

# **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,<sup>1★</sup> Z. Paragi,<sup>2</sup> B. Marcote,<sup>2</sup> A. Keimpema,<sup>2</sup> J. W. T. Hessels,<sup>3,4</sup> K. Nimmo,<sup>3,4</sup>  
H. K. Vedantham,<sup>3</sup> L. G. Spitler,<sup>5</sup>

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

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

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

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

<sup>5</sup>*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

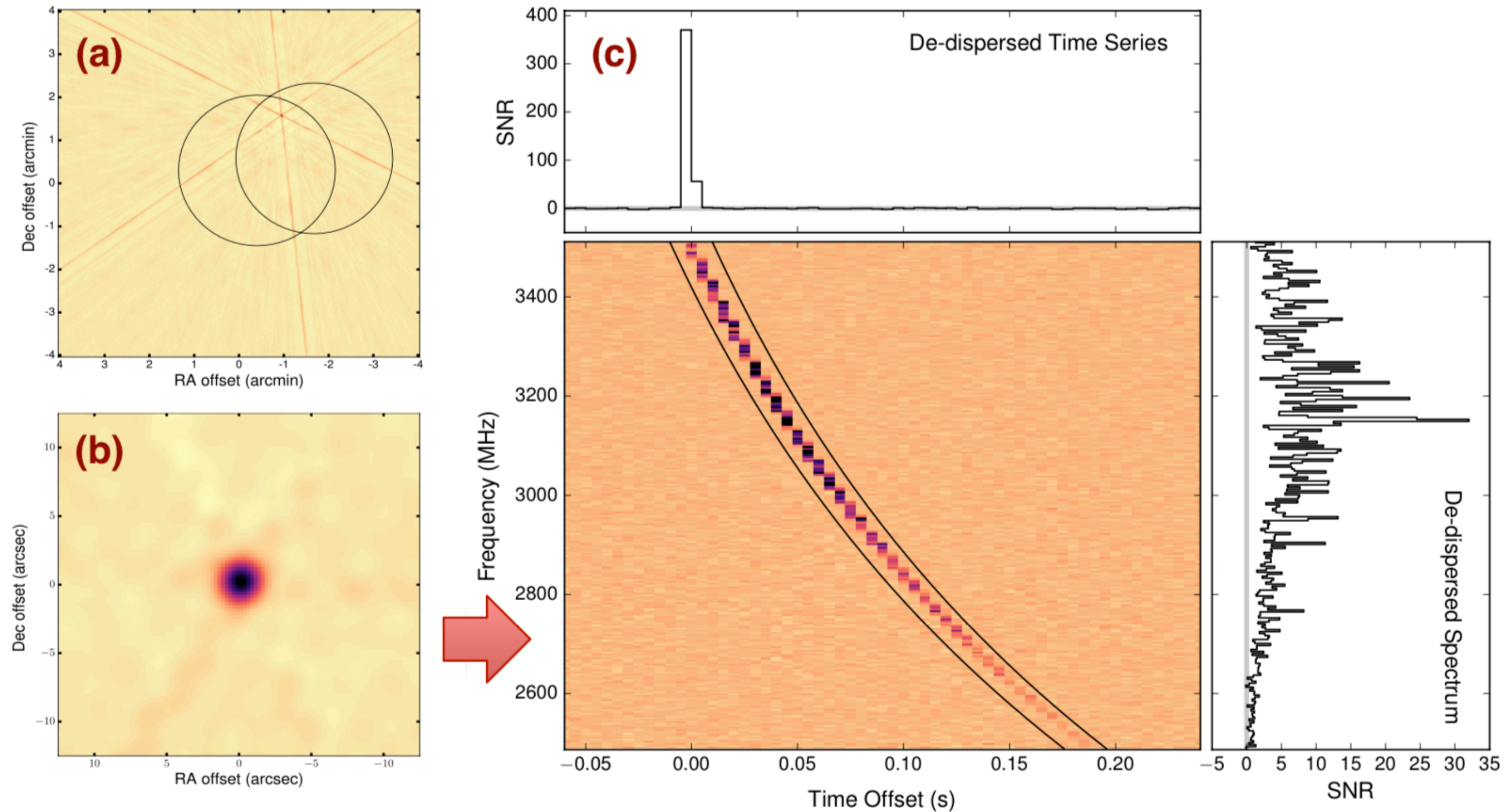
- Наблюдаются с 2006
- Мощные короткие вспышки, мкс-мс
- Внегалактические
- Разные свойства: повторяемость, поляризация, окружение
- Природа точно не ясна: магнетар? более экзотичные модели?



# FRB 121102

## Первый повторяющийся FRB

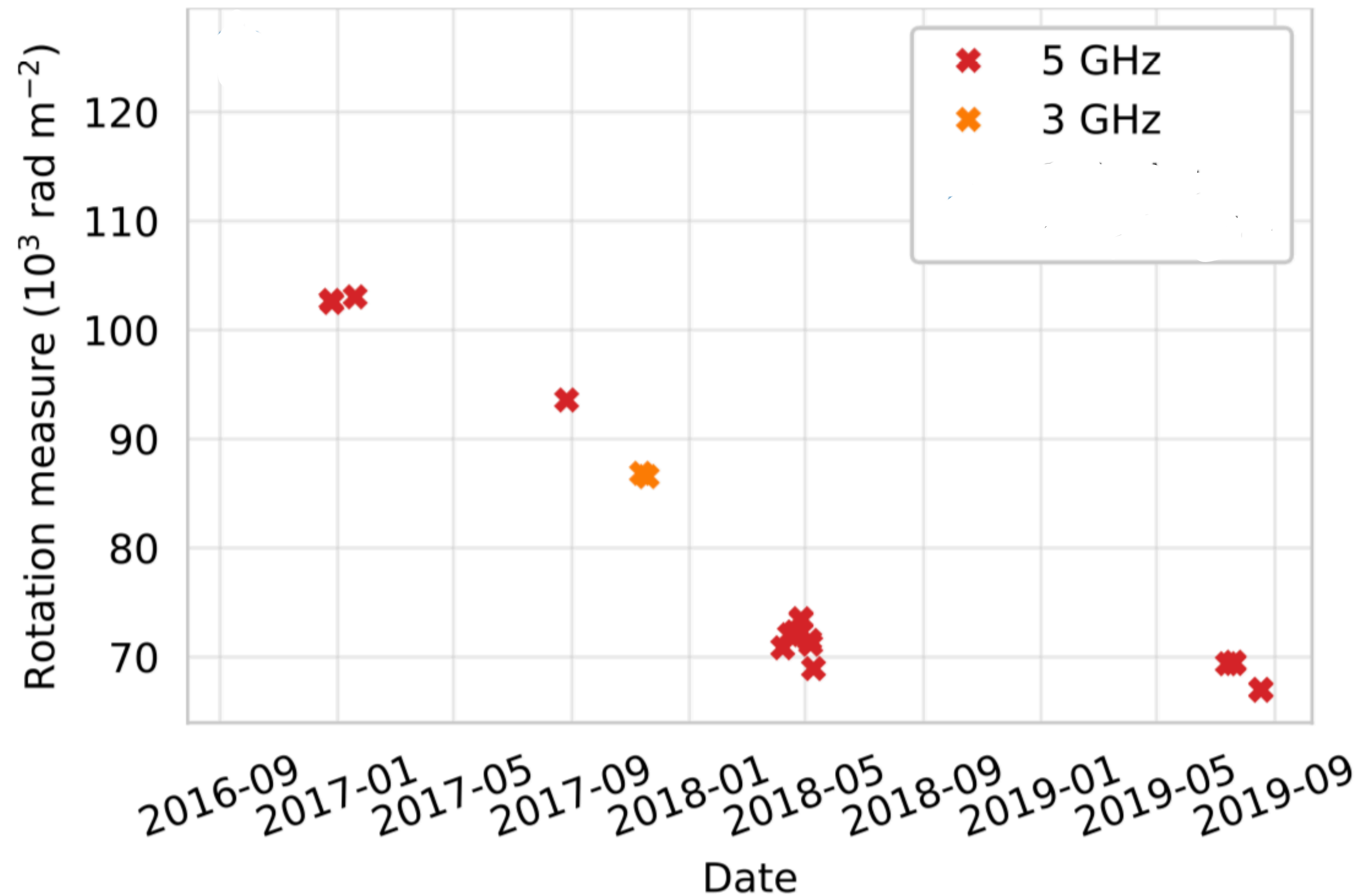
- Вспышки повторяются, без явного периода
- Экстремальное окружение: RM около  $10^5 \text{ rad/m}^2$
- Первая точная локализация: карликовая галактика, 1 Гпк  
[Chatterjee+2017](#), [Marcote+2017](#)
- Рядом - слабый постоянный радиосточник: AGN?



**История первая: поляризация**

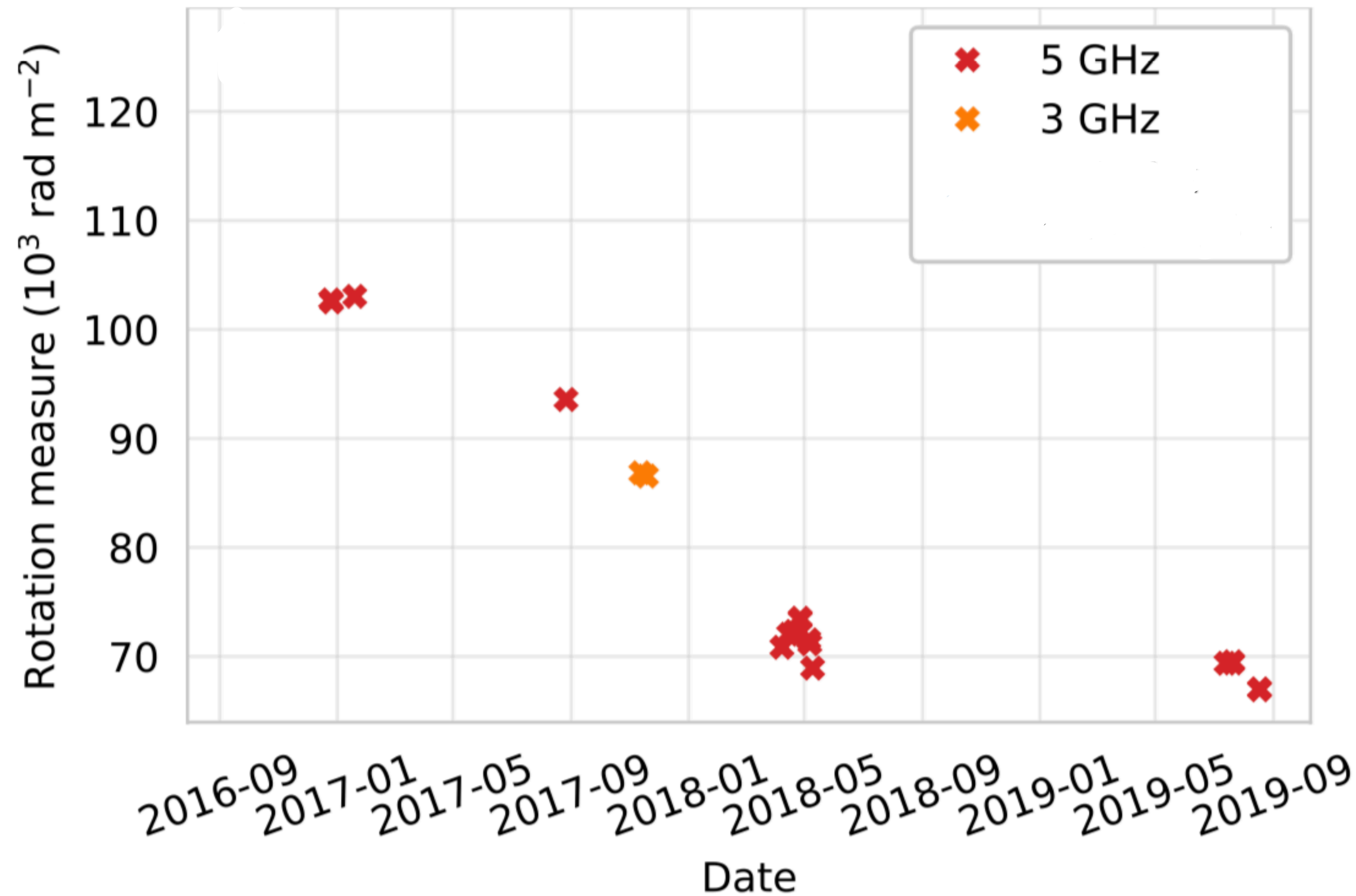
# Линейная поляризация вспышек

- 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,  $> 2 \text{ мГс}$ ,  $n > 100 / \text{cm}^3$



# Линейная поляризация вспышек

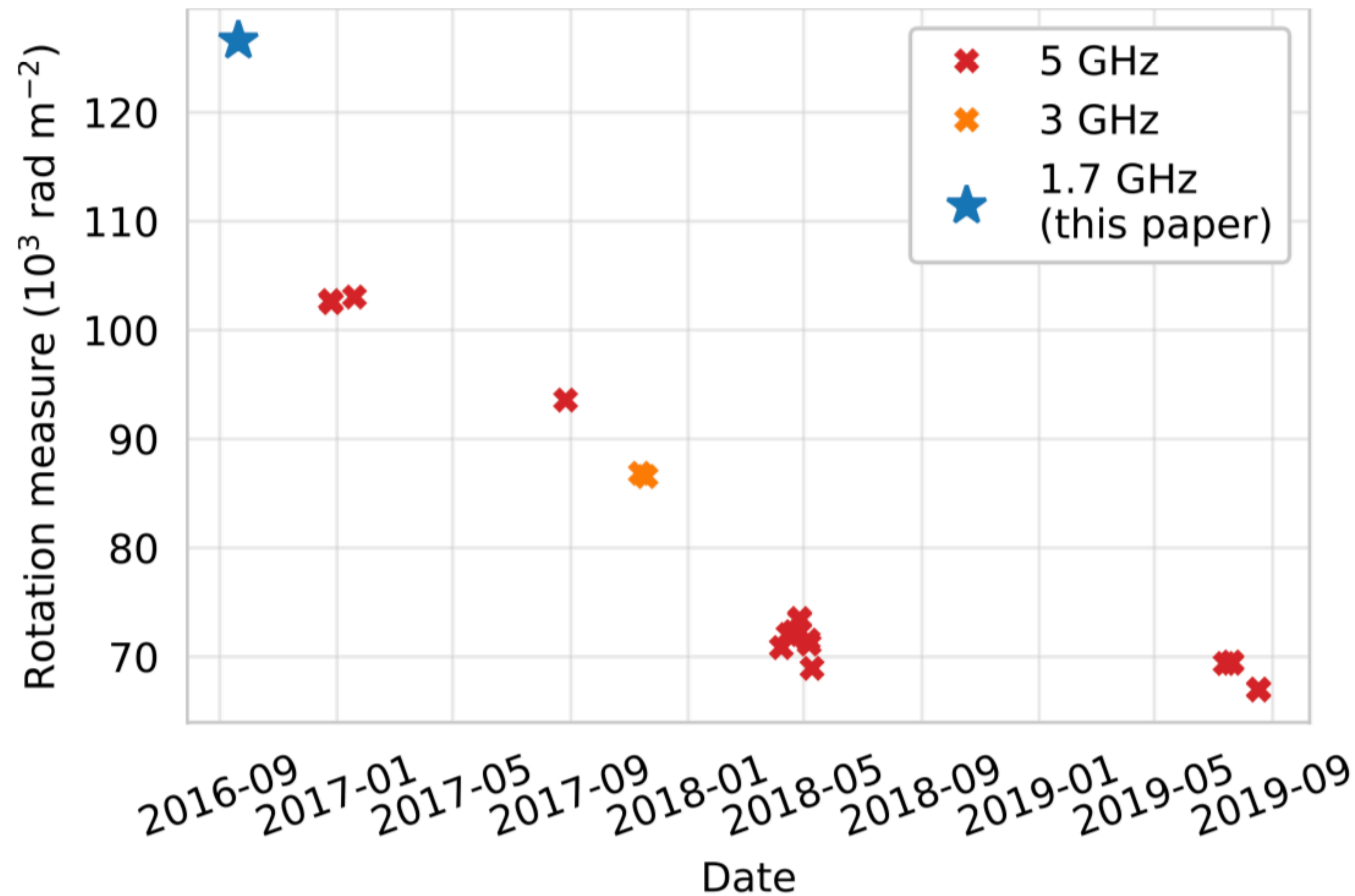
- На 3 и 5 ГГц: почти 100% поляризованы
- Но на низких частотах поляризация не обнаруживалась...





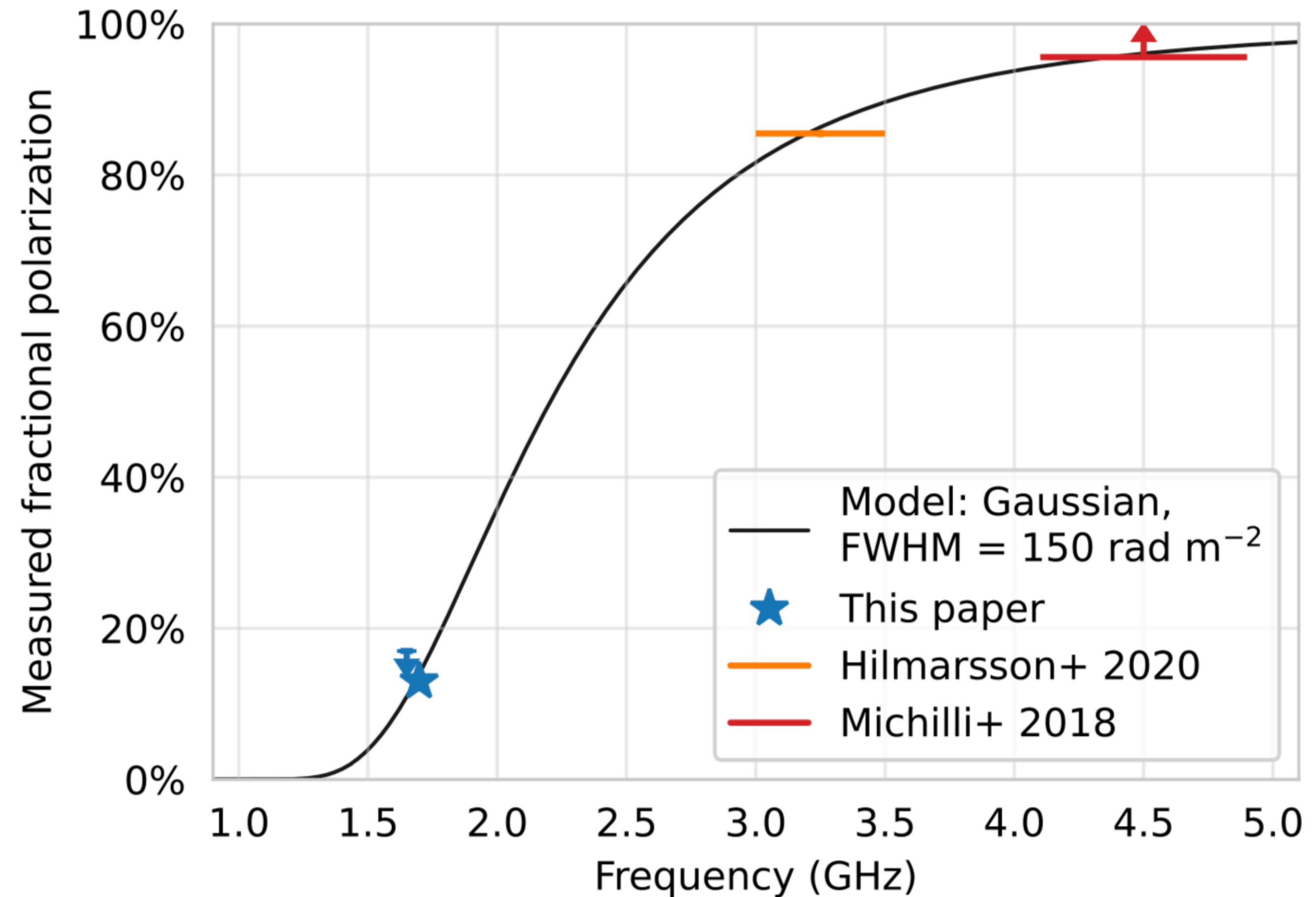
# Линейная поляризация вспышек

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



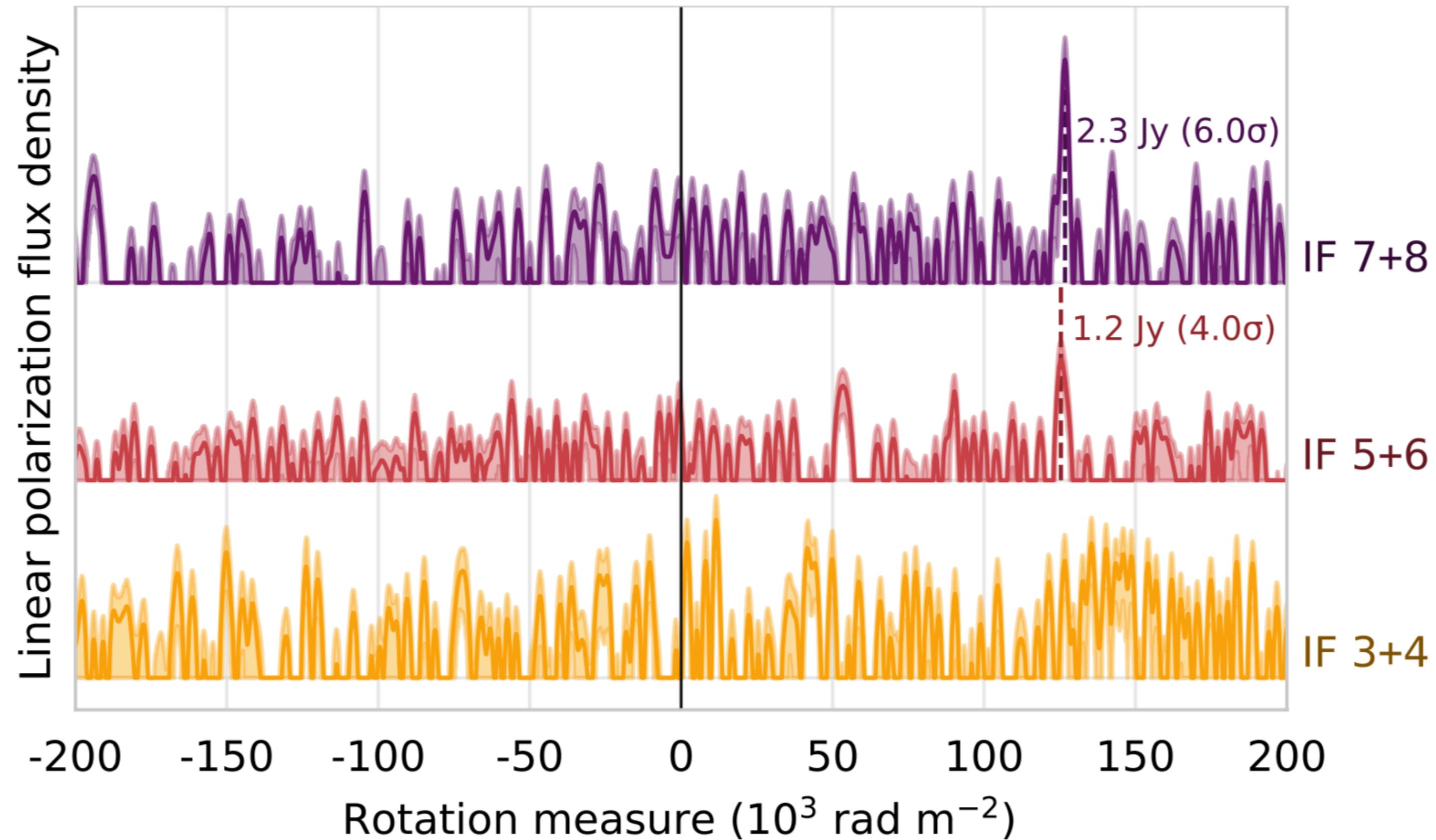
# Поляризация на разных частотах

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



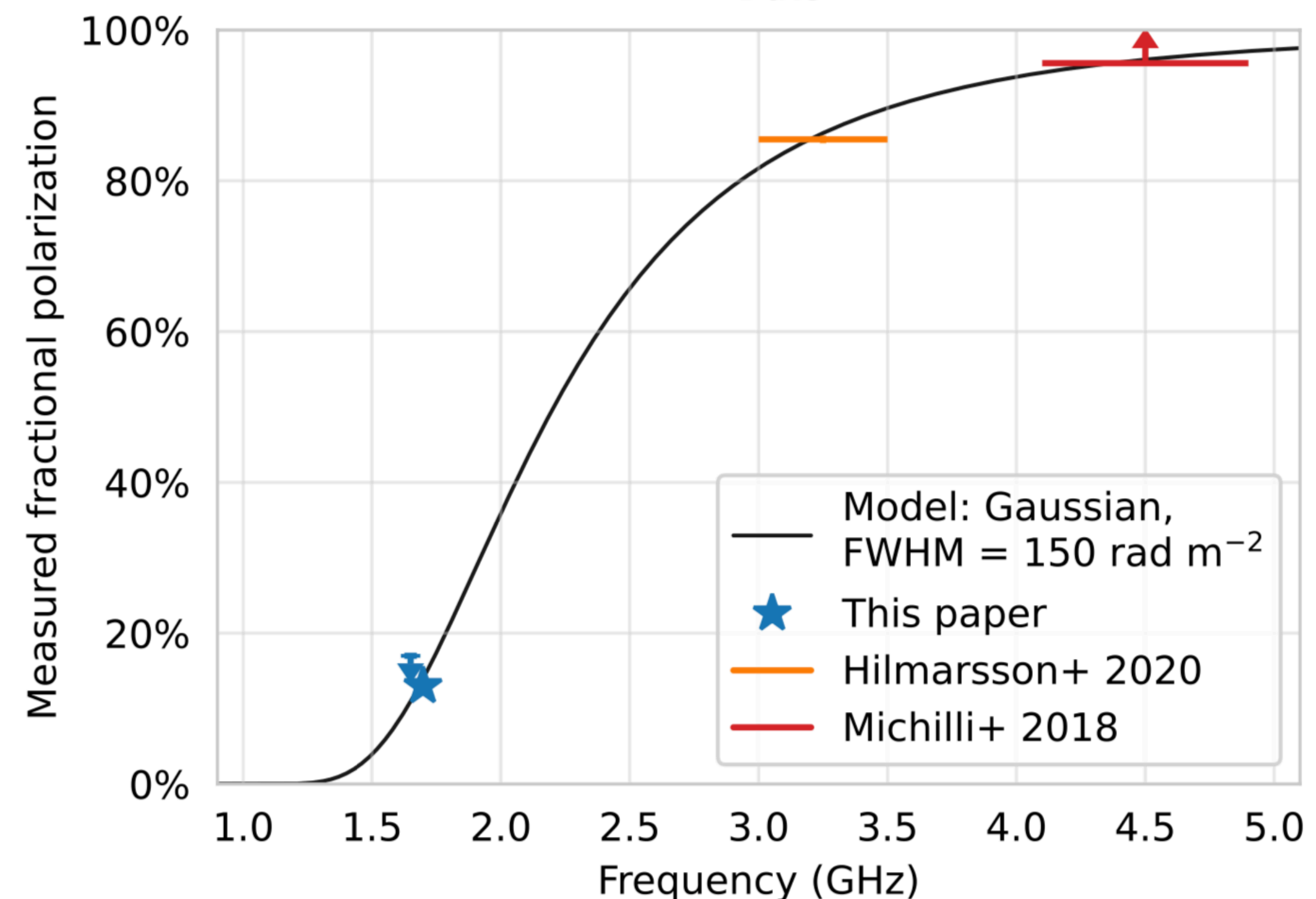
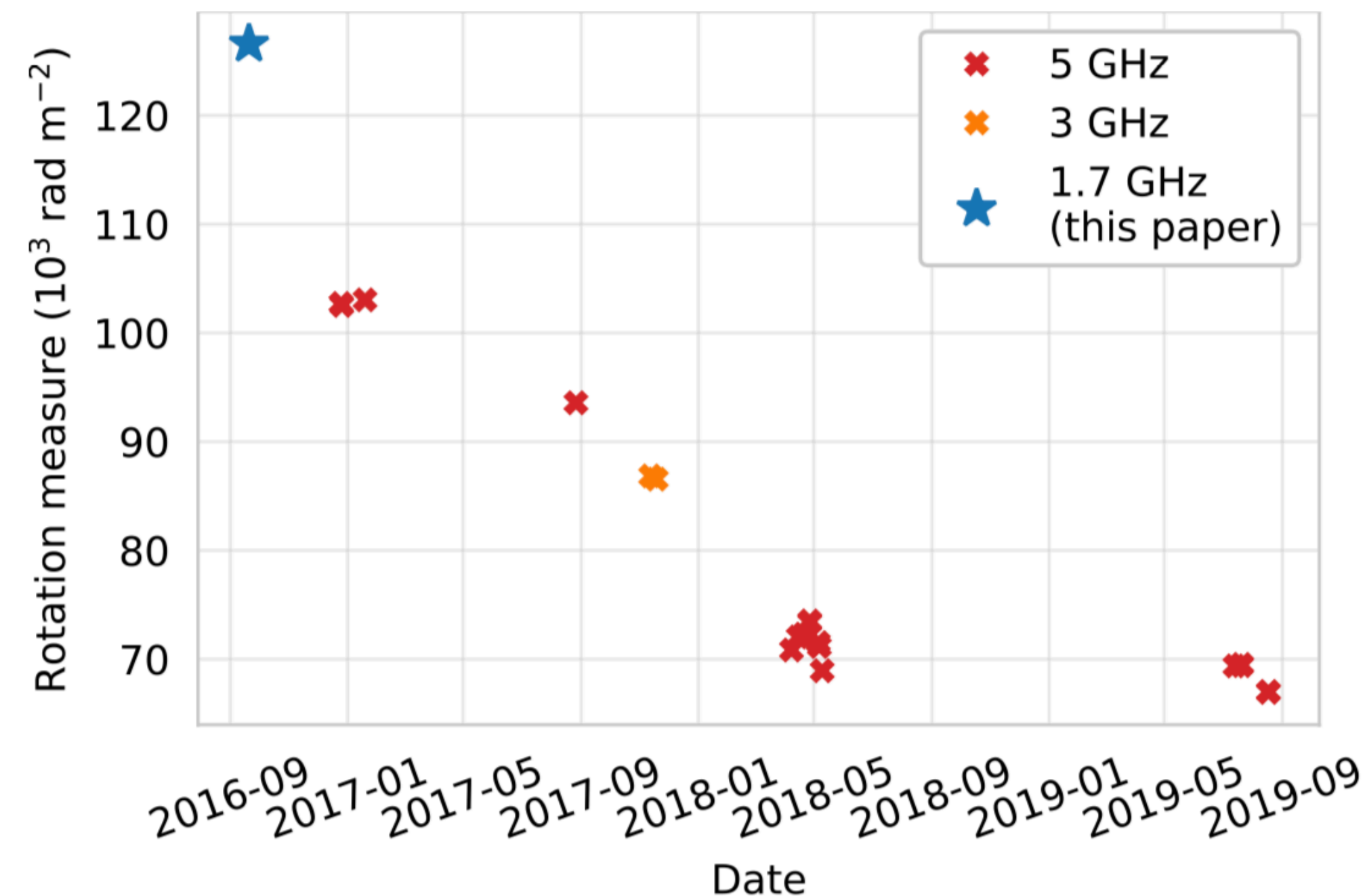
# Поляризация на разных частотах

- 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,  $\Delta RM$
- Достаточно  $\Delta RM = 150 \text{ rad/m}^2$ , т.е. 0.1% от общего RM
- Рассеяние на неоднородностях в экране?



# Свежие результаты FAST + GBT

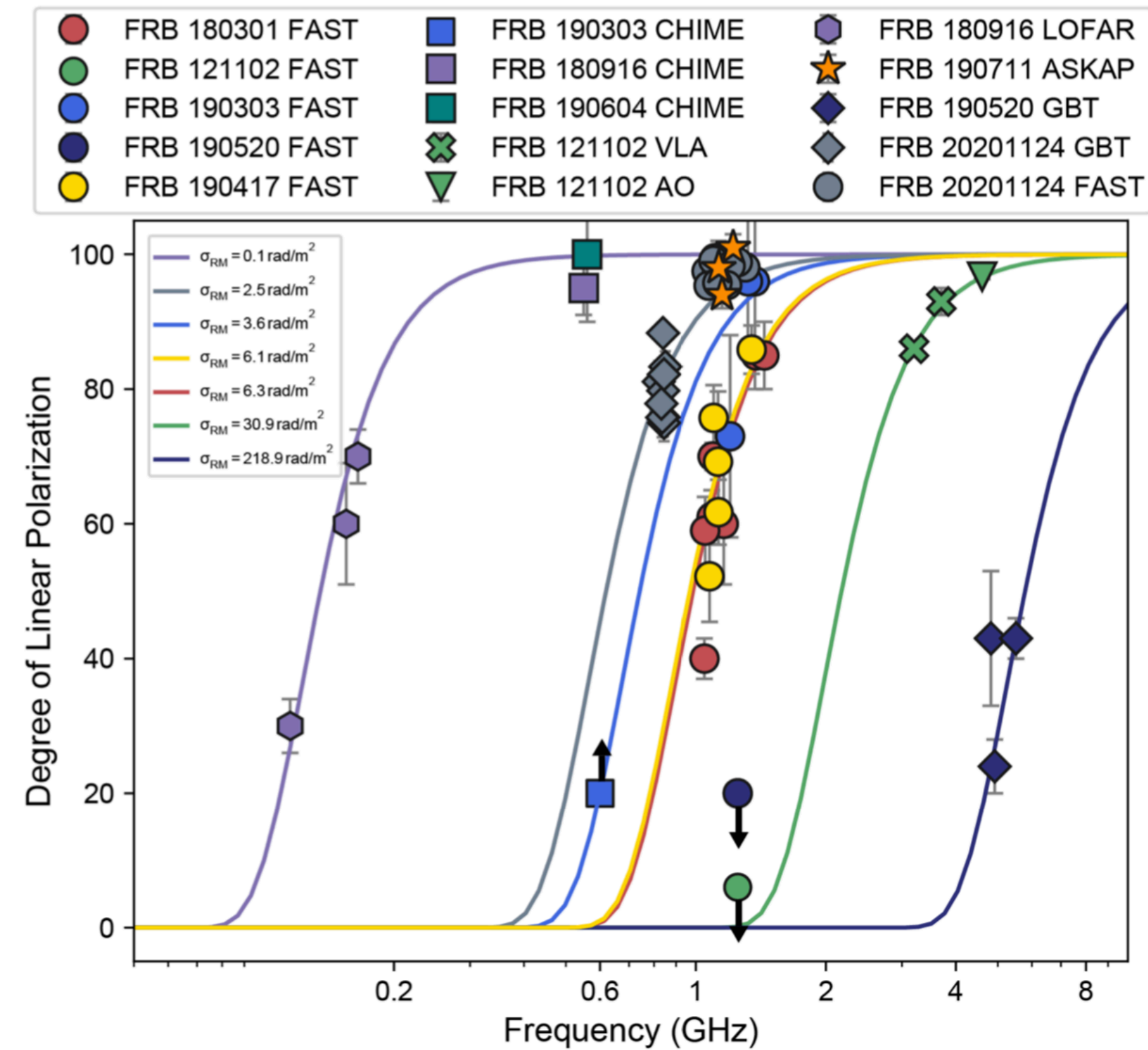
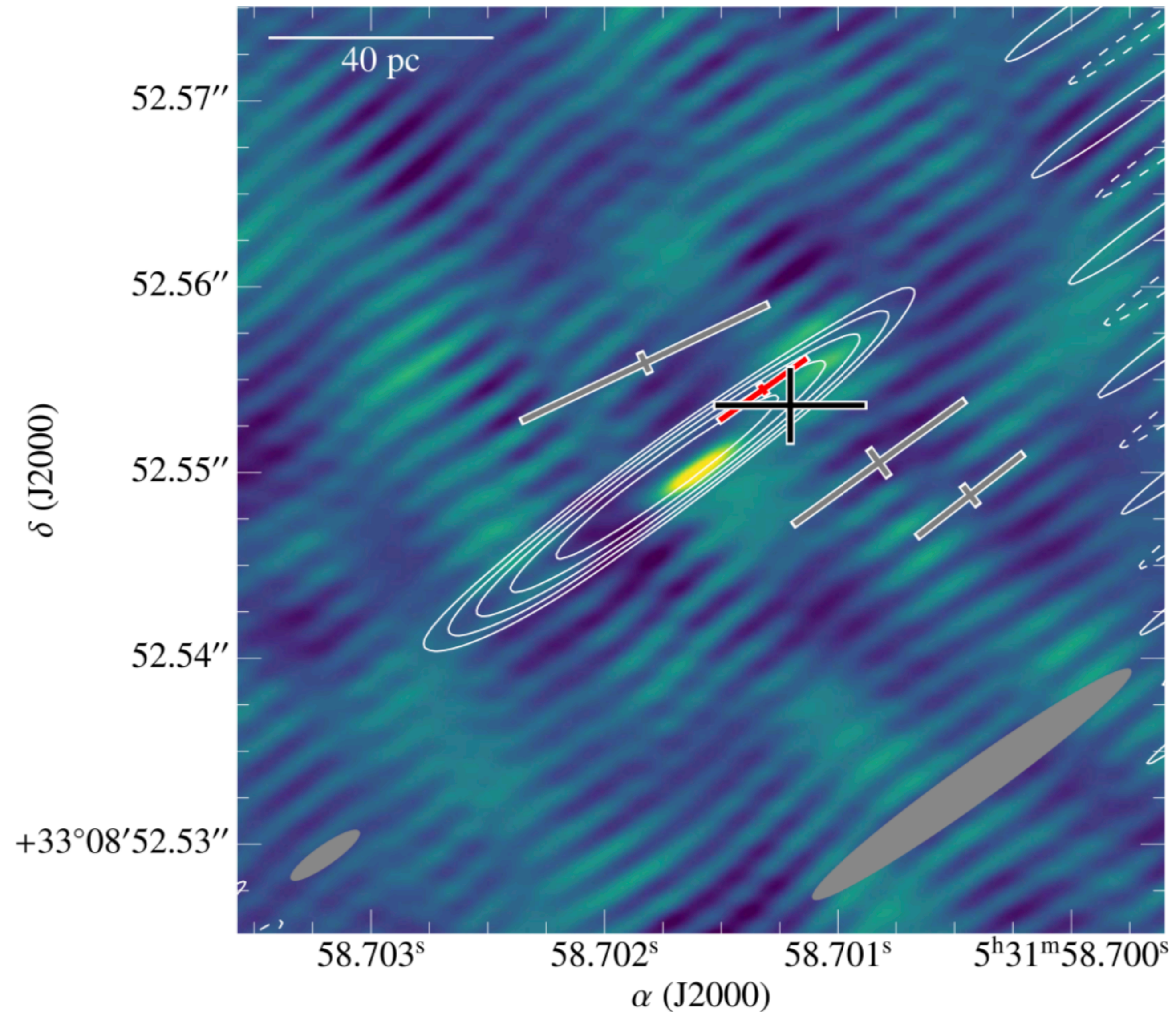


Figure 2: Degree of linear polarization consistent with RM scattering: Different points with error bars represent the degree of linear polarization versus frequency for each FRB. Different lines represent the predicted degree of linear polarization for 100% polarization depolarized by various  $\sigma_{RM}$  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.

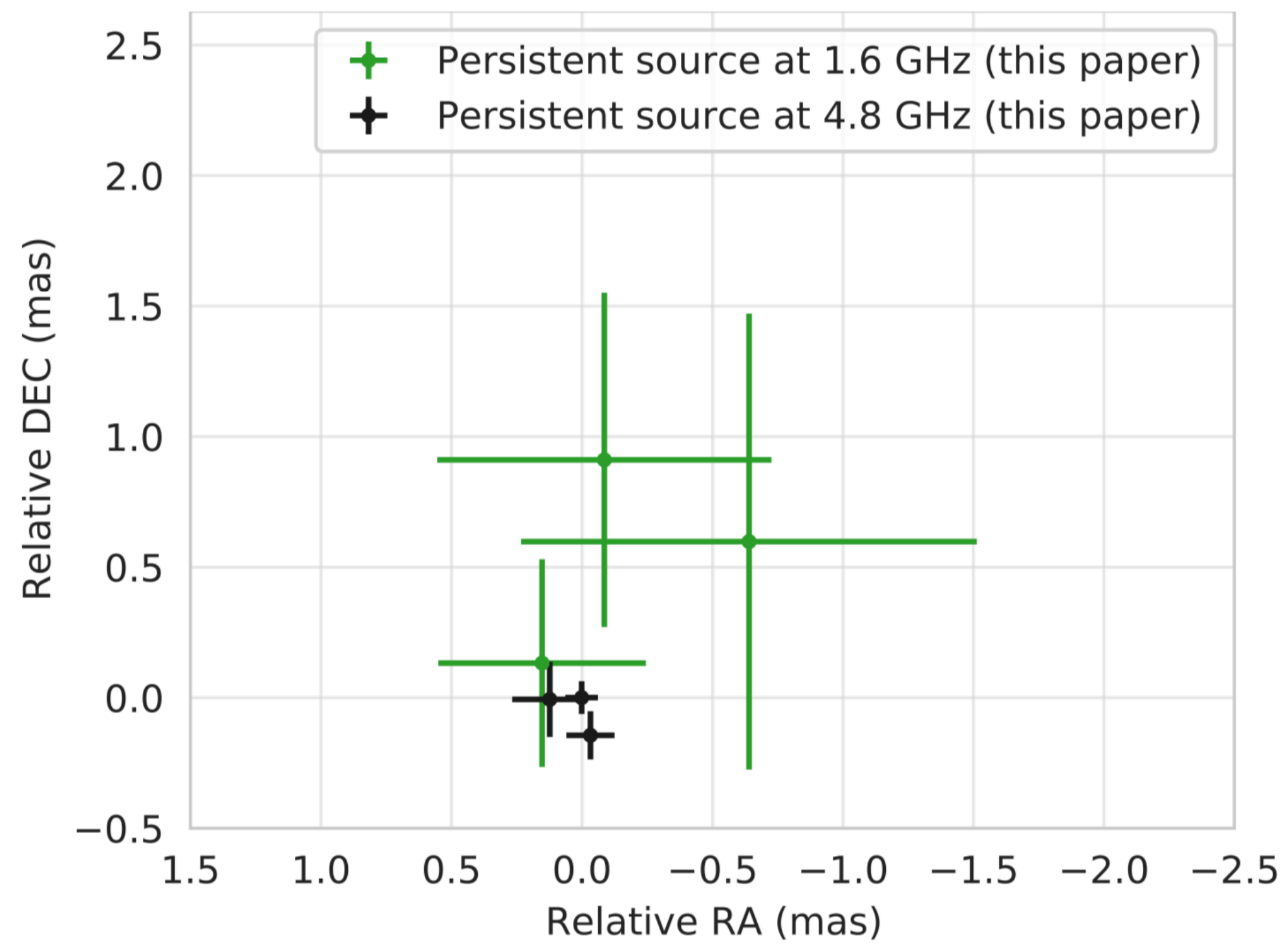
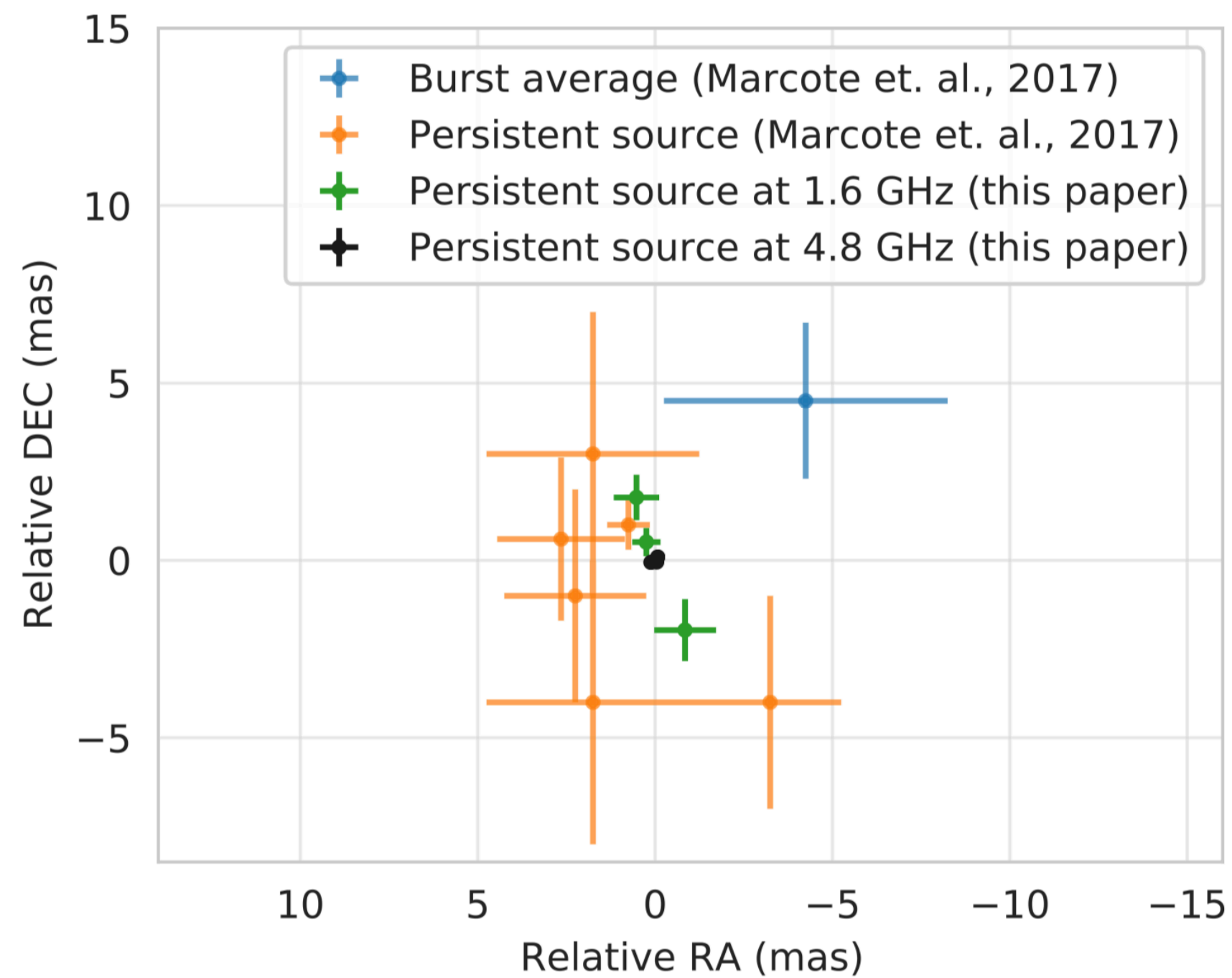
**История вторая:  
стабильное излучение**

# Постоянный радиисточник



# Постоянный радиисточник

## Локализация

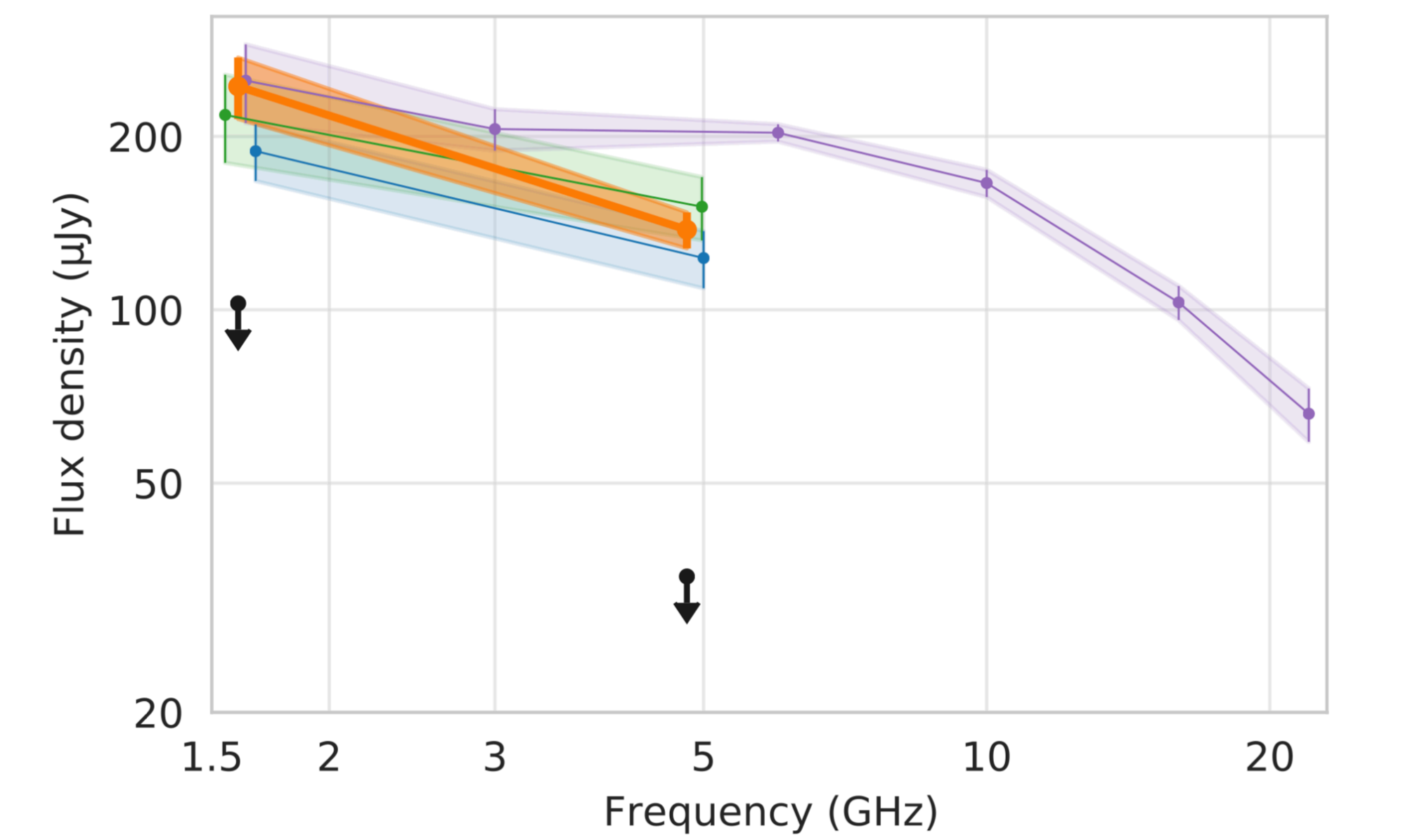
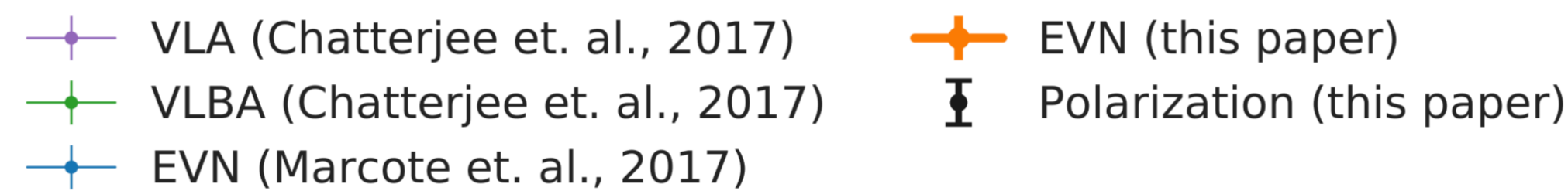
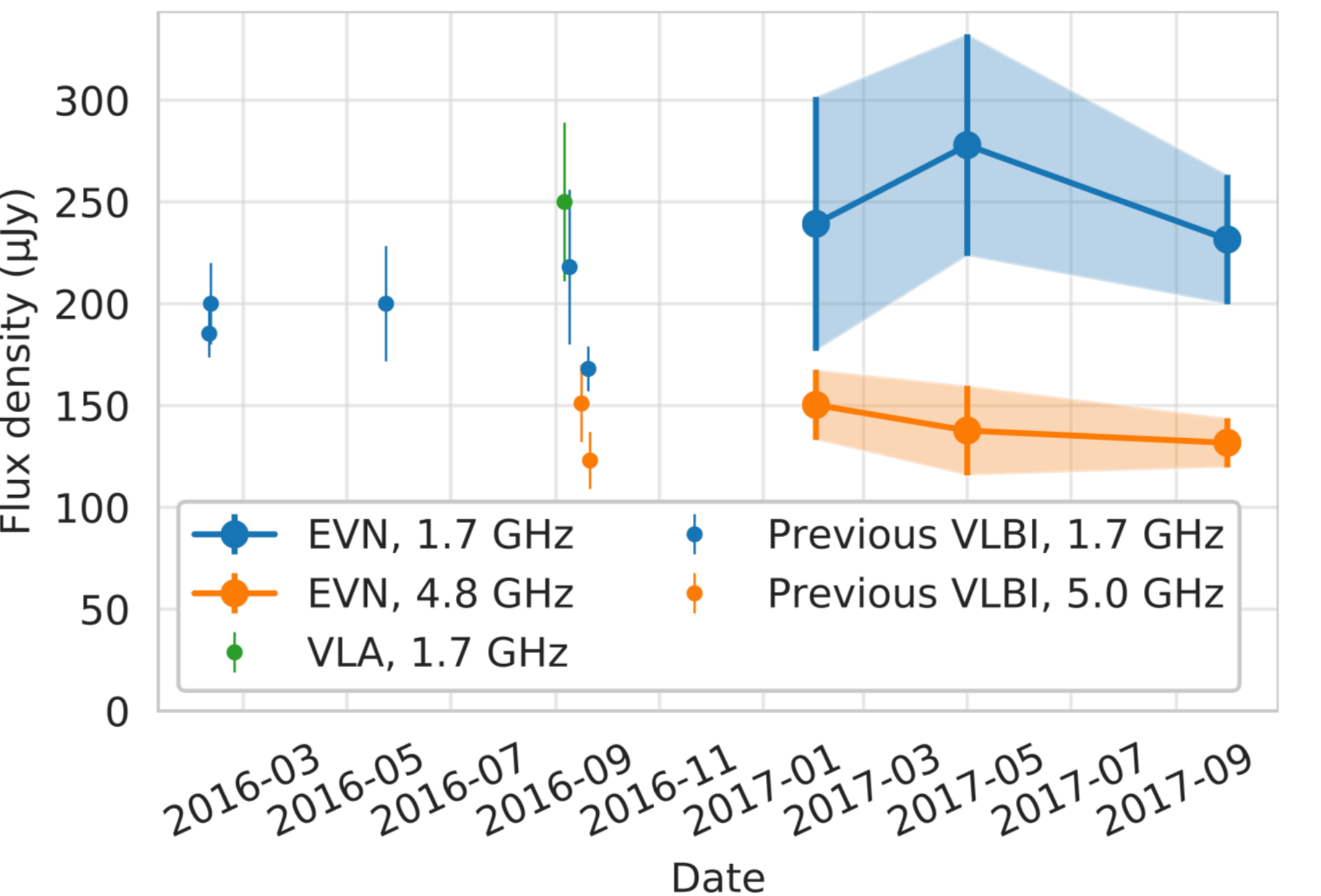


- Согласуется со вспышками на масштабах mas и пк
- Положение не меняется со временем ( $< 0.3c$ ), не зависит от частоты ( $< 0.4$  mas)
- Размер  $< 1$  пк, доминируется рассеянием
- Сильно ограничивает модели туманностей



# 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,<sup>1\*</sup> Z. Paragi,<sup>2</sup> B. Marcote,<sup>2</sup> A. Keimpema,<sup>2</sup> J. W. T. Hessels,<sup>3,4</sup> K. Nimmo,<sup>3,4</sup>  
H. K. Vedantham,<sup>3</sup> L. G. Spitler,<sup>5</sup>

**Plavin et al., MNRAS, 2022**  
**arXiv:2202.10519**