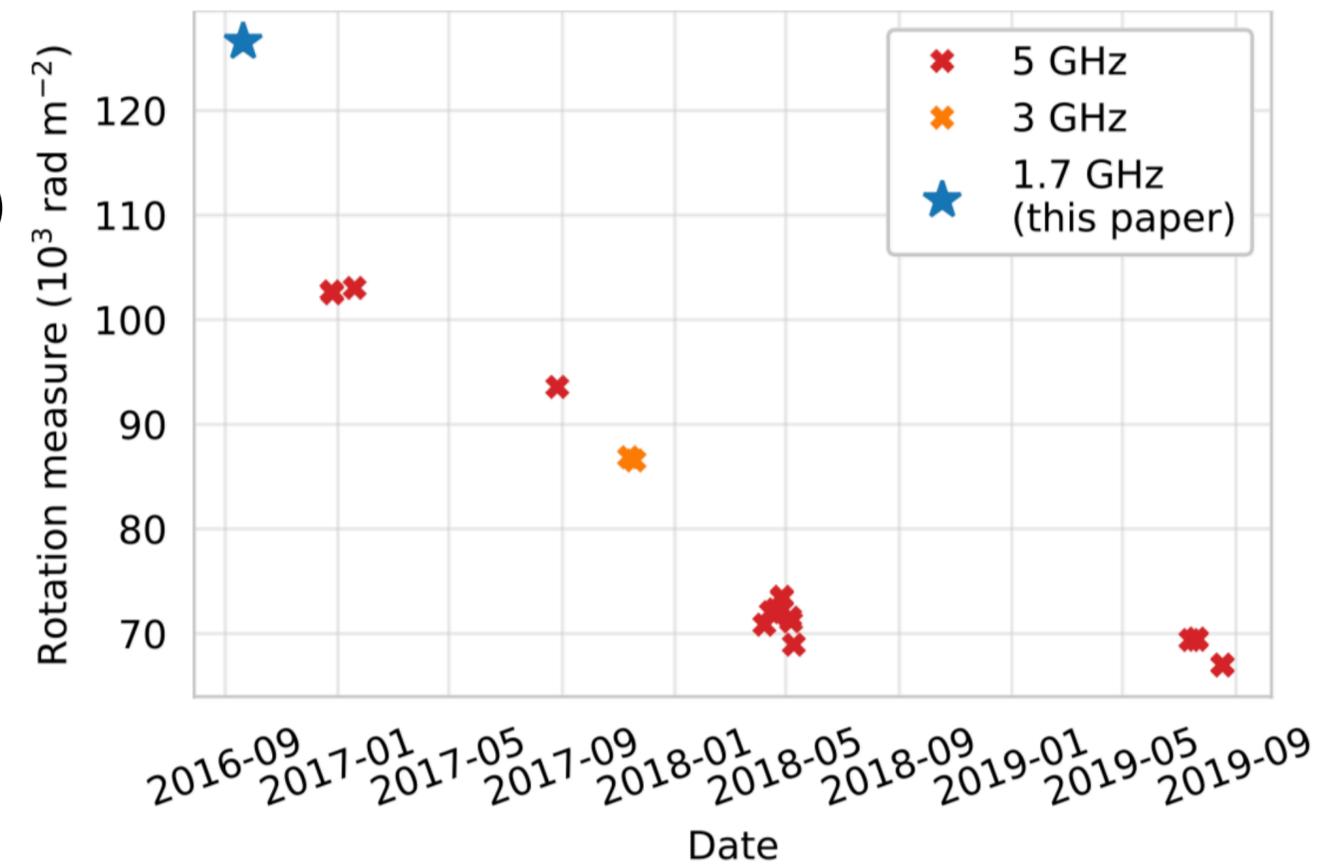
Поляризация на разных частотах

- На 3 и 5 ГГц: почти 100% поляризованы
- На 1.7 ГГц: около 15%
- Сложности измерения: низкая степень поляризации, больше длина волны - сильнее вращение
- Измерили на грани чувствительности



Интерпретируем поляризацию

- RM разные, но все укладываются в падающий тренд: считаем, что не зависит от частоты, иначе нереалистично
- Степень: можно объяснить малой, но ненулевой, шириной излучения в RM-пространстве, ΔRM
- Достаточно $\Delta RM = 150 \text{ rad/m}^2$, т.е. 0.1% от общего RM
- Рассеяние на неоднородностях в экране?



Свежие результаты FAST + GBT

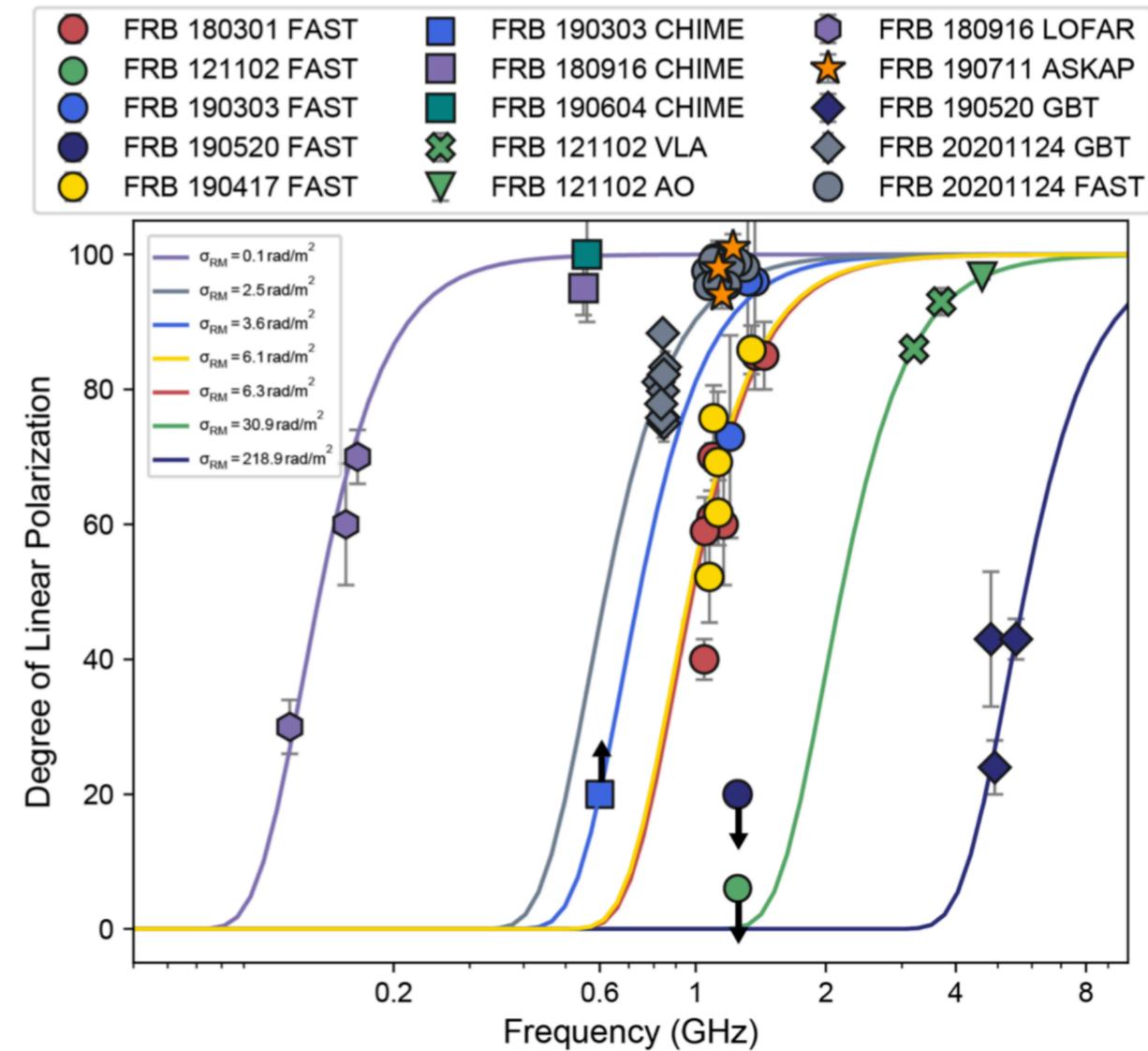
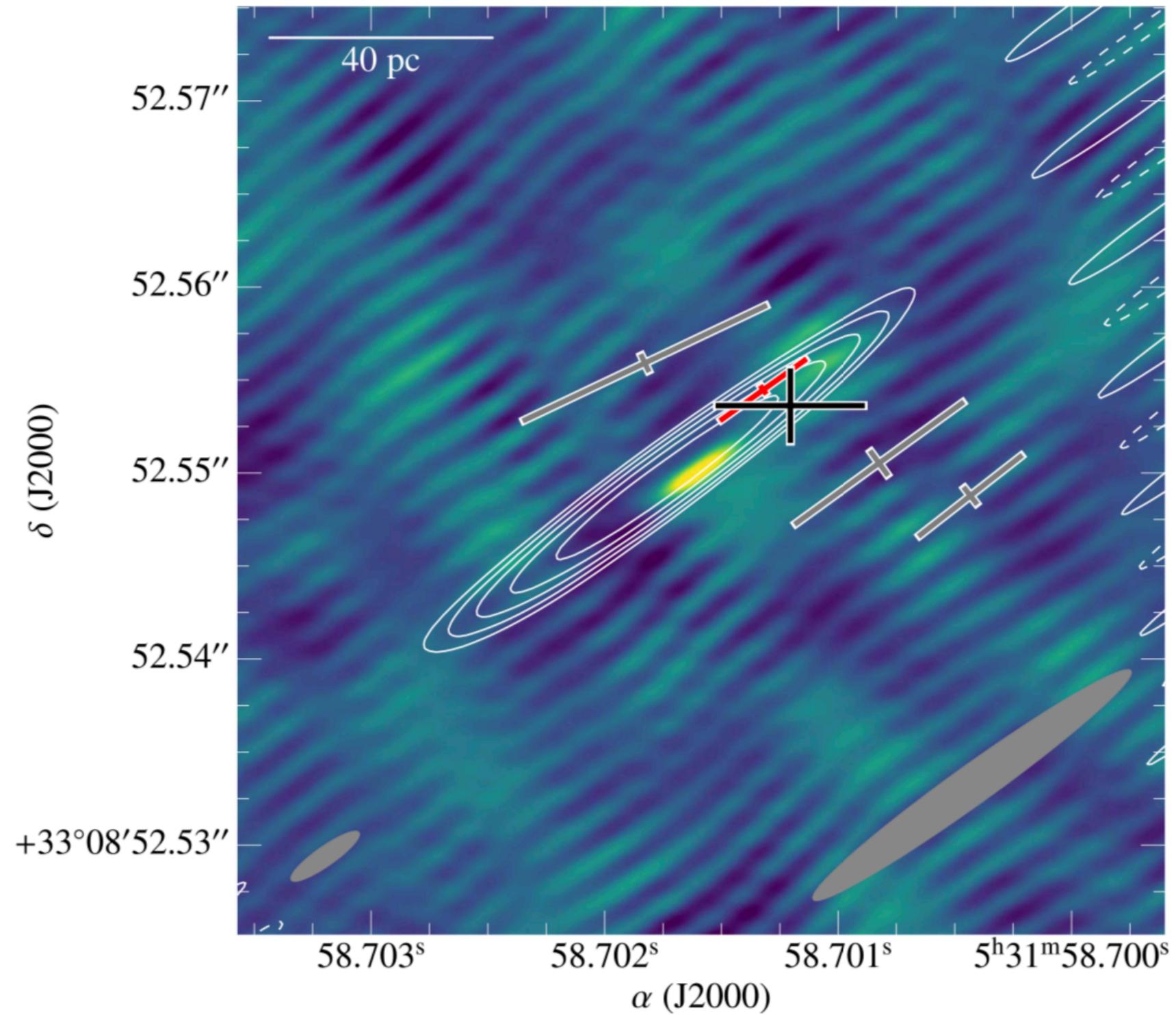


Figure 2: Degree of linear polarization consistent with RM scattering: Different points with error bars represent the degree of linear polarization versus frequency for each FRB. Different lines represent the predicted degree of linear polarization for 100% polarization depolarized by various σ_{RM} levels. FRB 121102 FAST is an upper limit (down arrow symbol). FRB 190303 CHIME is a lower limit (up arrow symbol). All the bursts in the sample are consistent with such an RM scattering interpretation.

**История вторая:
стабильное излучение**

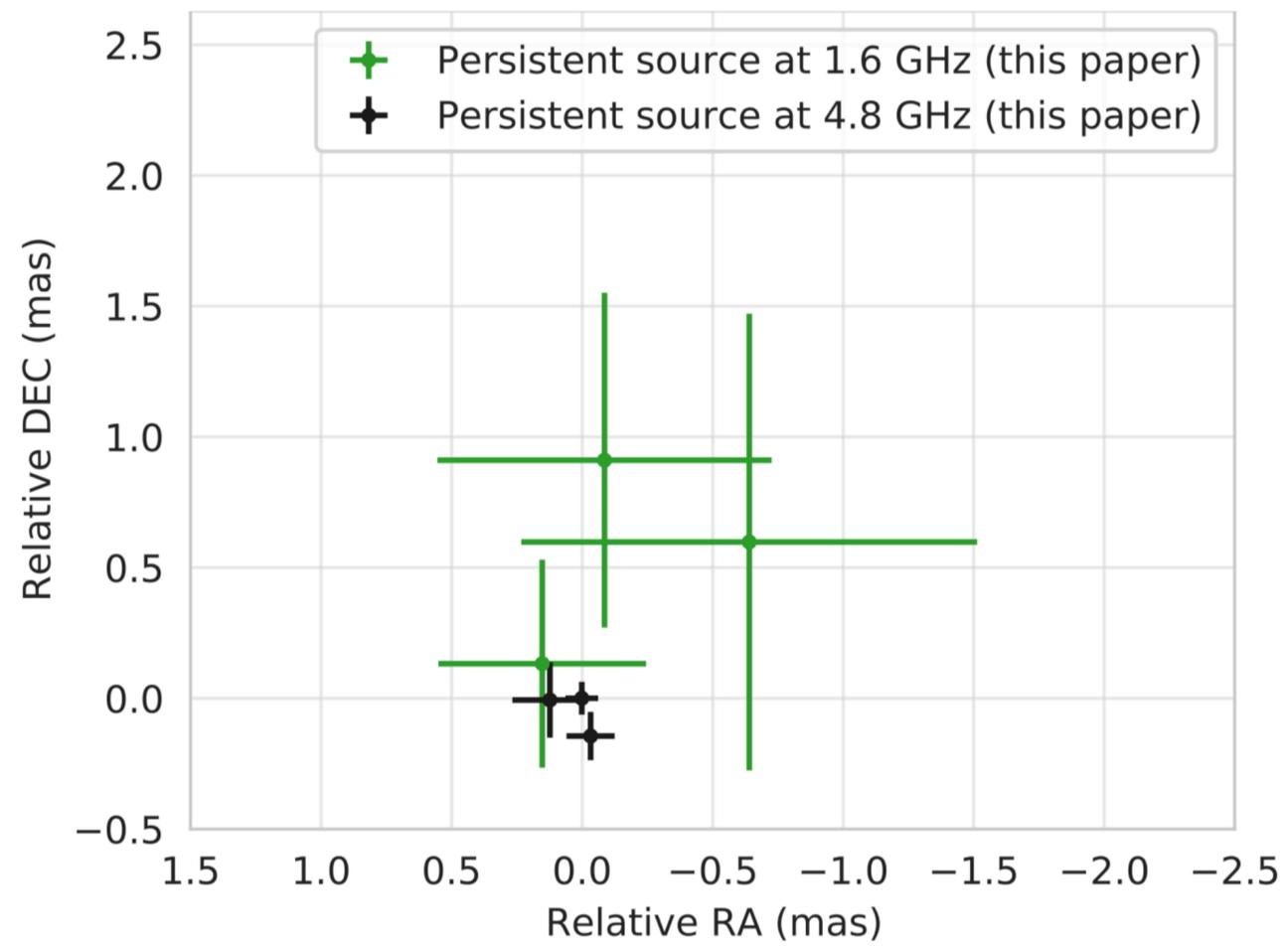
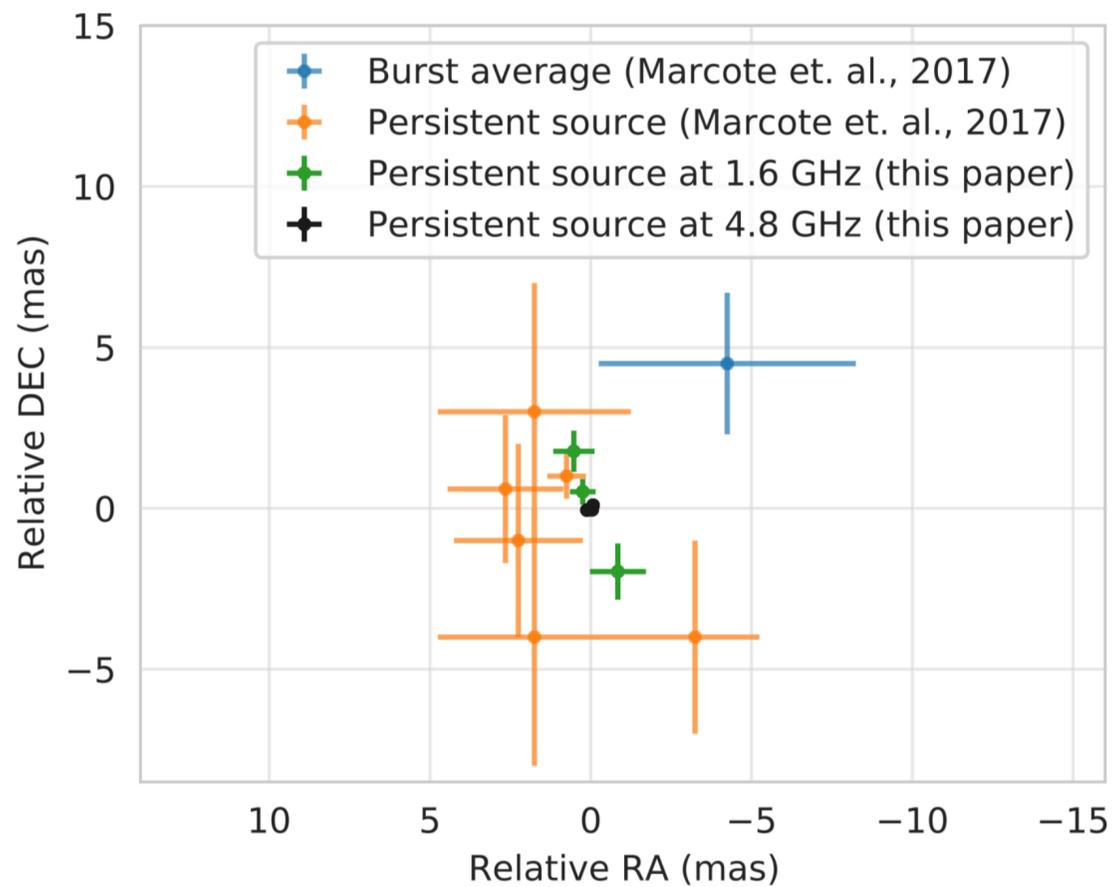
Постоянный радиисточник



Постоянный радиисточник

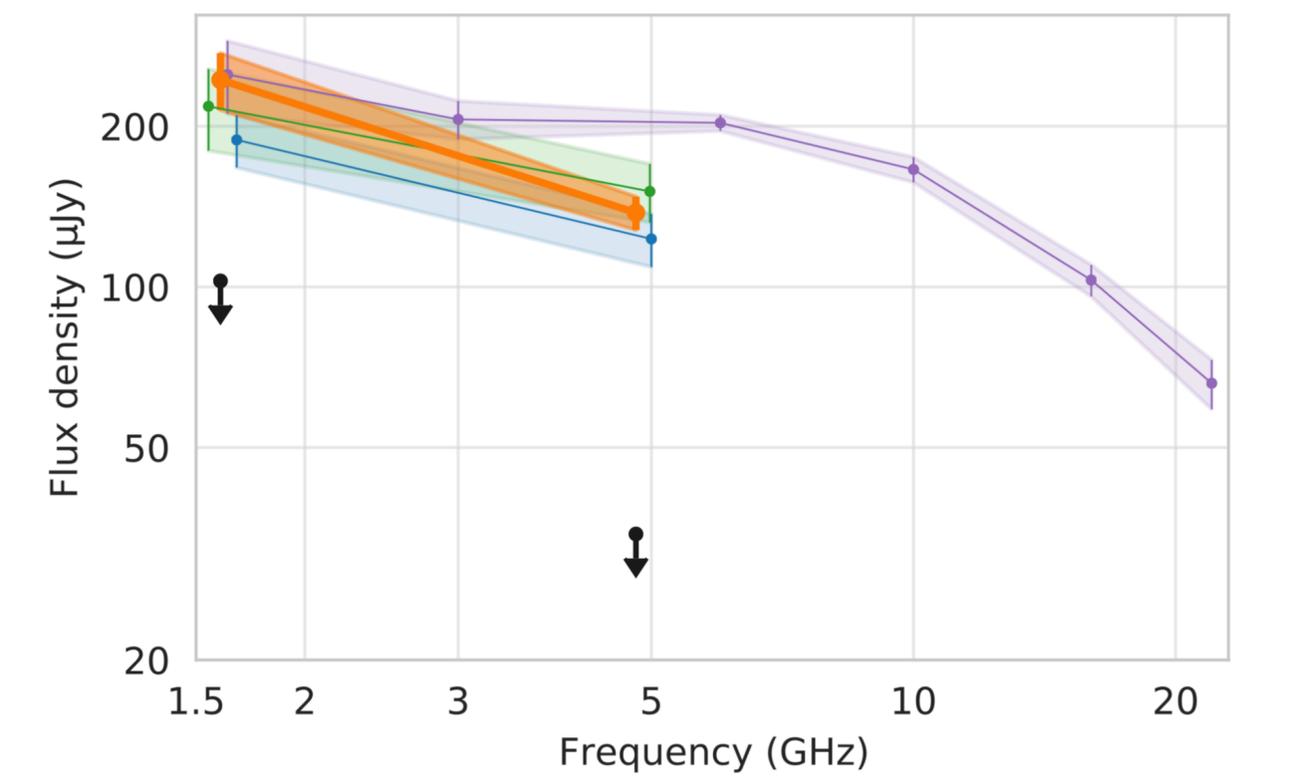
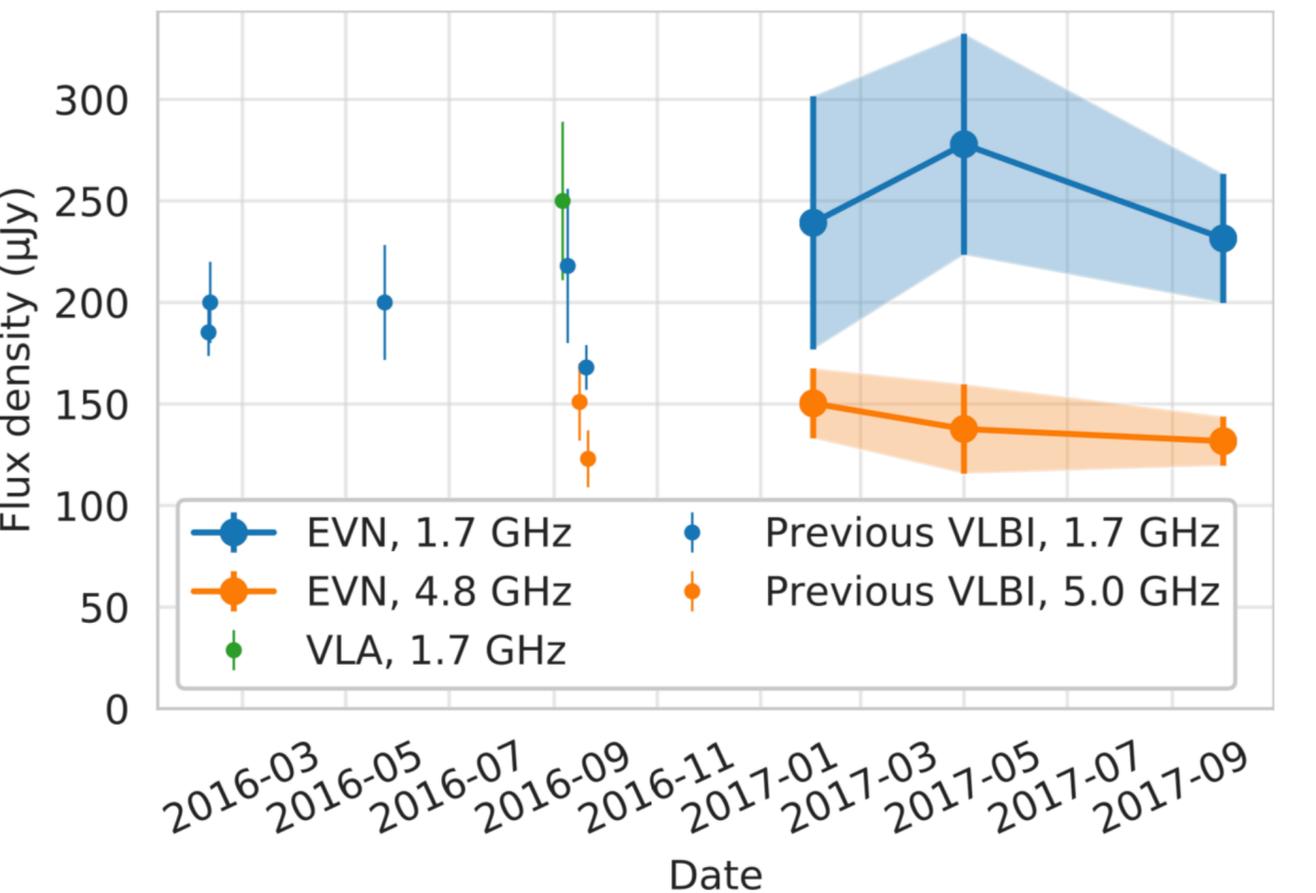
Локализация

- Согласуется со вспышками на масштабах mas и пк
- Положение не меняется со временем ($< 0.3\text{c}$), не зависит от частоты ($< 0.4\text{ mas}$)
- Размер < 1 пк, доминируется рассеянием
- Сильно ограничивает модели туманностей



Постоянный радиисточник

Слабый, но стабильный



- Около 200 мкЯн, переменность < 10%
- Различия РСДБ и VLA спектров: инструментальный эффект?
- Отсутствие поляризации: механизм не тот же, что у вспышек
- Неожиданная стабильность для AGN, сверхновых, и других моделей окружения

Заключение

Заключение

- Вспышки первого повторяющегося FRB 121102 исходно 100% поляризованы на всех частотах
 - Измерено максимальное для FRB Фарадеевское вращение: $100\,000 \text{ rad/m}^2$
 - Окружающая среда: плотная намагниченная плазма, с небольшими неоднородностями и временной эволюцией
- Постоянное радиоизлучение стабильно по времени, пространству, частоте
 - Отсутствие эволюции сильно ограничивает модели, но ответа пока нет

FRB 121102: drastic changes in the burst polarization contrasts with the stability of the persistent emission

A. Plavin,^{1*} Z. Paragi,² B. Marcote,² A. Keimpema,² J. W. T. Hessels,^{3,4} K. Nimmo,^{3,4}
H. K. Vedantham,³ L. G. Spitler,⁵

Plavin et al., MNRAS, 2022
arXiv:2202.10519