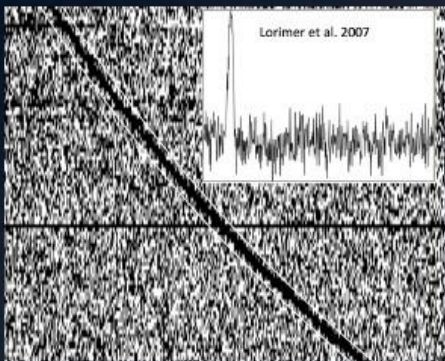
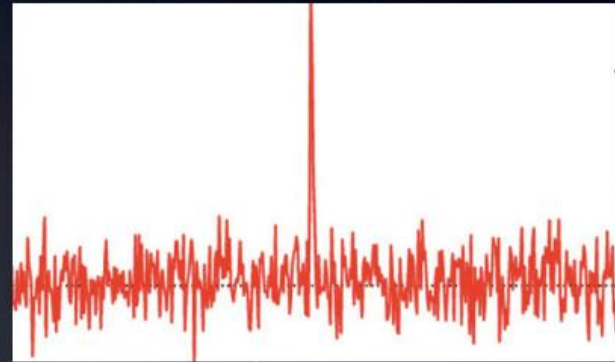


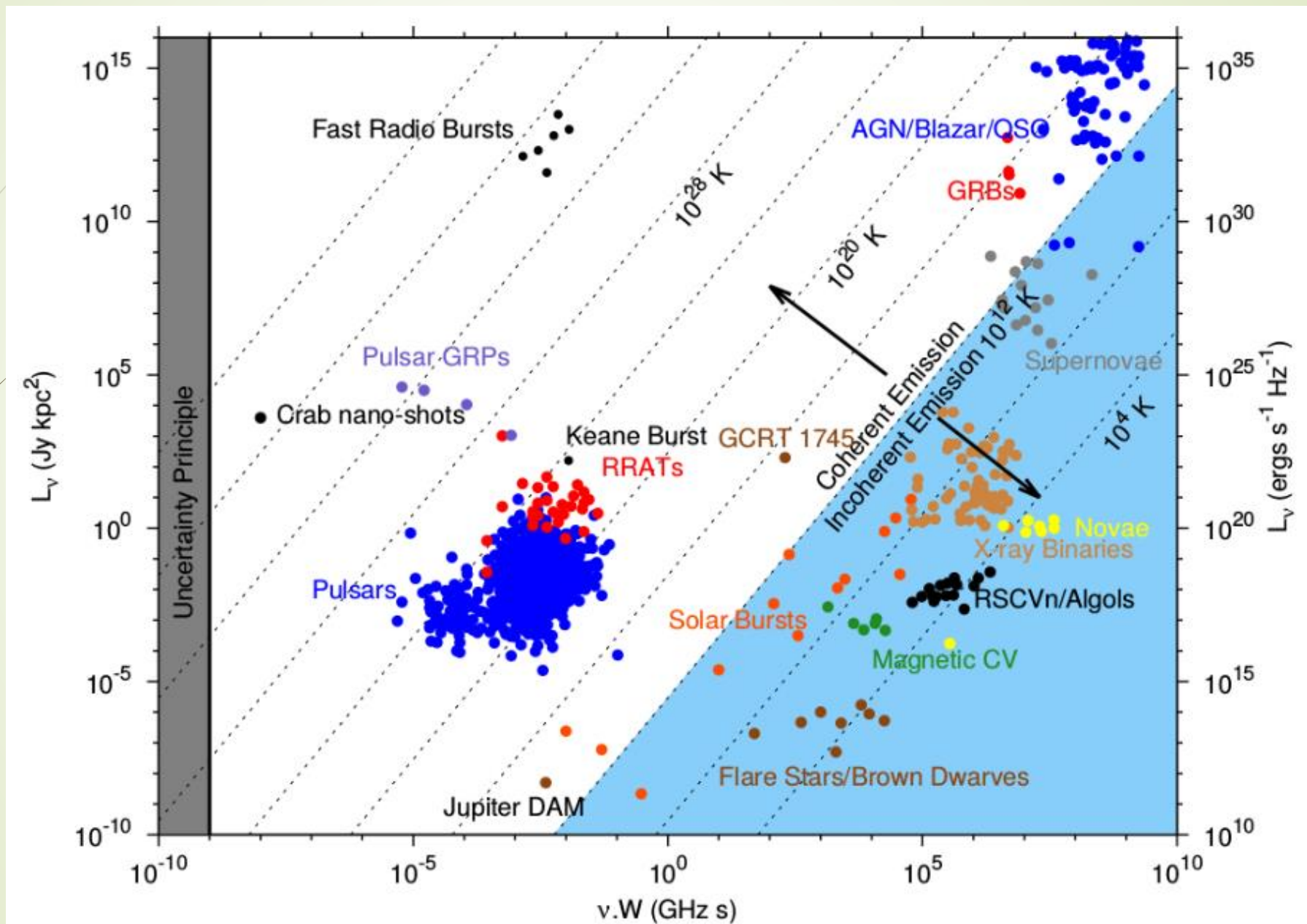
Быстрые радиовсплески



Сергей Попов

Радиотранзиенты

1507.00729, 1411.1067



Каталог быстрых радиовсплесков

Catalogue Version 1.0

Event	Telescope	gl [deg]	gb [deg]	FWHM [deg]	DM [cm^{-3} pc]	S/N	W_{obs} [ms]	$S_{\text{peak,obs}}$ [Jy]	F_{obs} [Jy ms]
FRB010125	parkes	356.641	-20.020	0.25	790(3)	17	9.40 ^{+0.20} _{-0.20}	0.30	2.82
FRB010621	parkes	25.433	-4.003	0.25	745(10)		7.00	0.41	2.87
FRB010724	parkes	300.653	-41.805	0.25	375	23	5.00	>30.00 ^{+10.00} _{-10.00}	>150.00
FRB090625	parkes	226.443	-60.030	0.25	899.55(1)	30	1.92 ^{+0.83} _{-0.77}	1.14 ^{+0.42} _{-0.21}	2.19 ^{+2.10} _{-1.12}
FRB110220	parkes	50.828	-54.766	0.25	944.38(5)	49	5.60 ^{+0.10} _{-0.10}	1.30 ^{+0.00} _{-0.00}	7.28 ^{+0.13} _{-0.13}
FRB110523	GBT	56.119	-37.819	0.26	623.30(6)	42	1.73 ^{+0.17} _{-0.17}	0.60	1.04
FRB110626	parkes	355.861	-41.752	0.25	723.0(3)	11	1.40	0.40	0.56
FRB110703	parkes	80.997	-59.019	0.25	1103.6(7)	16	4.30	0.50	2.15
FRB120127	parkes	49.287	-66.203	0.25	553.3(3)	11	1.10	0.50	0.55
FRB121002	parkes	308.219	-26.264	0.25	1629.18(2)	16	5.44 ^{+3.50} _{-1.20}	0.43 ^{+0.33} _{-0.06}	2.34 ^{+4.46} _{-0.77}
FRB121102	arecibo	174.950	-0.225	0.05	557(2)	14	3.00 ^{+0.50} _{-0.50}	0.40 ^{+0.40} _{-0.10}	1.20 ^{+1.60} _{-0.45}
FRB130626	parkes	7.450	27.420	0.25	952.4(1)	21	1.98 ^{+1.20} _{-0.44}	0.74 ^{+0.49} _{-0.11}	1.47 ^{+2.45} _{-0.50}
FRB130628	parkes	225.955	30.655	0.25	469.88(1)	29	0.64 ^{+0.13} _{-0.13}	1.91 ^{+0.29} _{-0.23}	1.22 ^{+0.47} _{-0.37}
FRB130729	parkes	324.787	54.744	0.25	861(2)	14	15.61 ^{+9.98} _{-6.27}	0.22 ^{+0.17} _{-0.05}	3.43 ^{+6.55} _{-1.81}
FRB131104	parkes	260.549	-21.925	0.25	779(1)	30	2.08	1.12	2.33
FRB140514	parkes	50.841	-54.611	0.25	562.7(6)	16	2.80 ^{+3.50} _{-0.70}	0.47 ^{+0.11} _{-0.08}	1.32 ^{+2.34} _{-0.50}
FRB150418	parkes	232.665	-3.234	0.25	776.2(5)	39	0.80 ^{+0.30} _{-0.30}	2.20 ^{+0.60} _{-0.30}	1.76 ^{+1.32} _{-0.81}
FRB150807	parkes	336.709	-54.400	0.25	266.5(1)		0.35 ^{+0.05} _{-0.05}	128.00 ^{+5.00} _{-5.00}	44.80 ^{+8.40} _{-7.90}
FRB160317	UTMOST	246.050	-0.990	0.00	1165(11)	13	21.00 ^{+7.00} _{-7.00}	>3.00	>63.00
FRB160410	UTMOST	220.360	27.190	0.00	278(3)	13	4.00 ^{+1.00} _{-1.00}	>7.00	>28.00
FRB160608	UTMOST	254.110	-9.539	0.00	682(7)	12	9.00 ^{+6.00} _{-6.00}	>4.30	>38.70

1601.03547

<http://www.astronomy.swin.edu.au/pulsar/frbcat/>

Наблюдения на V-FASTR

Наблюдений на VLBA.
Только верхние пределы.

Table 1: Observing parameters for the V-FASTR data as of 24 Feb 2015.

Band	$\langle f_{\text{ctr}} \rangle^{\text{a}}$	SEFD ^b	SEFD _{eff}	$T_{\text{sys}}^{\text{c}}$	$\langle N_{\text{ant}} \rangle^{\text{a}}$	N_{hrs}
(cm)	(GHz)	(Jy)	(Jy)	(K)		(h)
90	0.318	2742	3439	184	9.2	24.2
50	0.465	2744	3126	206	9.3	10.2
20	1.550	302 ^d	311	31 ^d	9.4	1648.0
13	2.278	347	357	30	9.0	82.8
13/4 ^e	5.537	399	400	37	9.0	491.8
6	5.949	244 ^d	245	28 ^d	9.1	1264.9
4	8.418	327	327	36	10.1 ^f	1426.8
2	15.082	543	543	67	9.6	790.0
1	22.312	640 ^g	640	68 ^g	9.6	1493.8
0.7	43.161	1181	1181	106	9.3	797.7
0.3	86.312	4236	4236	119	7.8	115.9

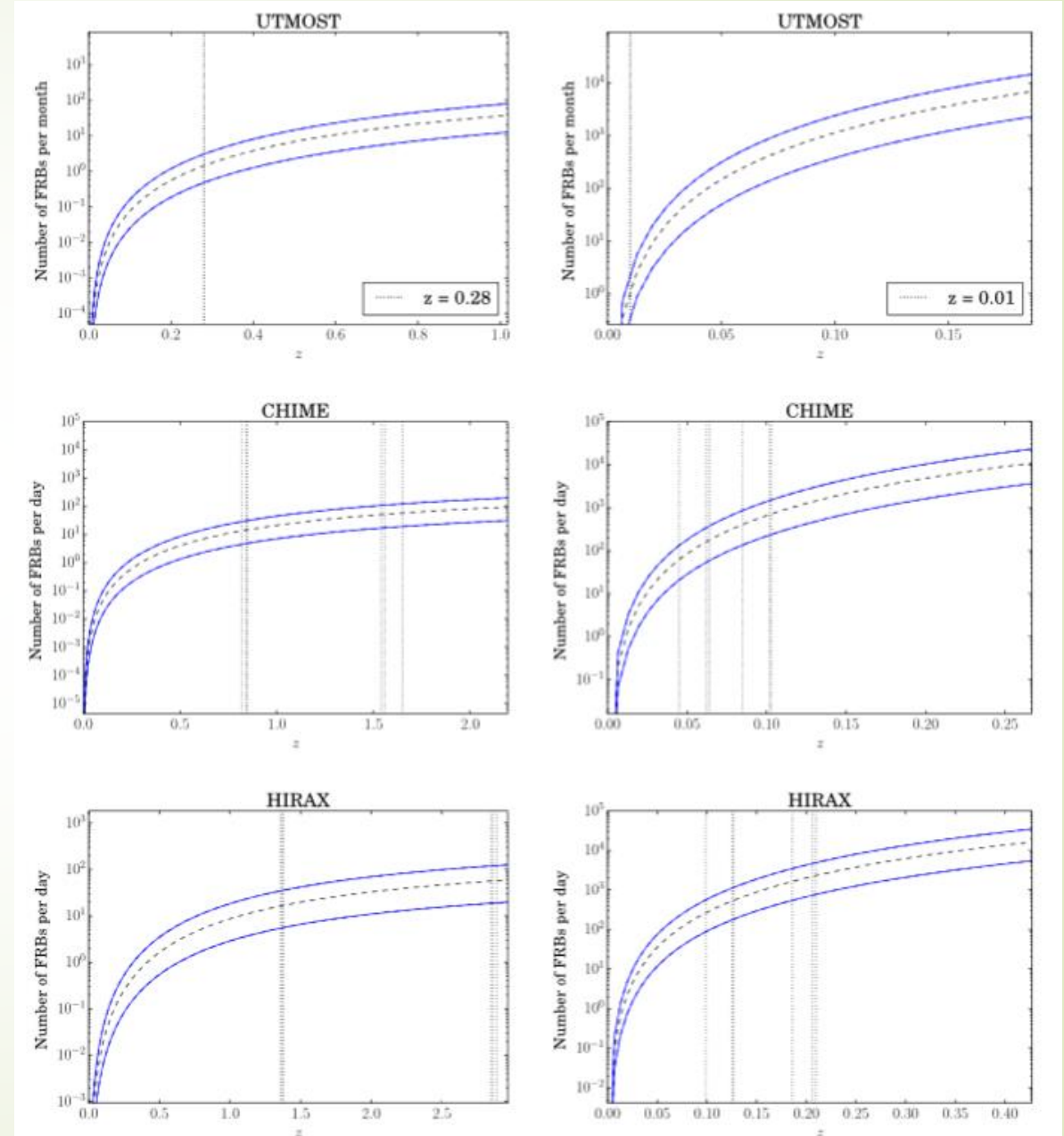
1605.07606

Наблюдения на низких частотах: предсказания

Крайне важно наблюдать на низких частотах (UTMOST, CHIME, HIRAX), т.к. нужны более сильные верхние пределы, чтобы понять, что является причиной современного дефицита всплесков в дециметровом диапазоне:

- влияние среды (поглощение, рассеяние и тп.)
- свойства начального спектра (завал)
- недостаточная чувствительность и объем наблюдений современных обзоров

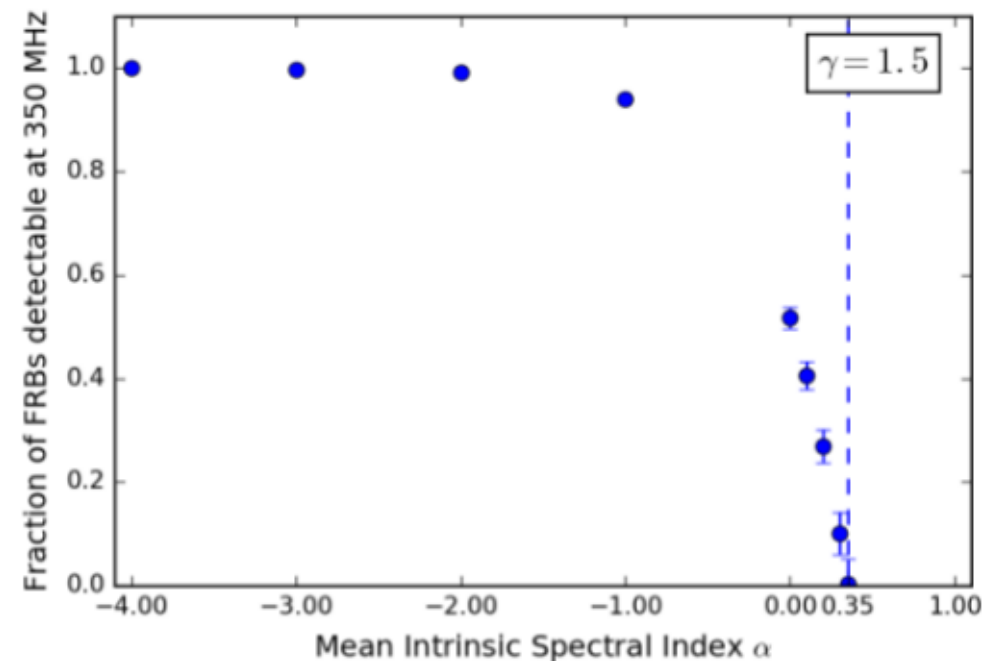
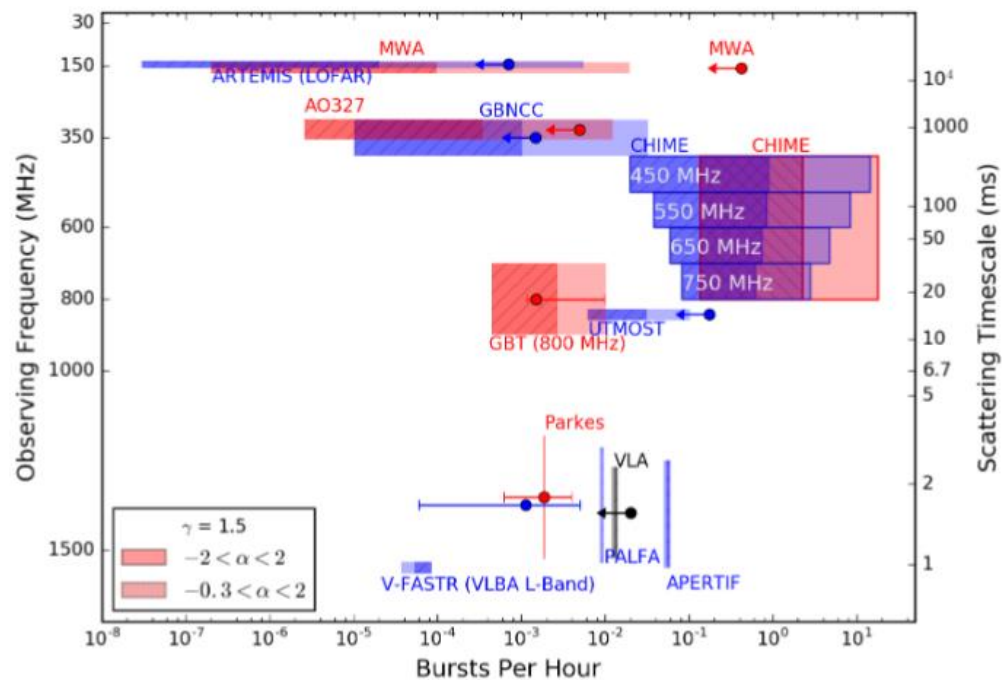
Предсказания для CHIME и HIRAX крайне оптимистичны (десятки и более всплесков в день).



Наблюдения на GBNCC

350 MHz. Всплески не обнаружены.
Верхний предел $< 3.6 \cdot 10^3$ в день
на потоке выше 0.63 Ян.

Предсказание для CHIME – 54 в день.



Получены пределы на
наклон спектра: $>(-0.3 - 0.3)$.
Или существует излом
ниже 400 MHz.

1701.07457

Повторные всплески

Впервые удалось увидеть
повторные всплески от FRB 121102.

Наблюдения на Арэсибо.

10 событий.

Темп ~ 3/час

Всплески слабые (<0.02-0.3 Ян)

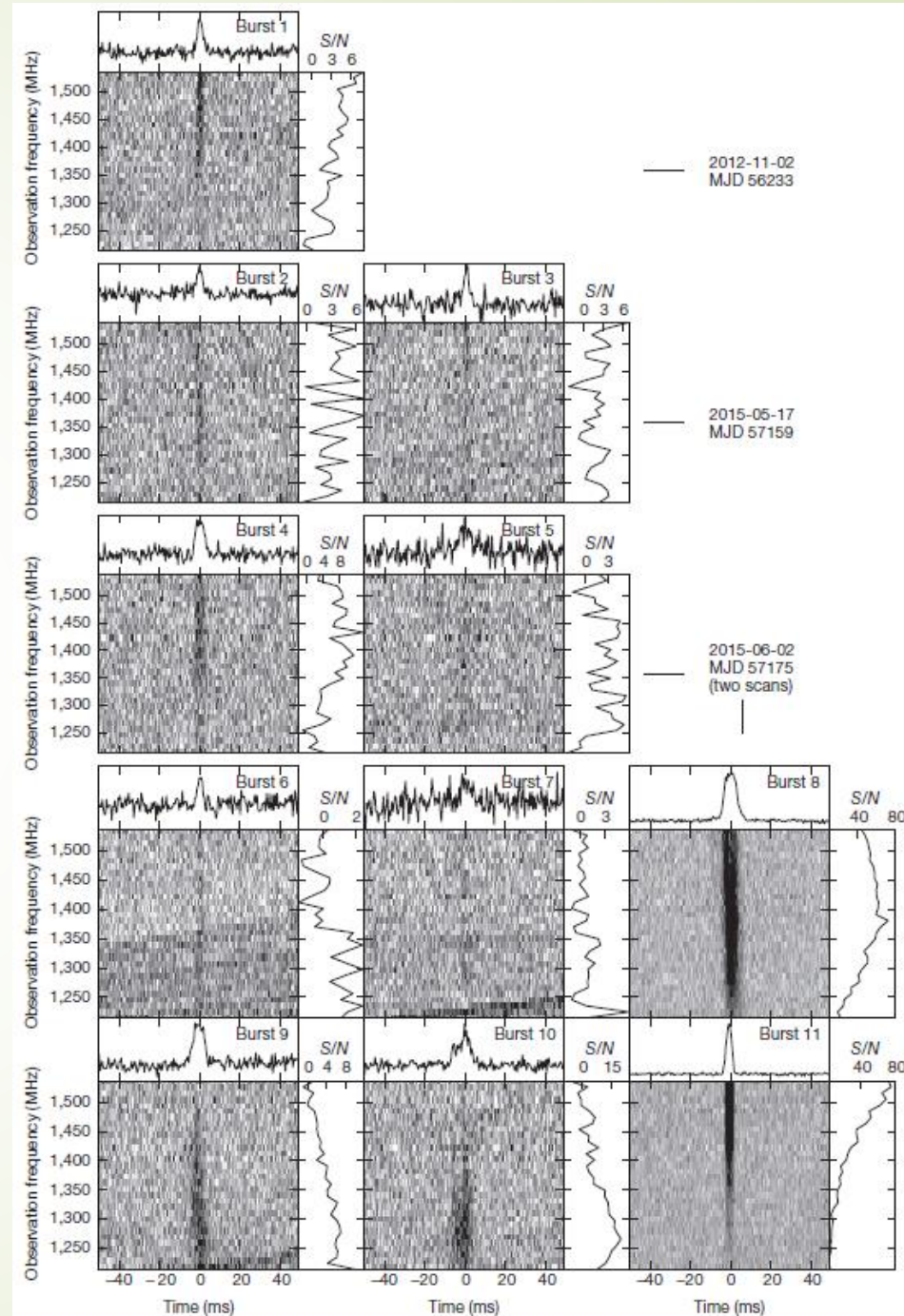
Некоторые из всплесков имеют
двойную структуру.

Переменный спектр.

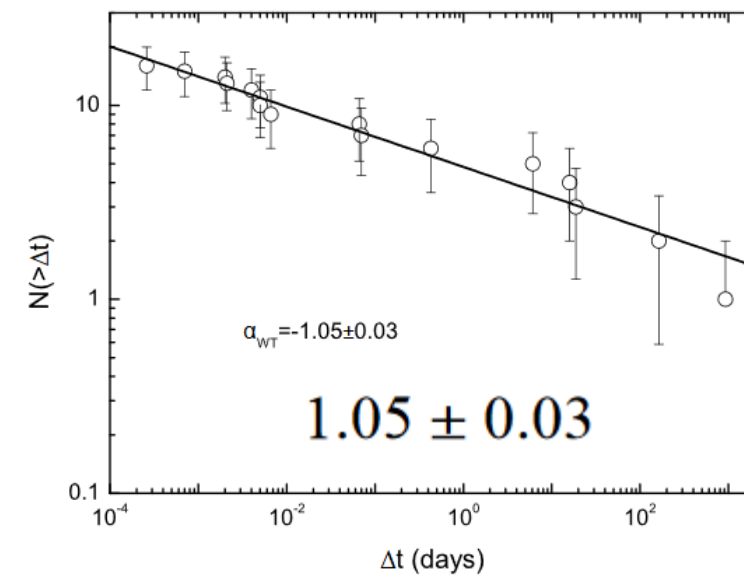
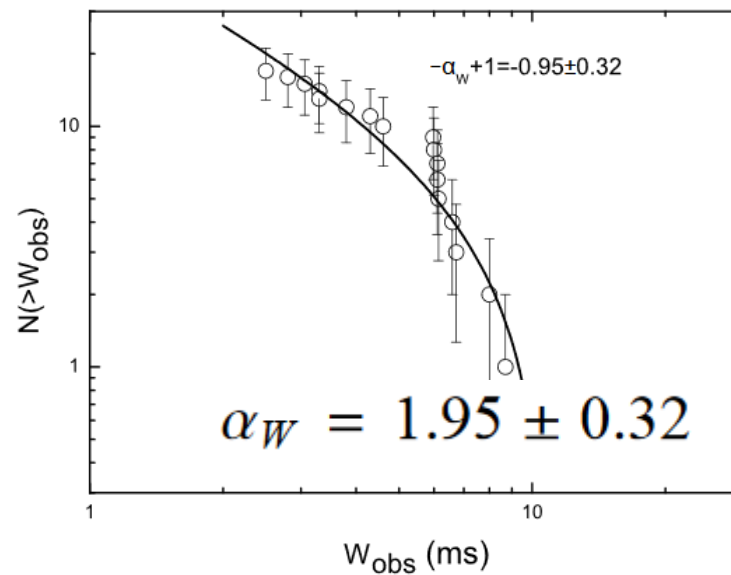
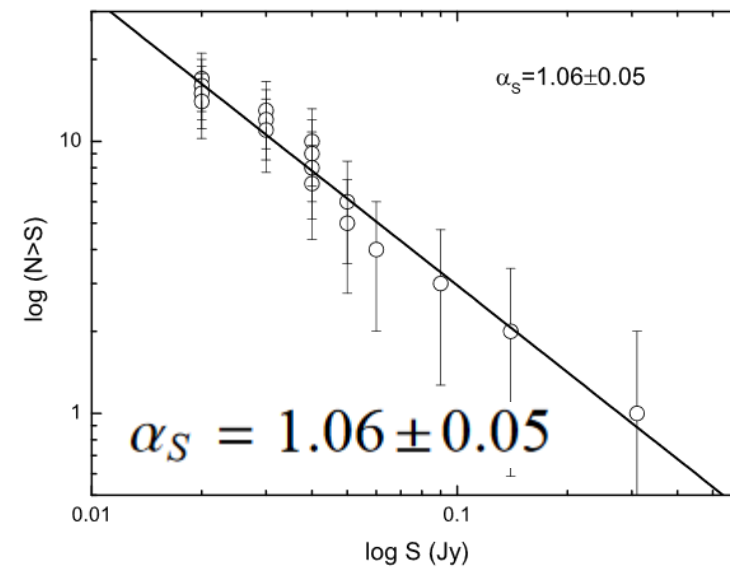
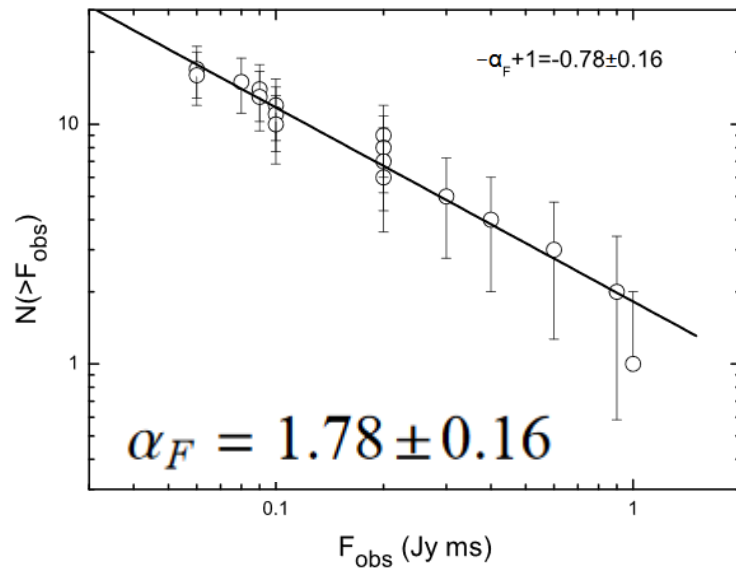
Это может быть уникальный источник,
т.е. он может не быть типичным
представителем популяции FRBs.

$$dN/dF \propto F^{-1.78 \pm 0.16}$$

(Wang & Yu 2016)

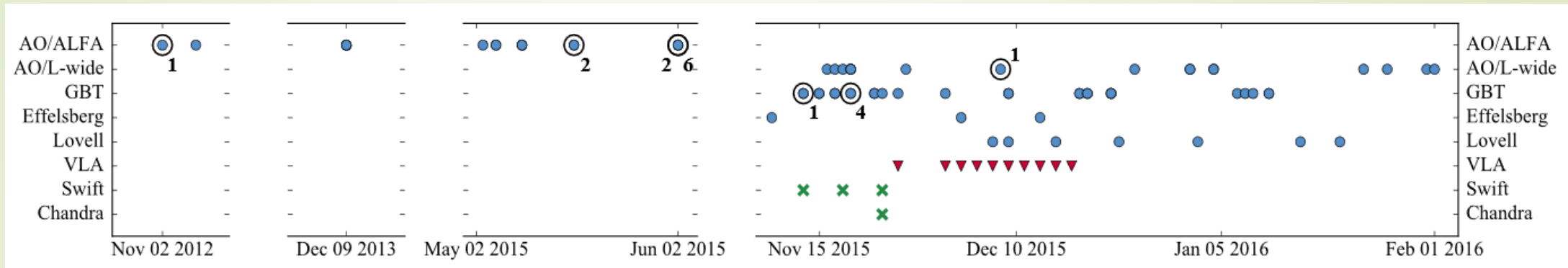


Анализ статистики повторных всплесков



1604.08676

Еще повторы (от того же источника)



Еще шесть всплесков.

1603.08880

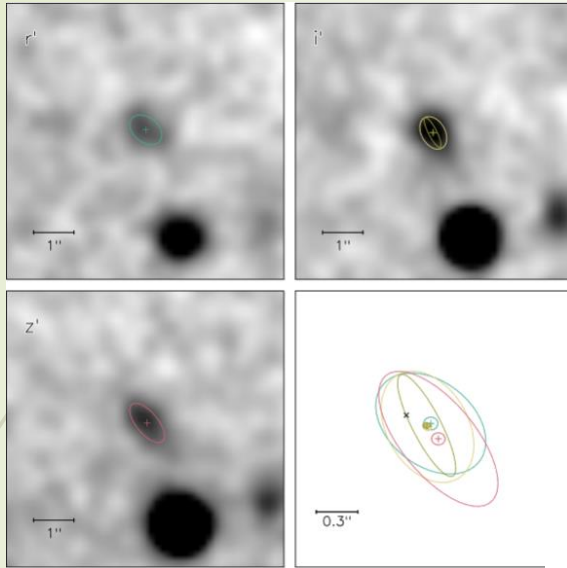
Пять на GBT (2 ГГц) и один на Арэсибо (1.4 ГГц).
~0.01-0.1 Ян.

В других диапазонах ничего достоверно не видно.

Надежной периодичности сигналов нет.

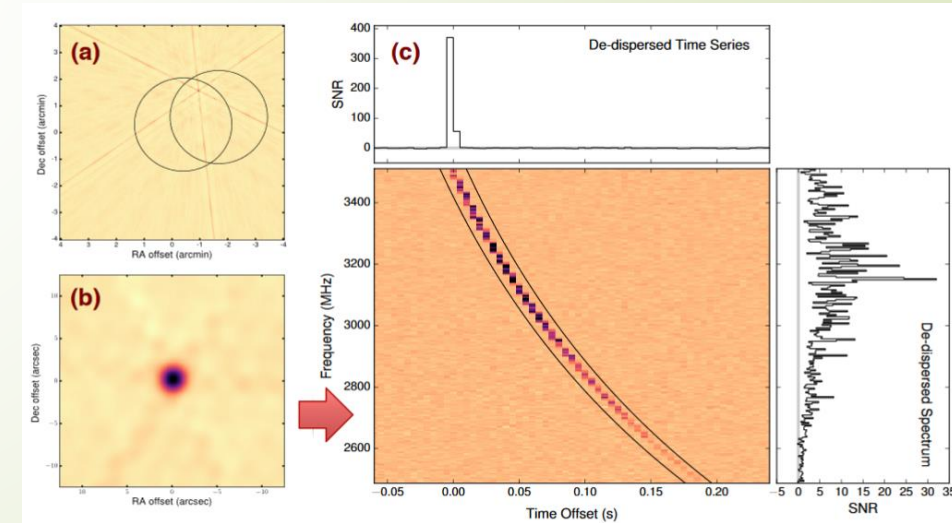
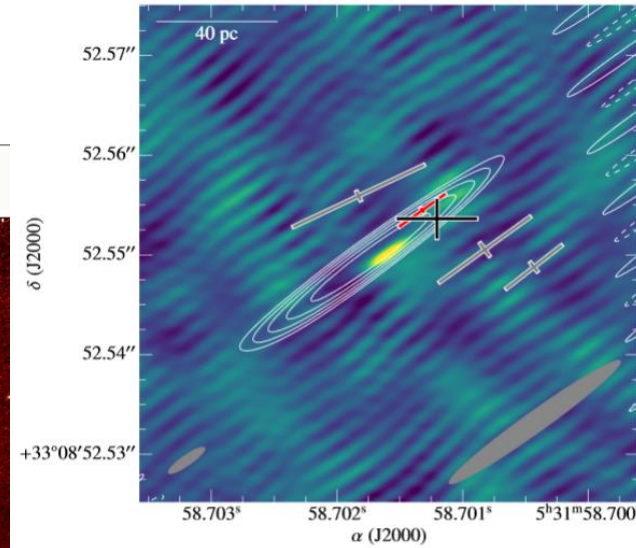
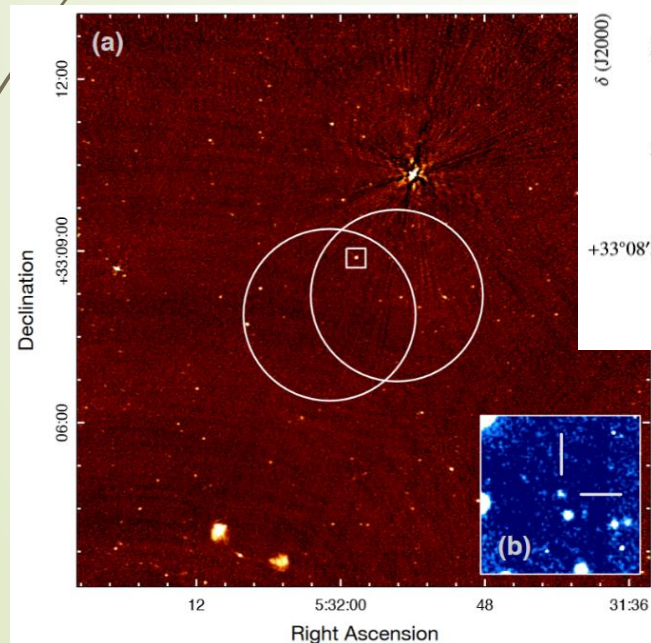
По неопубликованным данным сейчас известно ~140 повторов.

Галактика FRB



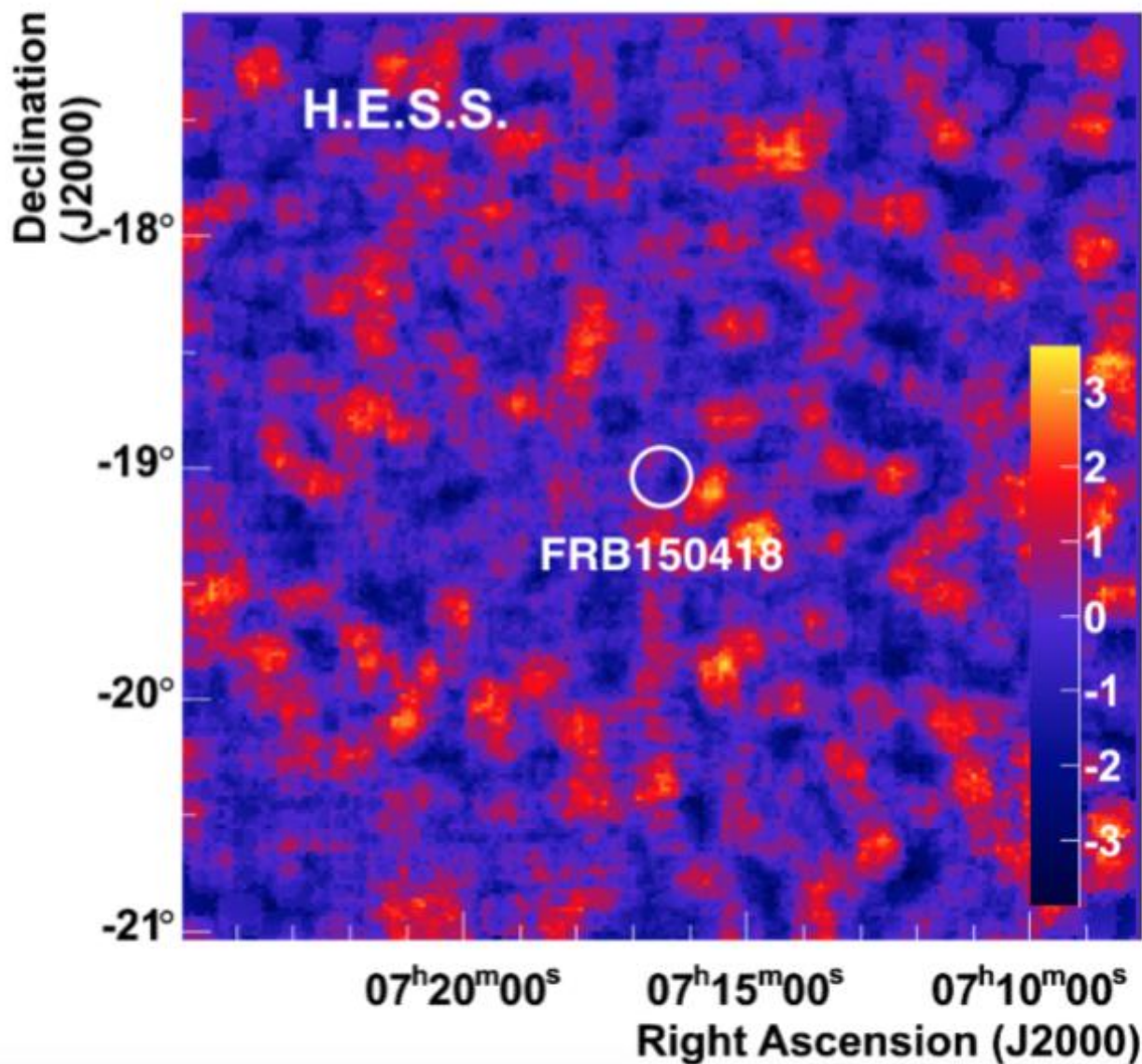
Для повторного источника FRB 121102 удалось отождествить материнскую галактику.
Это карликовая галактика с высоким темпом Звездообразования на $z \sim 0.2$ (1 Гпк).

Есть стационарный источник в радио.



1701.01098, 1701.01099, 1701.01100

Поиск ТЭВного излучения



H.E.S.S.
FRB 150418

Наблюдения
через 15-16 часов.

Около часа
чистых данных.

Ничего не видно.

1611.09209

Самый яркий всплеск: FRB 150807

120 $\pm$ 30 Ян

Обнаружение в реальном времени.

Нет вспышки или транзиента в других диапазонах.

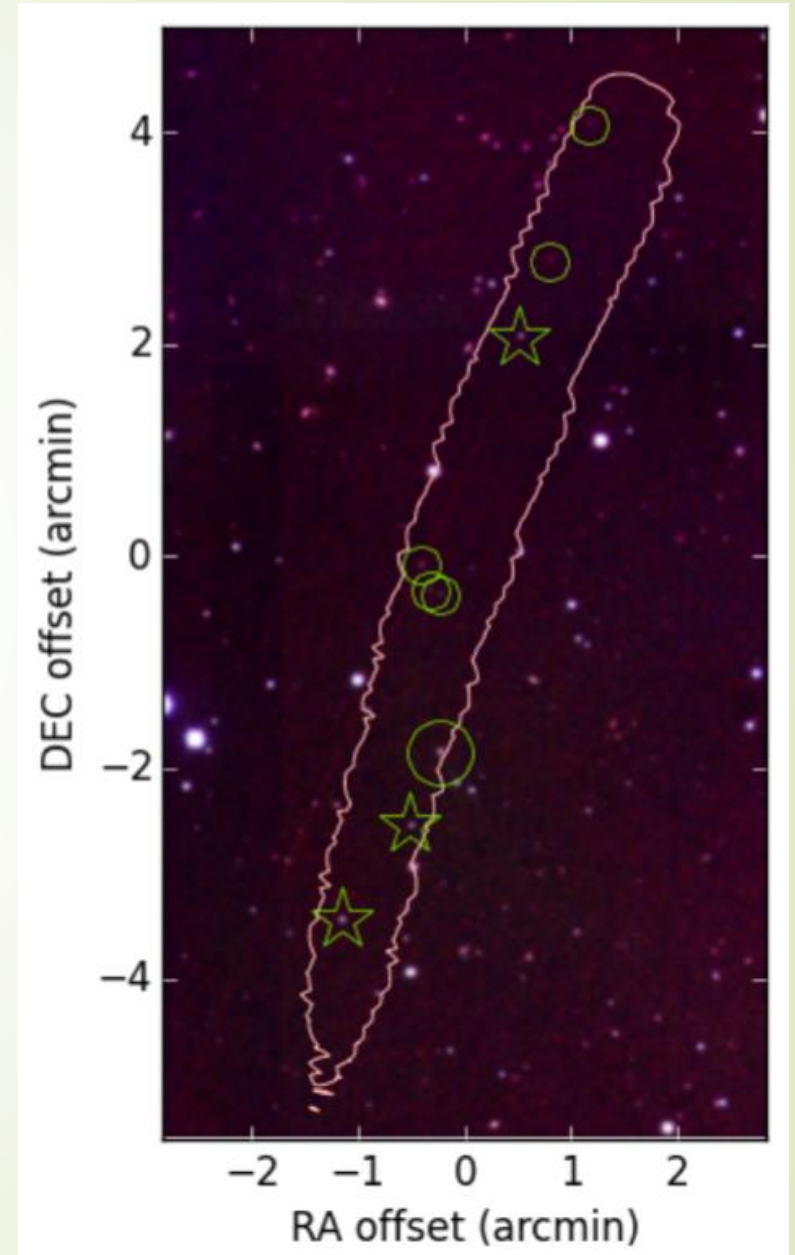
Нет повторных всплесков.

Удалось измерить меру вращения.

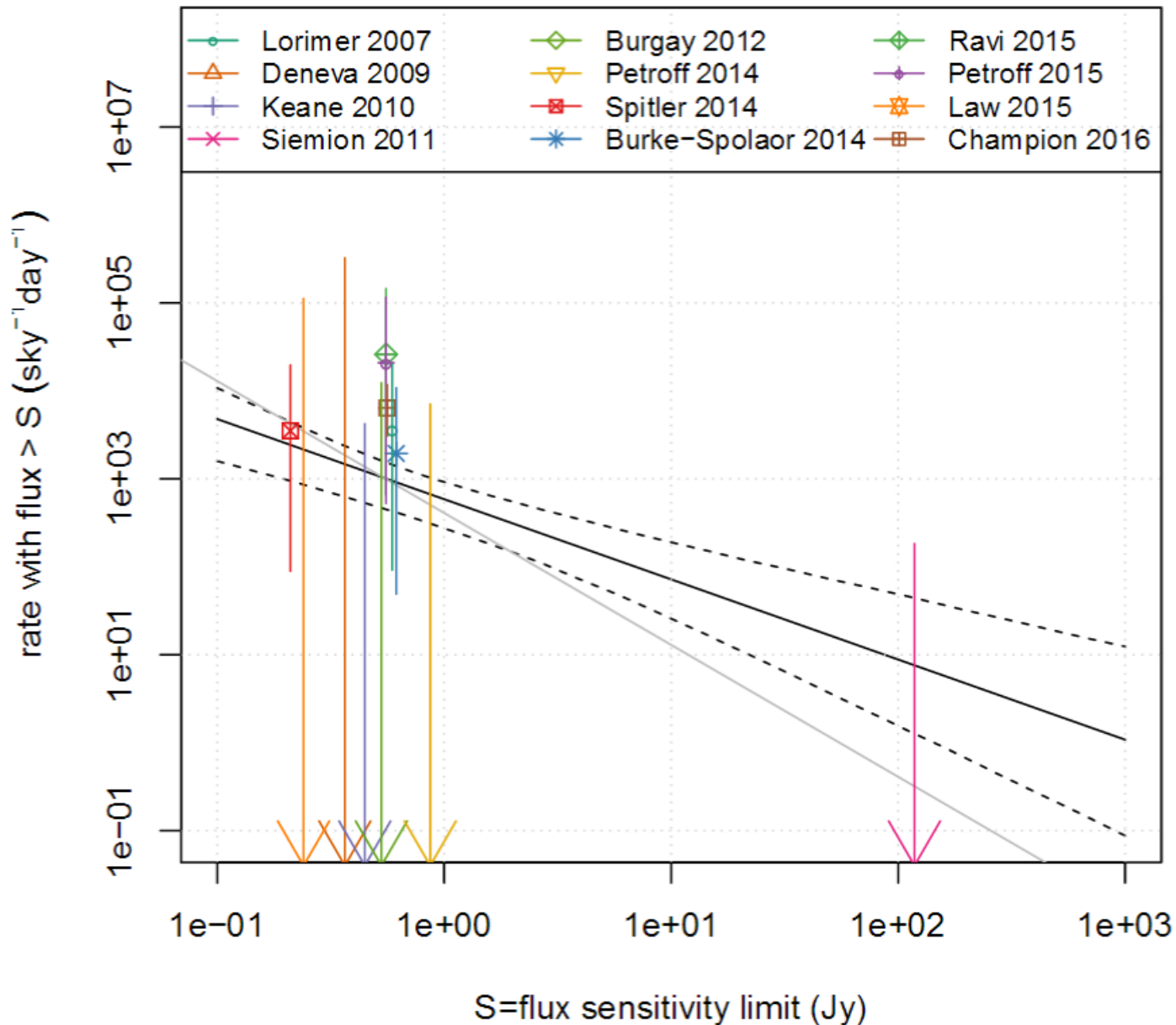
Мера дисперсии одна из самых низких ~ 267 .

Число ярких (>50 Ян) всплесков может быть ~ 150 -200 в день.

Локализация
9 угловых минут



Новые оценки темпа всплесков



587 в день с потоком
выше 1 Янского
Неоднородный
пуассоновский процесс.

Черная линия –
новый результат.
Пунктирные –
неопределенность (95%).

Серая линия построена
при предположении, что
в Log N – Log S показатель
равен 3/2.

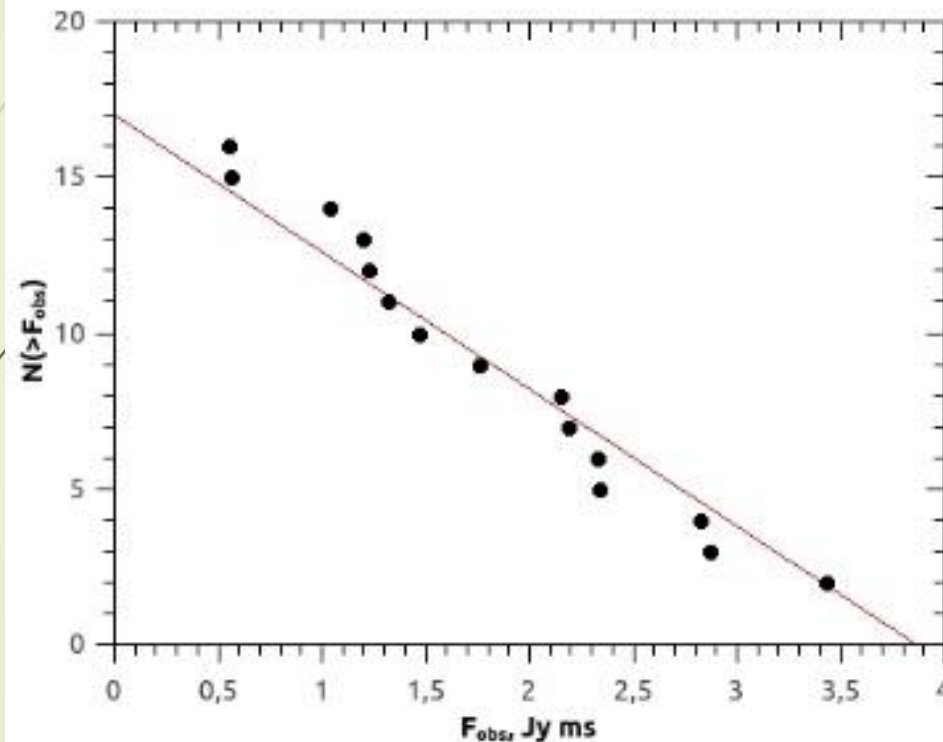
См. также 1612.00896

1611.00458

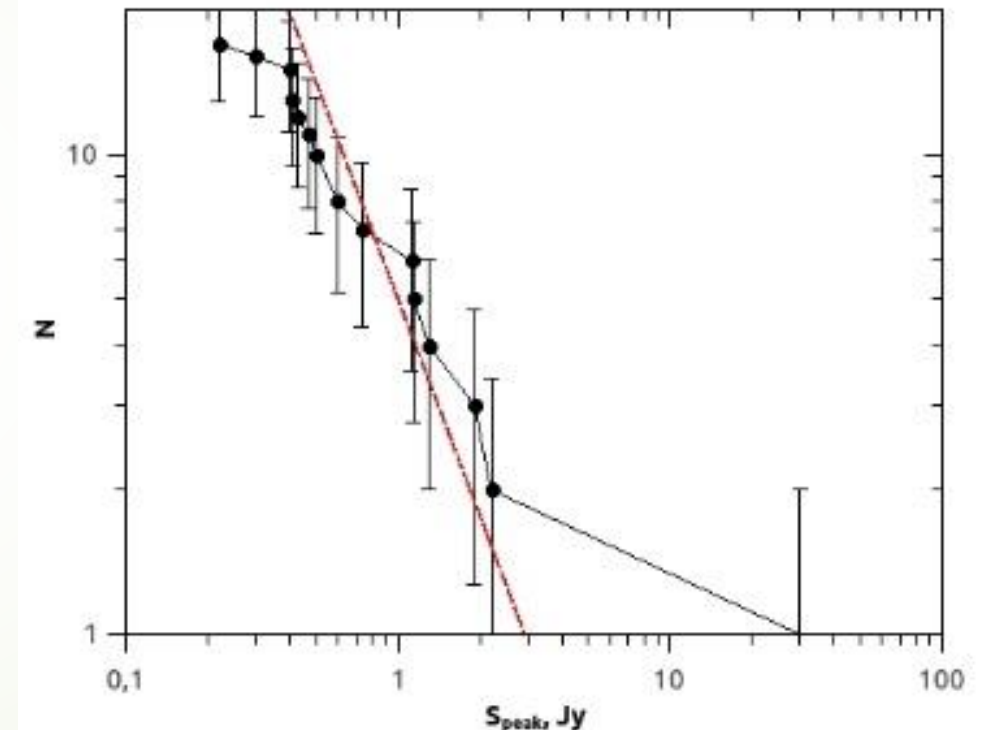
ФЛЮЭНС И ПИКОВАЯ СВЕТИМОСТЬ

Пока мало статистики для серьезного анализа распределения $\text{Log } N - \text{Log } S$ для флюэнса или полной светимости.

arXiv:1603.02891



Флюэнс (без двух самых ярких)

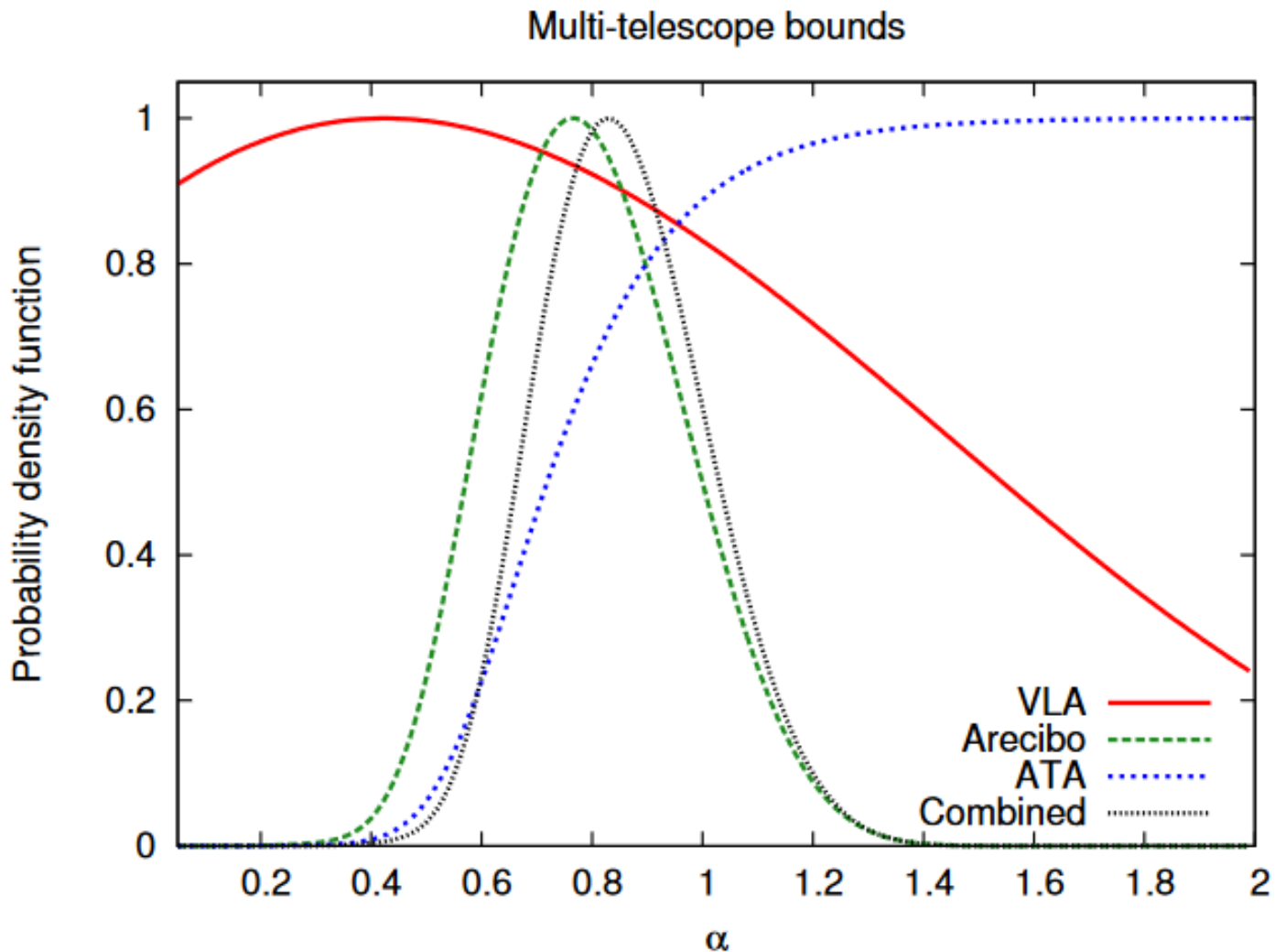


Пиковая светимость

См. также 1604.03909, где проведен детальный анализ и тест V/V_{max} .

Log N – Log F (fluence)

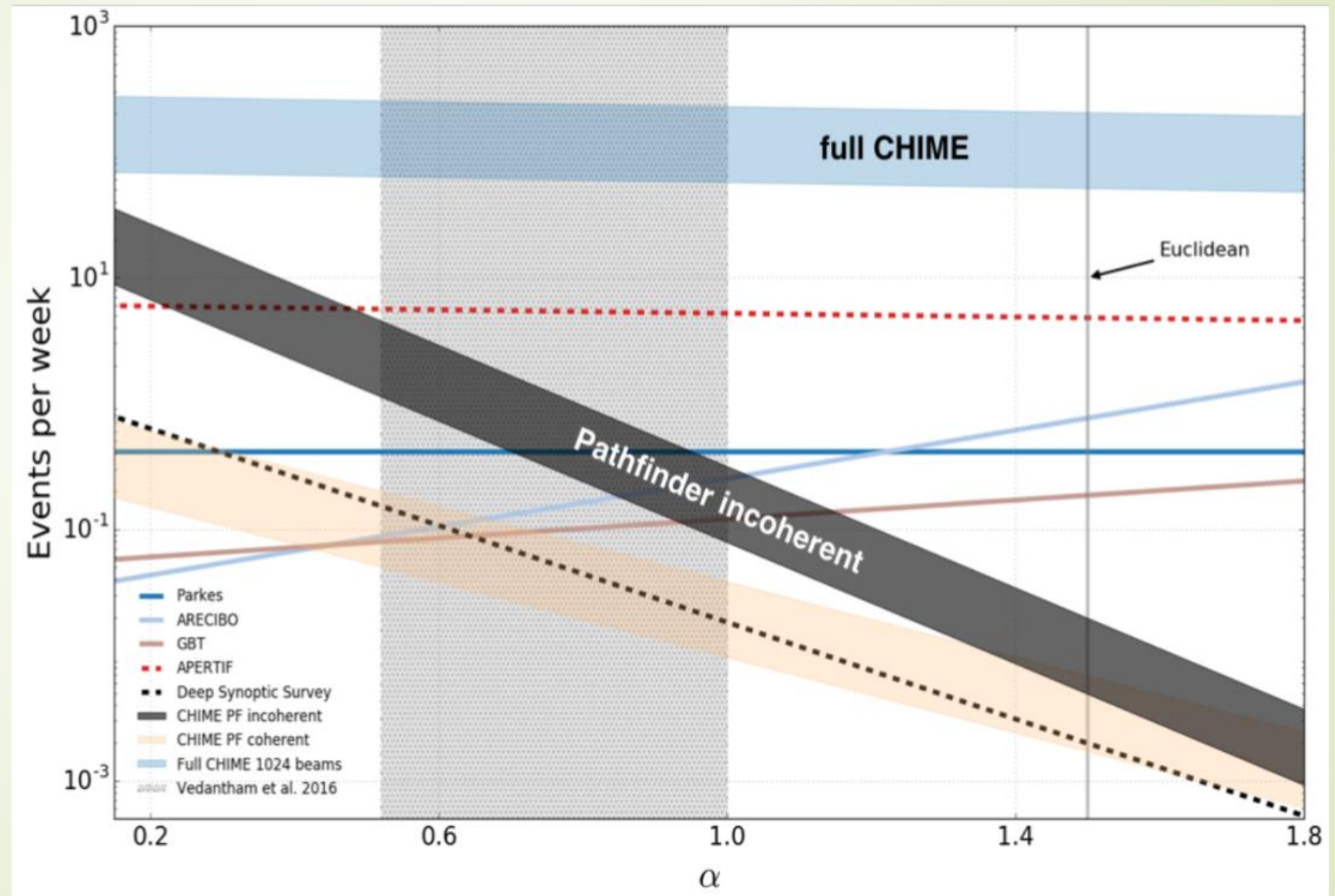
Наклон не равен $3/2$, а является более плоским (больше ярких всплесков).



Это делает перспективным поиск с помощью комплекса малых (6 м) антенн.

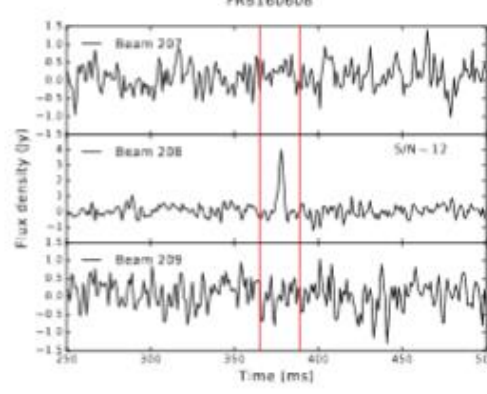
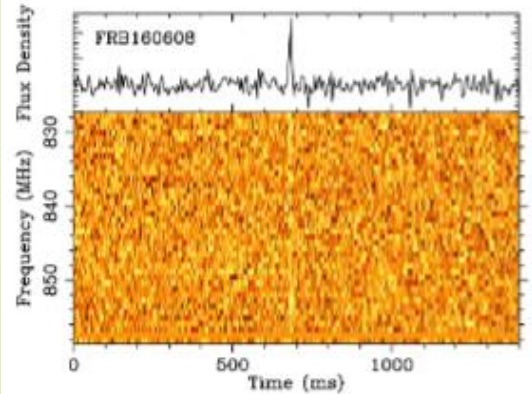
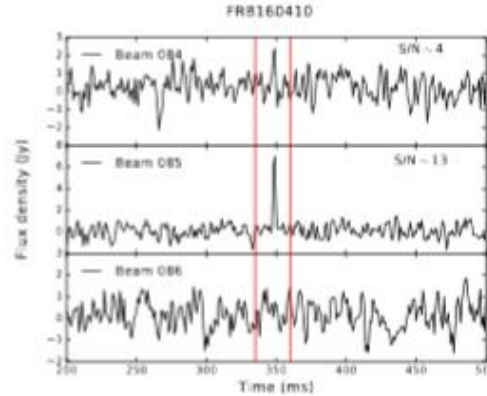
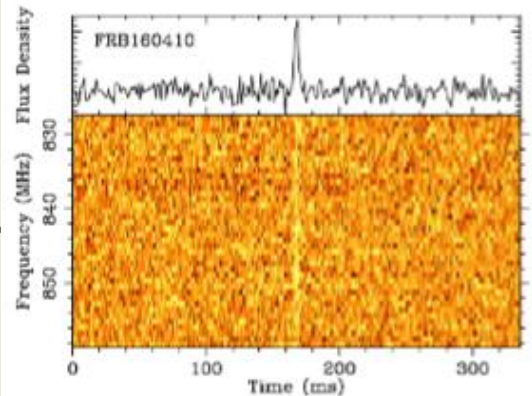
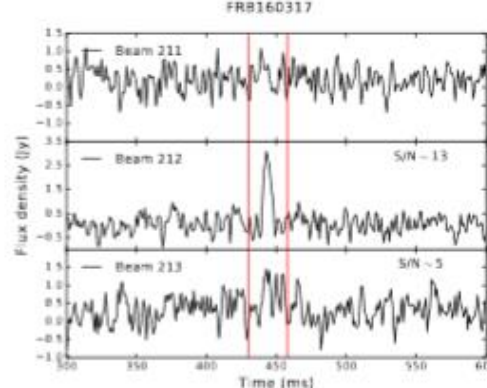
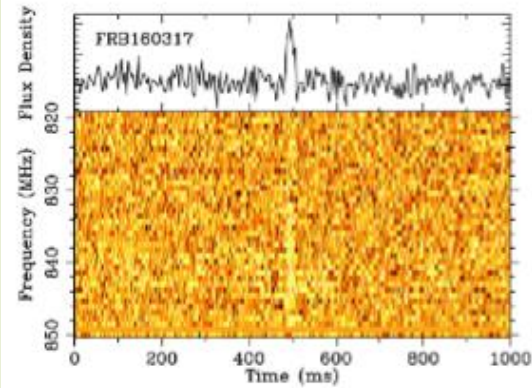
Результаты CHIME pathfinder по ярким всплескам

>1250 часов наблюдений.
400-800 Mhz.
Нет событий.
 $\alpha > 0.9$



Первые результаты UTMOST

1703.10173



843 МГц.

Три всплеска за 180 дней наблюдения.
Повторов нет.

$$\mathcal{F}_{\text{lim}} \approx 11 \left(\frac{W}{\text{ms}} \right)^{1/2} \text{ Jy ms}$$

$$\mathcal{R}(\mathcal{F} \gtrsim 11 \text{ Jy ms}) \gtrsim 0.78_{-0.57}^{+1.24} \times 10^2 \text{ events sky}^{-1} \text{ d}^{-1}$$

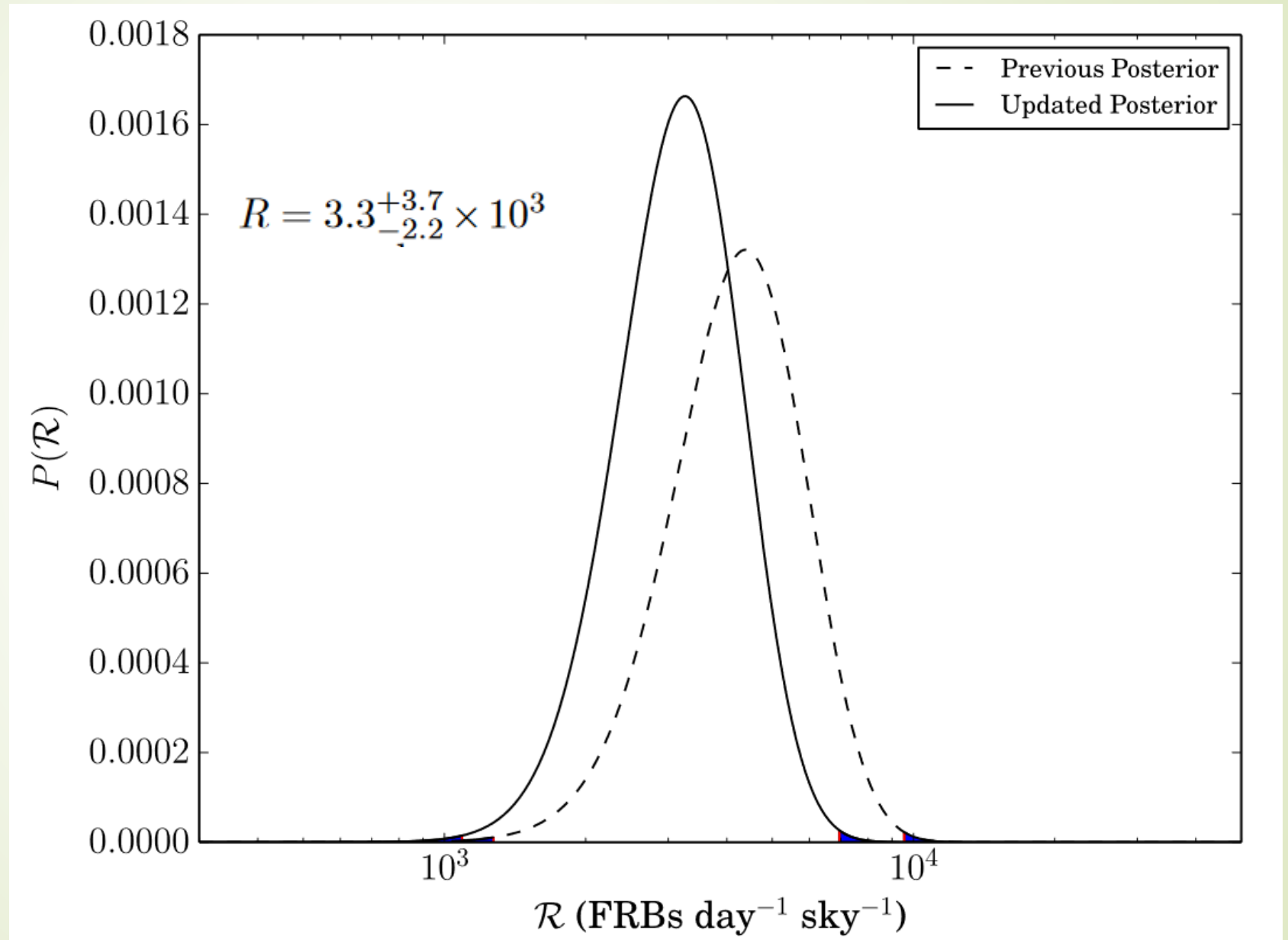
$$\mathcal{R}(\mathcal{F} \gtrsim 69 \text{ Jy ms}) \sim 5.0_{-4.7}^{+18.7} \text{ events sky}^{-1} \text{ d}^{-1},$$

Или спектр плоский,
и тогда $\text{Log } N - \text{Log } S$ не $-3/2$, а -1 .
Или при $-3/2$ спектр -1 .

Поиск БРВ с большой дисперсией

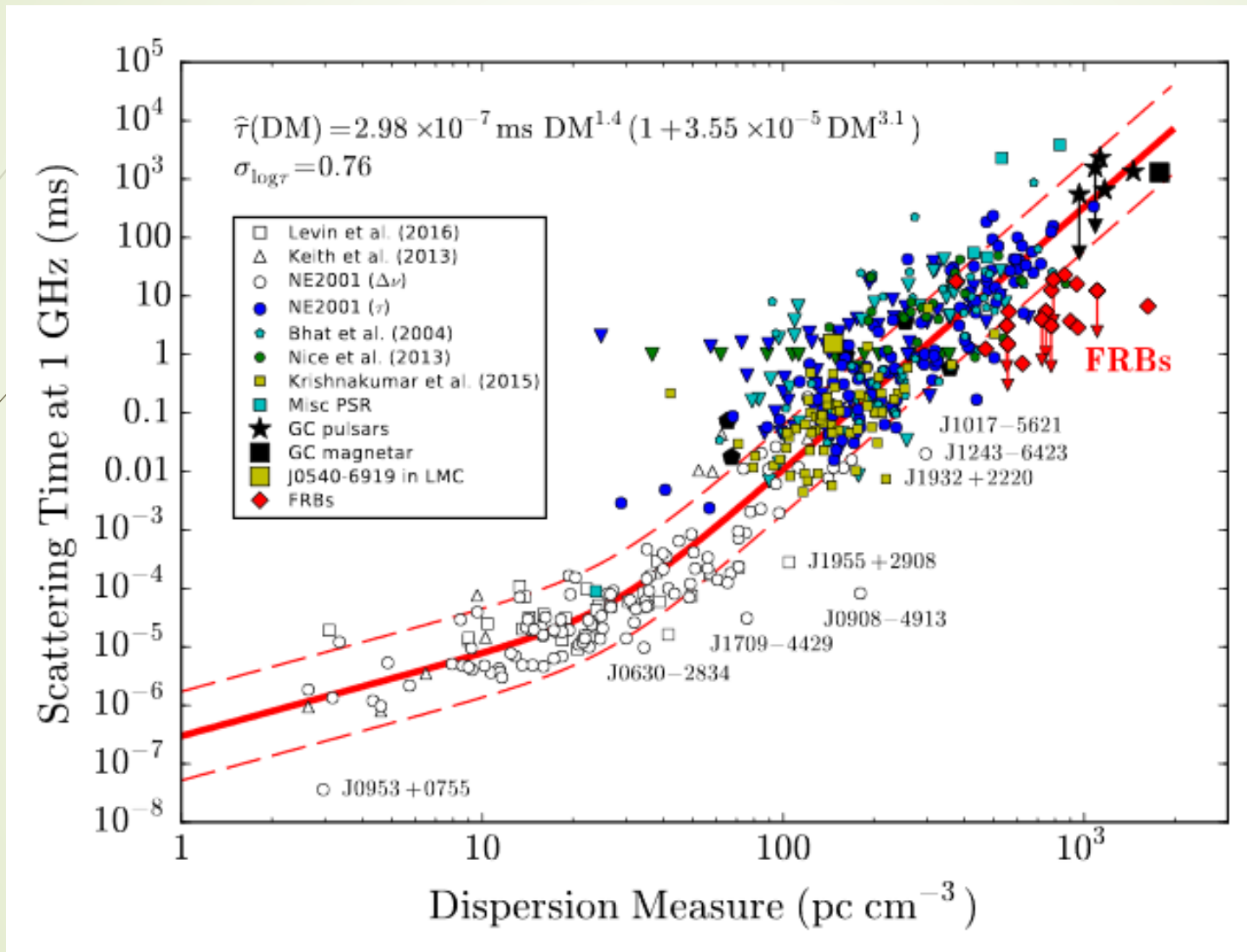
Не найдено.
Искали до
DM=5000

1605.06074



Дисперсия и на межгалактической среде, и на материнской галактике

1605.05890

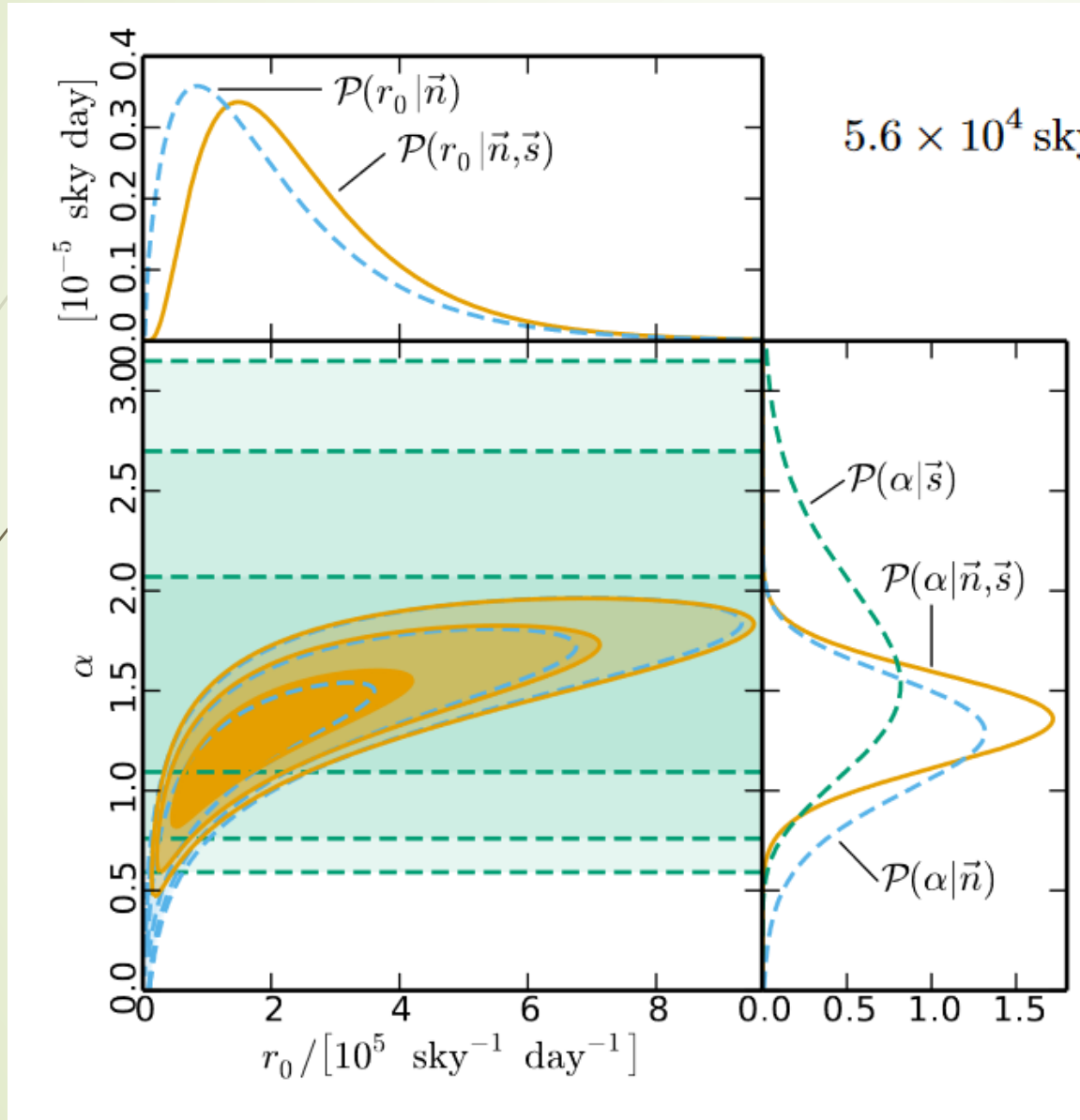


Трудно одновременно объяснить меру дисперсии и расплывание сигнала только межгалактич. средой или только локальной средой в материнской галактике.

Видимо уширение импульса в основном определяется материнской галактикой. А мера дисперсии определяется и галактикой, и средой.

См. также 1608.03930, 1608.08154

Распределение по потоку



$$0.9 < \alpha < 1.8$$

$$5.6 \times 10^4 \text{ sky}^{-1} \text{ day}^{-1} \leq r_0 \leq 6.6 \times 10^5 \text{ sky}^{-1} \text{ day}^{-1}.$$

для 1.4 ГГц (95%)

1604.03909

Распределение по энергии

В предположении, что все всплески связаны с одним типом источников (включая повторный всплеск), и считая, что все всплески подчиняются единому распределению по энергиям, авторы получили его.

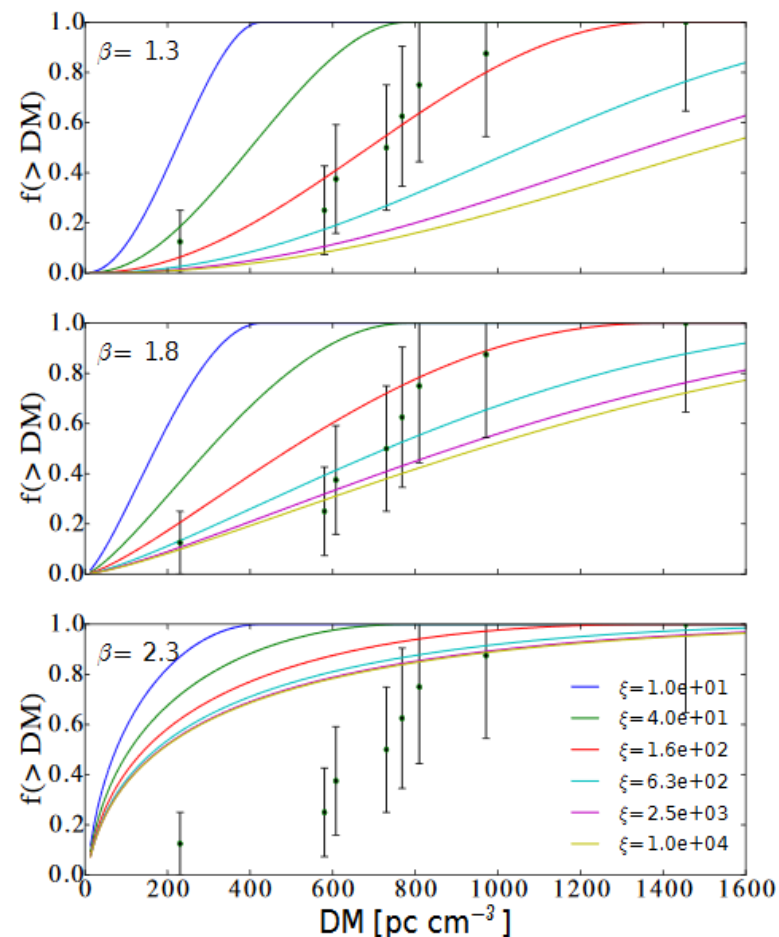
$$d\dot{N}/dE \propto E^{-\beta}$$

$$\xi \equiv E_{\max}/E_0$$

$$1.5 \lesssim \beta \lesssim 2.2,$$

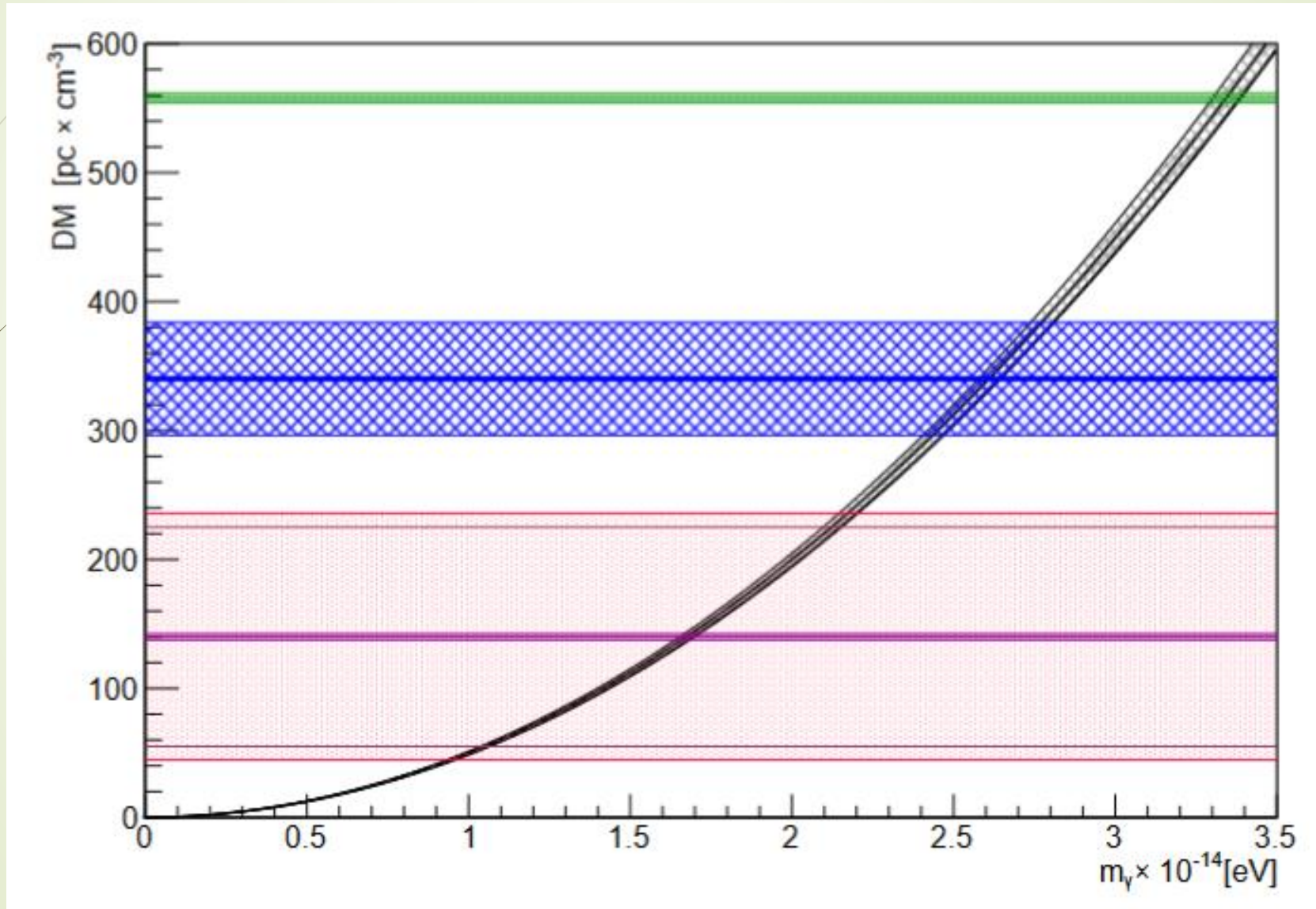
$$\xi \equiv E_{\max}/E_0 \gtrsim 30$$

$$\frac{d\dot{N}}{dE} = \begin{cases} \frac{(\beta-1)\dot{N}_0/E_0}{1-(E_{\max}/E_0)^{1-\beta}} \left(\frac{E}{E_0}\right)^{-\beta}, & \text{if } E < E_{\max}, \\ 0, & \text{if } E > E_{\max}, \end{cases}$$



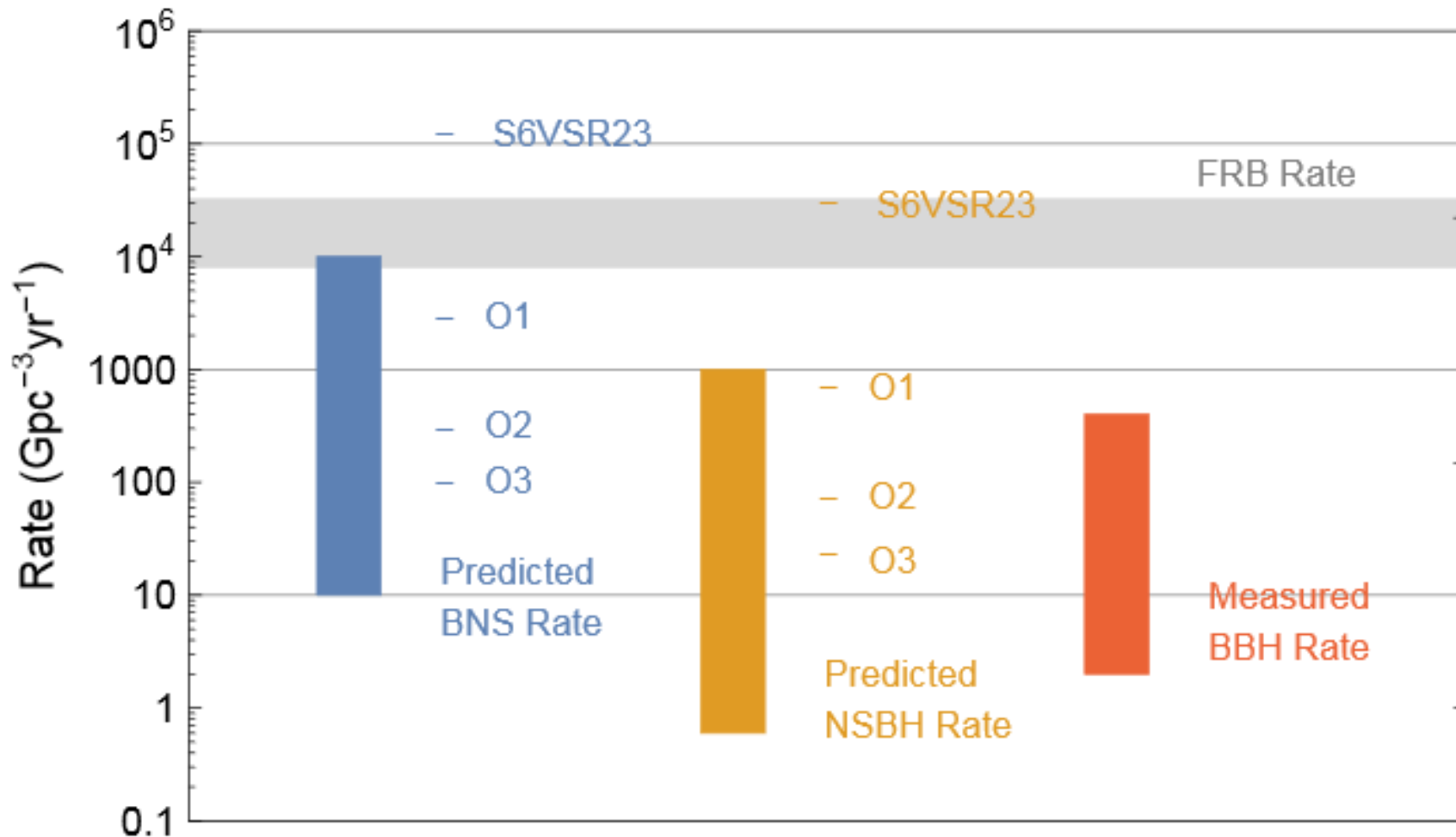
Новый предел на массу фотона

$$m_\gamma \lesssim 2.2 \times 10^{-14} \text{ eV c}^{-2} \text{ (} 3.9 \times 10^{-50} \text{ kg)}$$



1701.03097

Ограничение на модели по данным LIGO/VIRGO



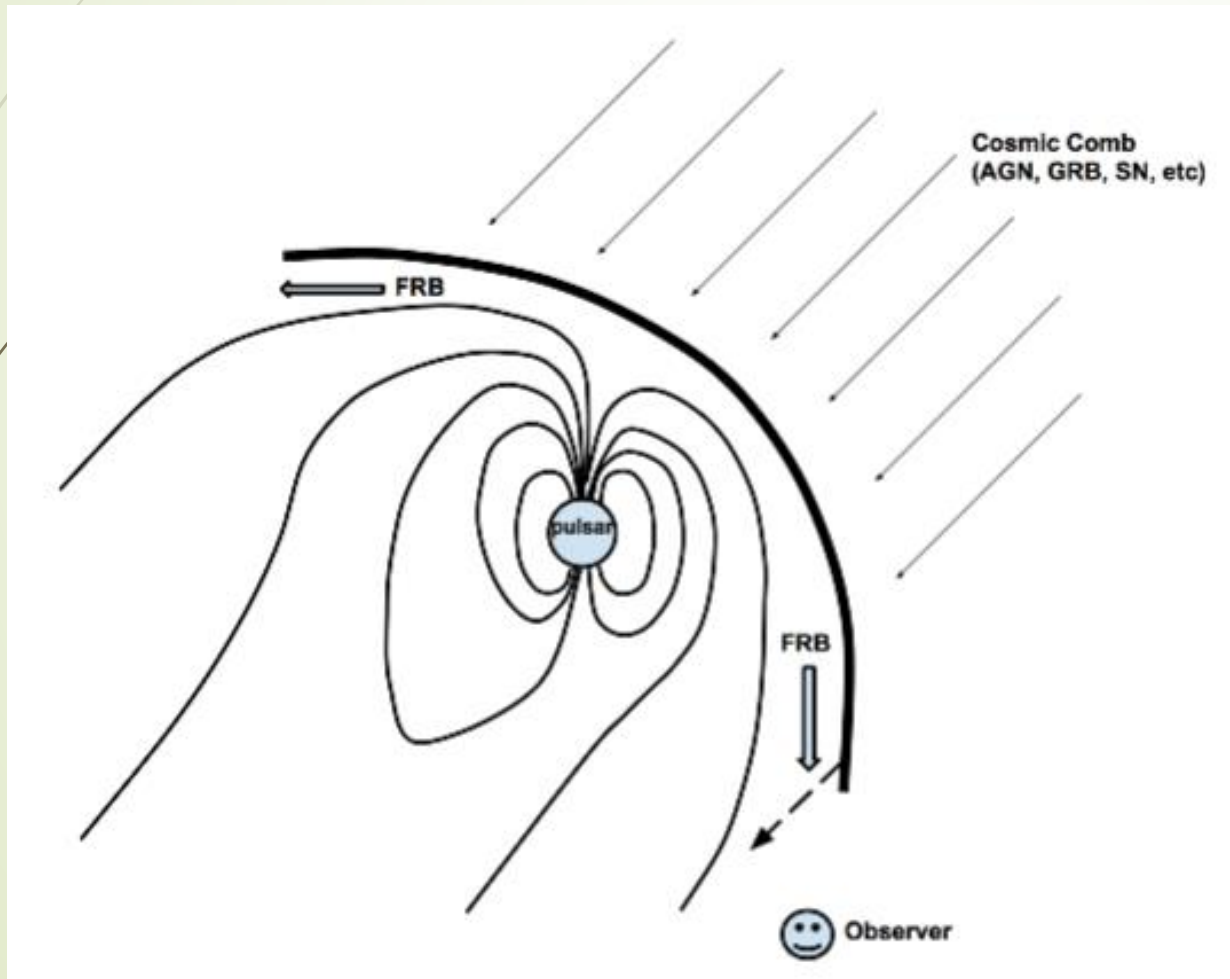
В ближайшее время данные с гравитационно-волновых антенн смогут дать возможность понять, вносят ли слияния вклад в FRBs.

Пока ничего нет: см. 1605.01707

1603.08867

Срыв магнитосферы

Модель позволяет сделать всплеск
совпадающим с другим мощным
транзиентом (АЯГ, гамма-всплеском).



1701.04094

Частота всплесков в модели сверхгигантских импульсов

Темп вспышек сверхновых $3 \cdot 10^{-4} \text{ год}^{-1} \text{ Мпк}^{-3}$ (Dahlen et al. 2012).

Это дает примерно 1 сверхновую в день в 100 Мпк.

Возраст и продолжительность активности наших источников ~ 30 лет.

Т.е. у нас 10 000 источников в 100 Мпк.

Наблюдаемый темп FRB $\sim 3 \cdot 10^3$ в день.

Т.е., каждый источник должен давать по всплеску в день
(можно взять 200 Мпк, тогда мы можем взять лишь $\sim 10\%$ самых энергичных).

Гигантские импульсы Краба с потоком 100-200 кЯн при росте $\dot{E}$ в 100 000 раз
дадут всплески порядка Ян с 100-200 Мпк.

Самые мощные гигантские импульсы (2 Мян) перейдут в неск. десятков Ян.

Число гигантских импульсов $\sim S^{-3}$.

Для FRB мы получаем, что самые яркие (типа лоримеровского) должны
наблюдаться раз в несколько месяцев.

FRB vs. ULX

В модели, в которой всплески порождаются молодыми пульсарами на $d \sim (100-200)$ Мпк, можно ожидать, что эти НЗ будут стабильными источниками рентгеновского излучения большой мощности – ULX.

$$L_X \approx 2 \times 10^{42} \left(\dot{E} / 10^{43} \text{ erg s}^{-1} \right)^{1.34} \text{ erg s}^{-1}, \quad (\text{Possenti et al. 2002})$$

Поиск ULX позволит подтвердить или закрыть модель в ближайшие годы.

For a typical FRB with peak flux $S_{\text{peak}} = 1$ Jy we obtain radio luminosity:

$$L_r = 1.7 \times 10^{40} (S_{\text{peak}} / 1 \text{ Jy}) (d / 100 \text{ Mpc})^2 \text{ erg s}^{-1}.$$

Then, rotational energy losses are:

$$\dot{E} = 1.7 \times 10^{42} (S_{\text{peak}} / 1 \text{ Jy}) (d / 100 \text{ Mpc})^2 (\eta / 0.01)^{-1} \text{ erg s}^{-1}.$$

Using the relation from Possenti et al. we obtain the X-ray luminosity:

$$L_X = 1.8 \times 10^{41} (S_{\text{peak}} / 1 \text{ Jy})^{1.34} \times \\ \times (d / 100 \text{ Mpc})^{2.68} (\eta / 0.01)^{-1.34} \text{ erg s}^{-1}.$$

And so, the X-ray flux is:

$$f_X = 1.5 \times 10^{-13} (S_{\text{peak}} / 1 \text{ Jy})^{1.34} \times \\ \times (d / 100 \text{ Mpc})^{0.68} (\eta / 0.01)^{-1.34} \text{ erg cm}^{-2} \text{ s}^{-1}.$$

For large distances we obtain higher f_X for a given S_{peak} , for smaller — weaker. If a source with peak flux 1 Jy is at 10 Mpc, then $f_X = 3.2 \times 10^{-14} \text{ erg cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$. Correspondently, for 200 Mpc we have $f_X = 2.5 \times 10^{-13} \text{ erg cm}^{-2} \text{ s}^{-1}$.

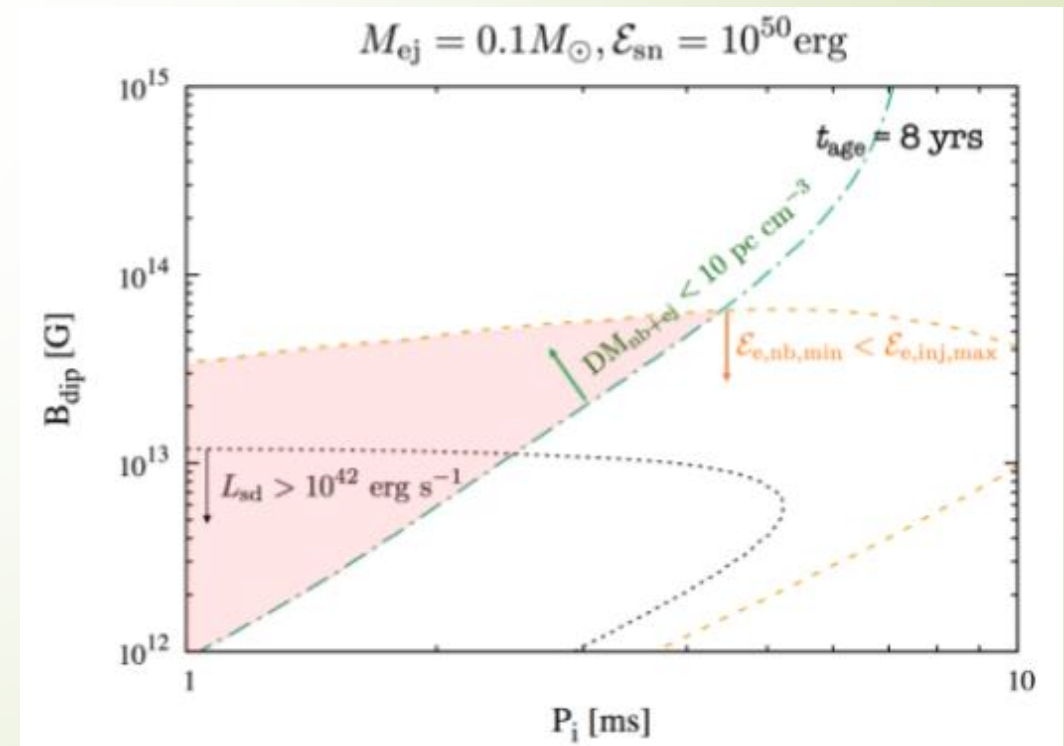
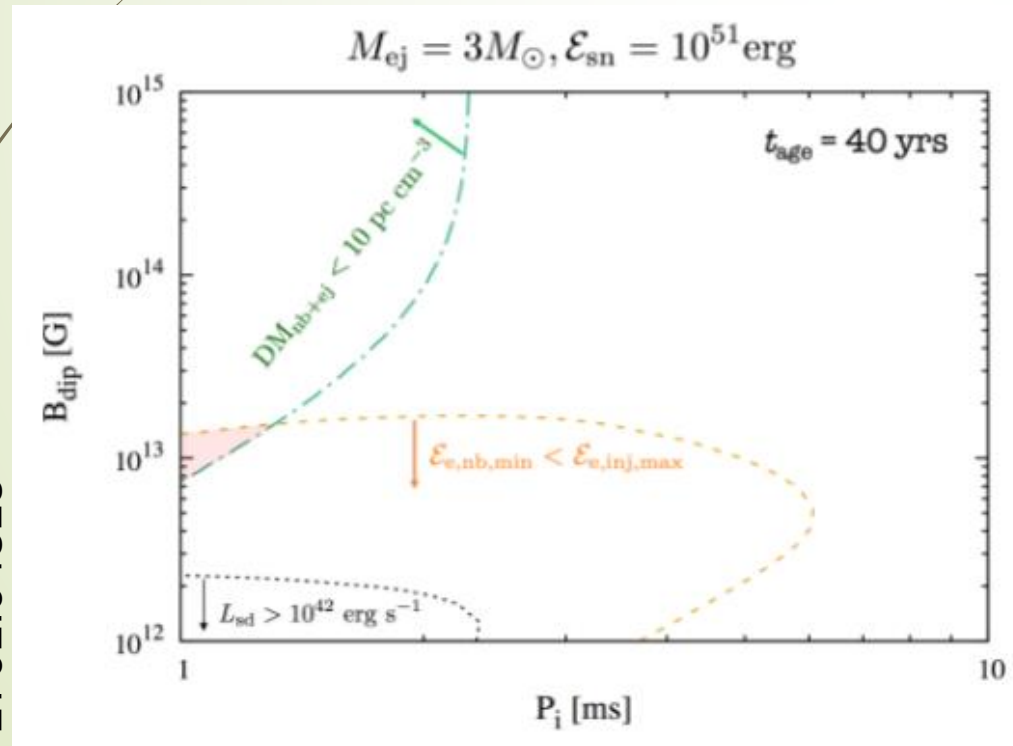
Ограничения на параметры модели

Пульсарная модель может объяснить свойства повторного всплеска, но нужна довольно точная подгонка параметров нейтронной звезды и вспышки сверхновой.

При массе сброшенной оболочки порядка нескольких масс Солнца не хватает энергии вращения для объяснения всплесков.

В чисто пульсарной модели нужны очень легкие сброшенные оболочки (могут возникать в двойных системах, где звезда уже была ободрана до взрыва).

1701.04815

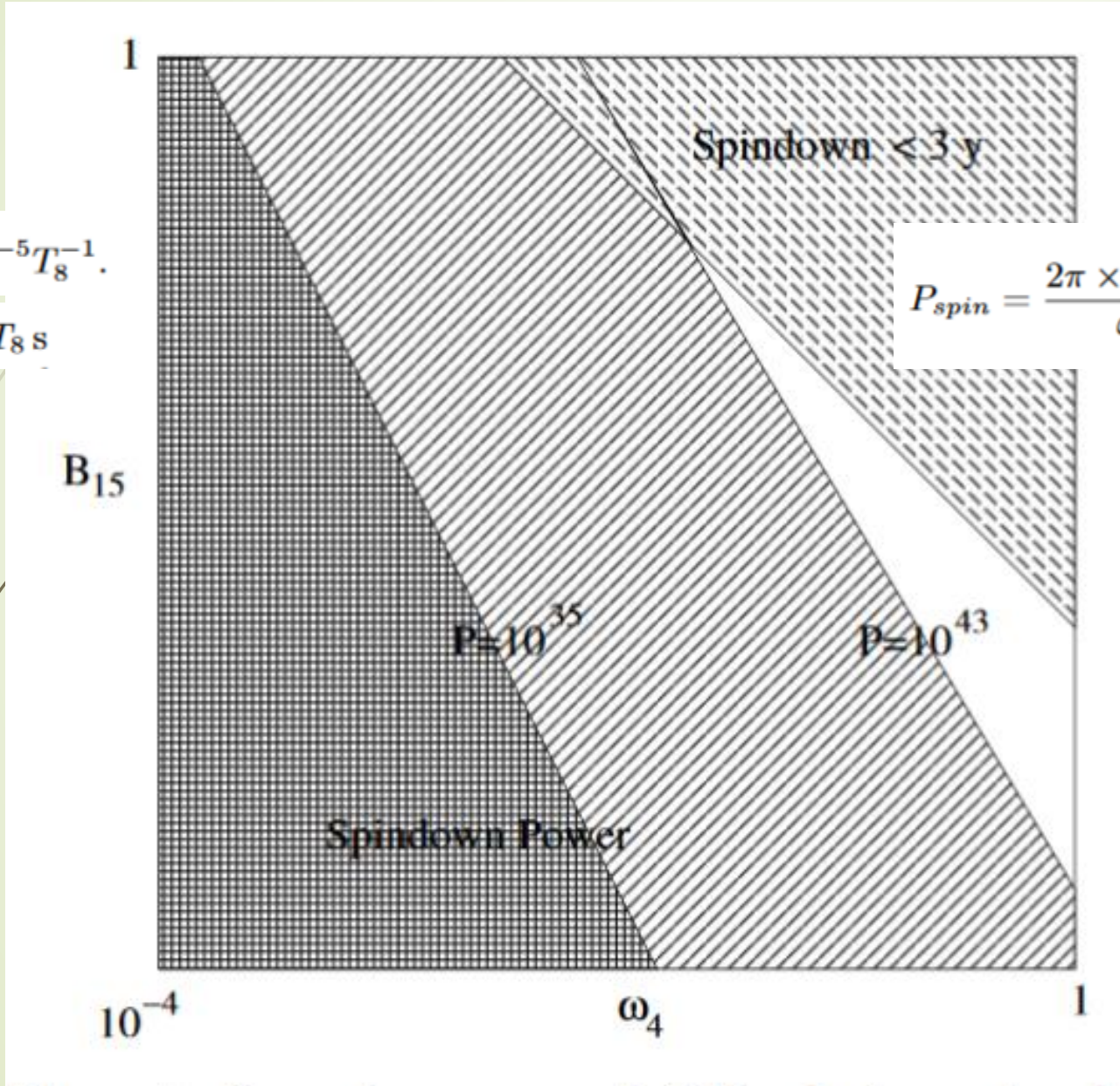


Узкий пучок и постоянное излучение

$$B_{15}^2 \omega_4^2 \lesssim 10^{-5} T_8^{-1}.$$

$$T_{sd} \equiv 10^8 T_8 s$$

1611.01243

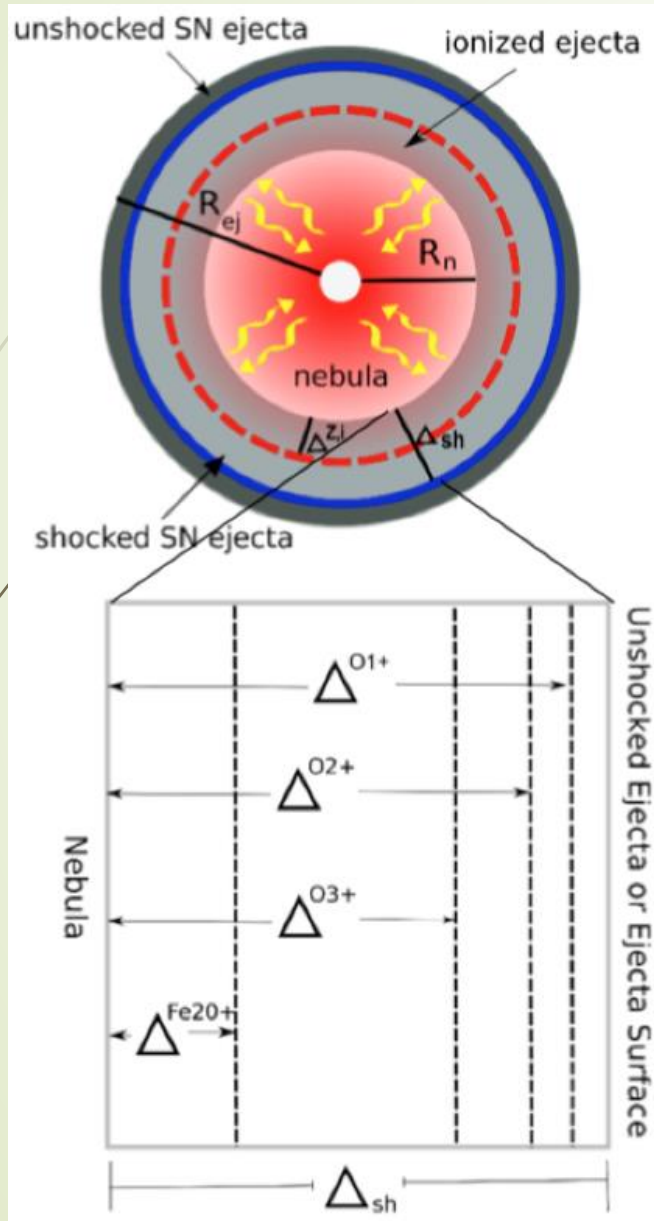


Постоянно работающий «блуждающий» пучок.

$$P \sim 10^{35} (E_{40}/\Delta t_{-3}) D_{-8} \text{ erg/s}$$

$$P_{spin} = \frac{2\pi \times 10^{-4} s}{\omega_4} \lesssim 100 \sqrt{\frac{\Delta t_{-3} \epsilon}{D_{-8} E_{40} T_8}} s \approx 100 \sqrt{\frac{\tau_5 \epsilon}{E_{40} T_8}} s.$$

Молодой миллисекундный магнитар



$$L_{sd} = 5 \times 10^{46} B_{14}^2 P_{ms}^{-4} \left(1 + \frac{t}{t_{sd}}\right)^{-2} \text{ erg s}^{-1}$$

$$\approx 8 \times 10^{40} B_{14}^{-2} t_{10}^{-2} \text{ erg s}^{-1}, \quad t \gg t_{sd}$$

$$P = P_0 \left(1 + \frac{t}{t_{sd}}\right)^{1/2} \approx 28 \text{ ms } B_{14} t_{10}^{1/2}, \quad t \gg t_{sd}$$

$$t_{sd} \simeq 4.7 \text{ day } B_{14}^{-2} P_{ms}^2.$$

$$N_{\text{FRB}} = \frac{E_B}{E_{\text{FRB}}}$$

$$\approx 3 \times 10^2 f_b^{-1} \left(\frac{f_r}{10^{-8}}\right) \left(\frac{B_{\text{int}}}{10^{16} \text{ G}}\right)^2 \left(\frac{E_{\text{FRB}}}{10^{39} \text{ erg}}\right)^{-1} \quad (5)$$

Число FRB от магнитара за его жизнь

Вспыхивающий магнитар

$$\nu_{\text{obs}} \sim \frac{\Gamma c}{2\pi r_L} = \frac{e (L_f L_w)^{1/4}}{2\pi m_e c^{3/2} r} \approx \frac{3 \text{ GHz}}{r_{13}} (L_{f,47} L_{w,39})^{1/4}$$

The coherent radiation has energy $E_{\text{FRB}} \sim \varepsilon \sigma_w^{-1} E(r)$,
 $E_{\text{FRB}} \sim 10^{40} r_{13} \varepsilon_{-1} \sigma_w^{-1} \Gamma_{w,2}^{-2} (L_{f,47} L_{w,39})^{1/4} \text{ erg}, \quad (31)$

observed duration

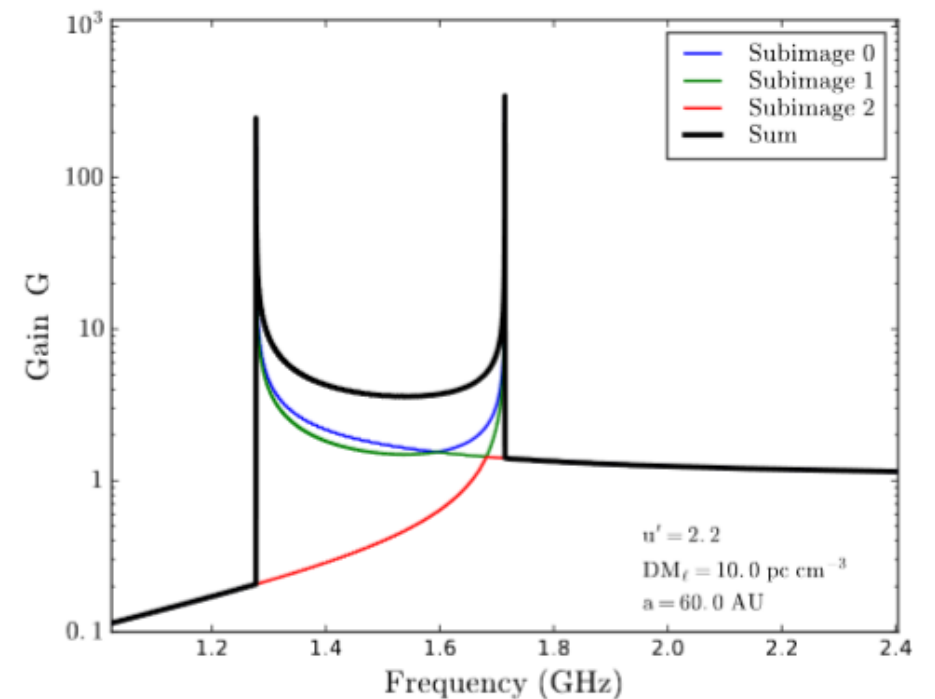
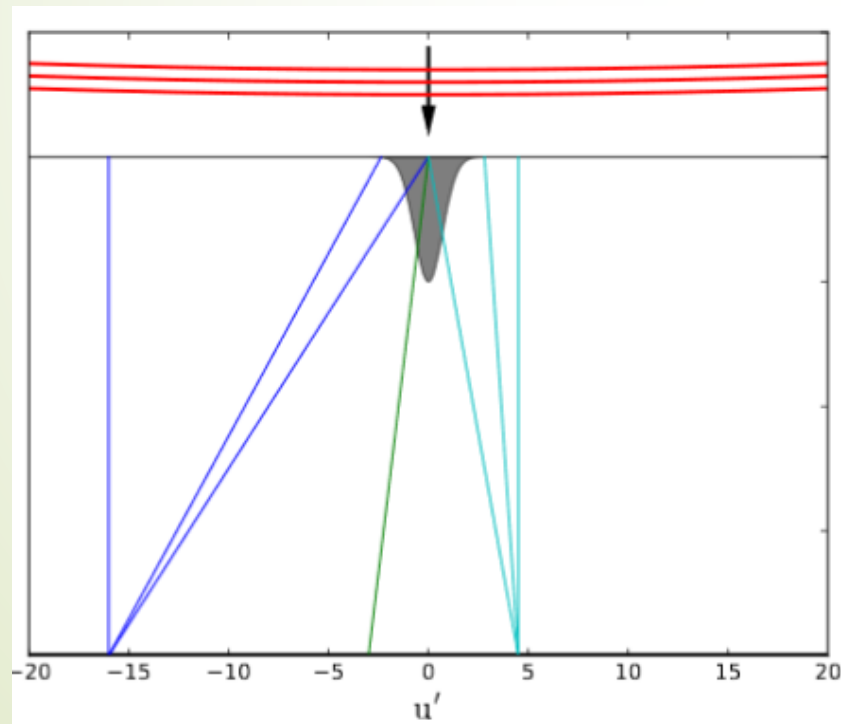
$$\tau_{\text{obs}} \sim \frac{r}{\Gamma^2 c} \approx 3 \times 10^{-6} r_{13} \Gamma_4^{-2} \text{ s.}$$

Плазменные линзы

Условие того, что линза сильно влияет на сигнал

$$DM_{\ell} d_{sl} / a^2 \gtrsim 0.65 \text{ pc}^2 \text{ AU}^{-2} \text{ cm}^{-3}.$$

FRB 121102 может объясняться такими линзами.
Линзы могут замыкать периодичность <1 sec.
Нужны спектры в широком диапазоне (шире 1-10 ГГц).



Релятивистские оболочки

Нейтронная звезда выбрасывает оболочки с большим лоренц-фактором (~ 1000).
Далее – мазерное синхротронное излучение.
Радиовспышка сопровождается гамма (10 МэВ).

$$\gamma_s = 10^3 \left(\frac{E_{41}}{n_{-1} \Delta t_{-4}^3} \right)^{1/8}, \quad r_d = 6 \times 10^{12} \left(\frac{E_{41} \Delta t_{-4}}{n_{-1}} \right)^{1/4} \text{ cm.}$$

FRB и излучение кривизны

$$E_{\text{frb}} \sim \frac{E_{\text{iso}} \Omega_F}{4\pi N_{\text{patch}}} \sim (3 \times 10^{35} \text{ erg}) E_{\text{iso},40} N_{\text{patch}}^{-1} \eta^{-1} \gamma_2^{-2}.$$

Сильное магнитное и электрическое поля.
Т.о., излучение исходит из магнитосферы.

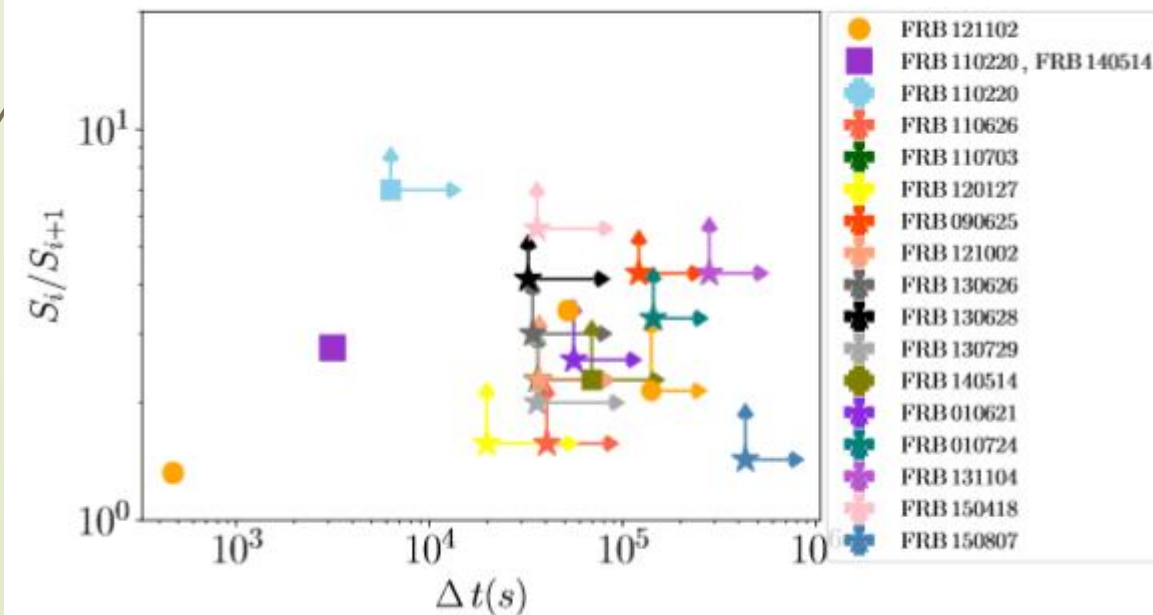
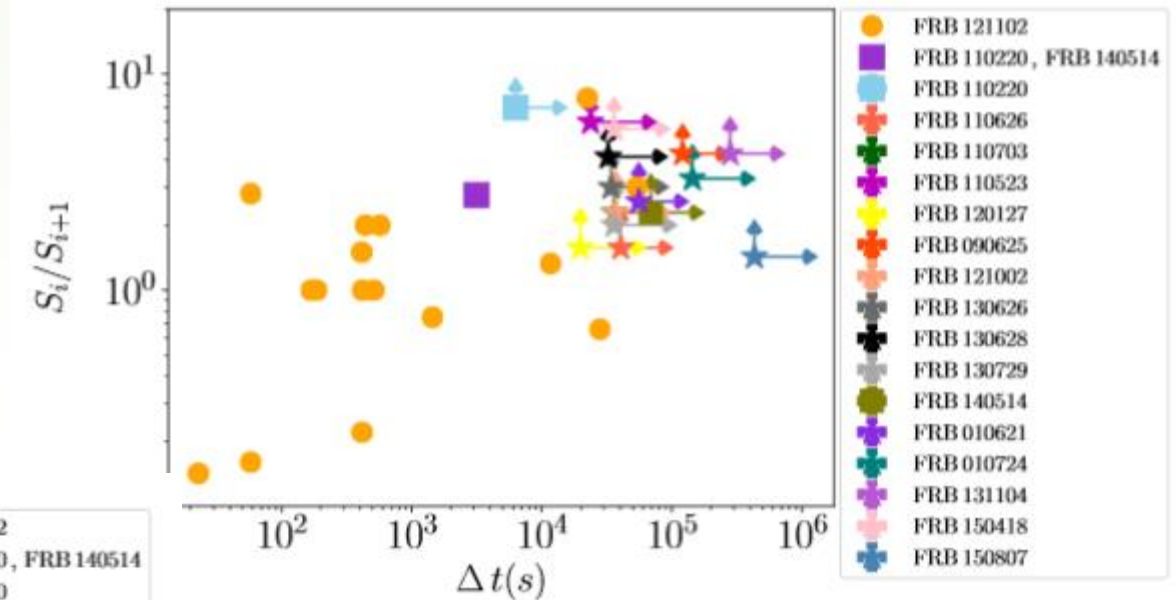
$$\epsilon_{EM} \sim \frac{L_{\text{iso}}(\Omega_F/4\pi)}{c N_{\text{patch}}(V_{\text{coh}}/\lambda)} \sim \frac{L_{\text{iso}}}{4 c N_{\text{patch}} \eta^2 \gamma^4 \lambda^2},$$

$$E_{\perp EM} = B_{\perp EM} \sim (4\pi \epsilon_{EM})^{1/2} \sim (10^{11} \text{ esu}) \frac{L_{\text{iso},43}^{1/2} \nu_9}{N_{\text{patch}}^{1/2} \eta \gamma_2^2},$$

To summarize the main result of §3, the picture that emerges is that FRB radiation is produced in a patch of comoving size $\gamma\lambda$, where magnetic reconnection provides the necessary electric field to accelerate charged particles to Lorentz factor ~ 30 , and these particles produce coherent curvature radiation. The observed FRB radiation can be produced in a small region of transverse size $\sim 10^3 \text{ cm}$ (i.e. $\eta \sim 1$), with B-field strength of $\gtrsim 10^{14} \text{ G}$, and particle density of the order Goldreich-Julian density. The reconnection of the B-field is sustained for $\sim 1 \text{ ms}$, and the electric field in the current sheet parallel to the primary B-field is $\sim 10^{11} \text{ esu}$.

FRB121102 - нетипичен

Анализ интервалов времени между вспышками FRB 121102 и потока от этих вспышек показывает, что свойства источника должны существенно отличаться от свойств других FRB, от которых повторы не были обнаружены.



Т.о., FRB121102 может быть или источником другой природы, или по крайней мере находится на другой эволюционной стадии, т.е. не является типичным представителем основной группы FRB.

Будущие наблюдения

FAST



FAST –
всплеск за неделю
1602.06099

SKA



SKA –
всплеск за час
1602.05165,
1501.07535

В недалеком будущем заработают новые крупные инструменты. Возможно, они помогут внести ясность. Кроме того, работающие системы, такие как LOFAR и другие, также могут сыграть свою роль. Хотя наблюдать лучше на высоких частотах (порядка 1 ГГц), а не на низких (LOFAR).

По всей видимости, как и случае гамма-всплесков, понадобится одновременное обнаружение быстрого радиовсплеска и сопутствующего излучения в другом диапазоне.

Недавние публикации

1	☐ 2017MNRAS.464.4390P Popov, S. B.; Taverna, R.; Turolla, R.	10	☐ 2015PASA...32...18P Popov, S. B.; Kaurov, A. A.; Kaminker, A. D.	19	☐ 2014cosp...40E2599P Popov, Sergei
2	☐ 2016MNRAS.463.1642P Postnov, K. A.; Kuranov, A. G.; Kolesnikov, D. A.; Popov, S. B.; Porayko, N. K.	11	☐ 2015MNRAS.447.2817P Popov, S. B.; Postnov, K. A.; Shakura, N. I.	20	☐ 2013MNRAS.434.2229I Igoshev, A. P.; Popov, S. B.
3	☐ 2016MNRAS.462.3689I Igoshev, A. P.; Elfritz, J. G.; Popov, S. B.	12	☐ 2015mgm..conf.2012R Rudenko, V. N.; Popov, S. B.	21	☐ 2013PASA...30...45P Popov, S. B.
4	☐ 2016MNRAS.462L..16P Popov, S. B.; Pshirkov, M. S.	13	☐ 2015A&AT...29...67T Toporensky, A. V.; Popov, S. B.	22	☐ 2013arXiv1307.4924P Popov, S. B.; Postnov, K. A.
5	☐ 2016MNRAS.462..941L Lyutikov, Maxim; Burzawa, Lukasz; Popov, Sergei B.	14	☐ 2014ApJS..215....3P Posselt, B.; Pavlov, G. G.; Popov, S.; Wachter, S.	23	☐ 2013MNRAS.432..967I Igoshev, A. P.; Popov, S. B.
6	☐ 2016A&AT...29..183P Popov, S. B.	15	☐ 2014MNRAS.444.1066I Igoshev, A. P.; Popov, S. B.	24	☐ 2013ffep.confE..62P Posselt, B.; Popov, S.; Pavlov, G.
7	☐ 2015AN....336..861P Popov, S. B.	16	☐ 2014PhyU...57..708T Toporensky, A. V.; Popov, S. B.	25	☐ 2013ffep.confE..41P Popov, S.; Igoshev, A.; Turolla, R.
8	☐ 2015AN....336..831I Igoshev, A. P.; Popov, S. B.	17	☐ 2014ATel.6200....1S Sturm, R.; Oskinova, L. M.; Haberl, F.; Chu, Y.-H.; Henault-Brunet, V.; Gallagher, J.; Guerrero, M. A.; Popov, S.; Schurch, M.	26	☐ 2012PPNL....9..733P Popov, S. B.
9	☐ 2015A&A...583A.117P Pires, A. M.; Motch, C.; Turolla, R.; Popov, S. B.; Schwope, A. D.; Treves, A.	18	☐ 2014AN....335..262I Igoshev, A. P.; Popov, S. B.; Turolla, R.	27	☐ 2012MNRAS.427.1014T Trepl, L.; Hambaryan, V. V.; Pribulla, T.; Chini, R.; Neuhauser, R.; Popov, S. B.; S Walter, F. M.; Hohle, M. M.
				28	☐ 2012ASPC..466..191P Popov, S. B.; Turolla, R.
				29	☐ 2012MNRAS.427..589B Barkov, M. V.; Khangulyan, D. V.; Popov, S. B.
				30	☐ 2012Ap&SS.341..457P Popov, S. B.; Turolla, R.
				31	☐ 2012NewA...17..594C Chashkina, A.; Popov, S. B.
				32	☐ 2012A&A...544A..17P Pires, A. M.; Motch, C.; Turolla, R.; Schwope, A.; Pilia, M.; Treves, A.; Popov, S. B.; Janot-Pacheco, E.
				33	☐ 2012PAN....75..908B Boldin, P. A.; Popov, S. B.
				34	☐ 2012arXiv1206.3487T Turolla, R.; Popov, S. B.
				35	☐ 2012MNRAS.421L.127P Popov, S. B.; Turolla, R.
				36	☐ 2011AIPC.1379..148P Popov, S. B.; Boldin, P. A.; Miralles, J. A.; Pons, J. A.; Posselt, B.



[Изменить
фотографию](#)
[отправить
сообщение](#)

Попов Сергей Борисович

пользователь

баллов: 3587.88

МГУ имени М.В. Ломоносова, Государственный астрономический институт имени П.К.Штернберга, Отдел релятивистской астрофизики, ведущий научный сотрудник, с 1 апреля 1998

МГУ имени М.В. Ломоносова, Физический факультет, Отделение астрономии, Кафедра астрофизики и звездной астрономии, профессор, с 1 сентября 2016, по совместительству

доктор физико-математических наук с 2012 года

профессор РАН с 22 декабря 2015 г.

Соавторы: Прохоров М.Е., Turolla R., Липунов В.М., Treves A., Постнов К.А., Colpi M., Сурдин В.Г., Igoshev A.P., Boldin P.A., Самусь Н.Н., Ozernoy L.M., Posselt B., Руденко В.Н. [показать полностью...](#)

138 статей, 9 книг, 31 доклад на конференциях, 2 тезисов докладов, 8 НИР, 1 награда, 3 членства в программных комитетах, 2 диссертации, 5 дипломных работ, 3 учебных курса, 1 выступление в СМИ

Количество цитирований статей в журналах по данным Scopus: 728, Web of Science: 780 [откуда взялись эти числа?](#)

РИНЦ:  SCIENCE INDEX
Publ 96
Cited 854

IstinaResearcherID (IRID): 277220

ResearcherID: B-6368-2008

Работа с системой

[Мои результаты](#)
[Редактировать профиль](#)
[Мои отчеты](#)
[Мои отобранные статьи](#)
[Конкурсы](#)
[Достижения](#)
[Последние добавленные мной результаты](#)
[Экспорт публикаций в BibTeX](#)
[Мои возможные дубликаты](#)
[Мои потерянные статьи](#)
[Инструкция по работе с системой](#)

Цитируемость

Selected and retrieved **153** abstracts. Total citations: **1266**

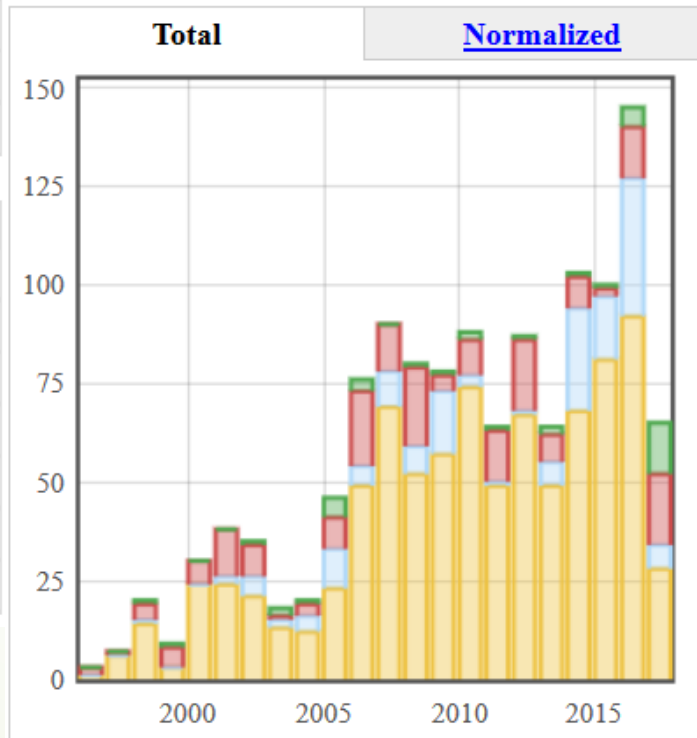
#	Bibcode Authors	Cites Title	Date	List of Links Access Control Help								
1	☐ 2010MNRAS.401.2675P Popov, S. B.; Pons, J. A.; Miralles, J. A.; Boldin, P. A.; Posselt, B.	67.000 Population synthesis studies of isolated neutron stars with magnetic field decay	02/2010	A	E	F	X	R	C	S	U	
2	☐ 2006A&A...448..327P Popov, S.; Grigorian, H.; Turolla, R.; Blaschke, D.	64.000 Population synthesis as a probe of neutron star thermal evolution	03/2006	A	E	F	X	R	C	S	U	
3	☐ 2005A&AT...24..151R Raguzova, N. V.; Popov, S. B.	54.000 Be X-ray binaries and candidates	06/2005	A	E	F	X	R	C	S	U	
4	☐ 2010vaoa.conf..129P Popov, Sergey B.; Postnov, K. A.	51.000 Hyperflares of SGRs as an engine for millisecond extragalactic radio bursts	11/2010	A			X	T	R	C	U	
5	☐ 2000ApJ...530..896P Popov, S. B.; Colpi, M.; Treves, A.; Turolla, R.; Lipunov, V. M.; Prokhorov, M. E.	51.000 The Neutron Star Census	02/2000	A	E	F	X	R	C	S	U	
6	☐ 2006MNRAS.369L..23P Popov, S. B.; Turolla, R.; Possenti, A.	47.000 A tale of two populations: rotating radio transients and X-ray dim isolated neutron stars	06/2006	A	E	F	G	X	R	C	S	U
7	☐ 2013arXiv1307.4924P Popov, S. B.; Postnov, K. A.	46.000 Millisecond extragalactic radio bursts as magnetar flares	07/2013	A			X	R	C		U	

Статистика

Citations		Total	Refereed
Number of citing papers	[?]	777	671
Total citations	[?]	1,266	1,069
Average citations	[?]	8.3	11.1
Median citations	[?]	3.0	5.0
Normalized citations	[?]	479.5	378.4
Refereed citations	[?]	1,031	876
Average refereed citations	[?]	6.7	9.1
Median refereed citations	[?]	2.0	4.0
Normalized refereed citations	[?]	391.5	312.9

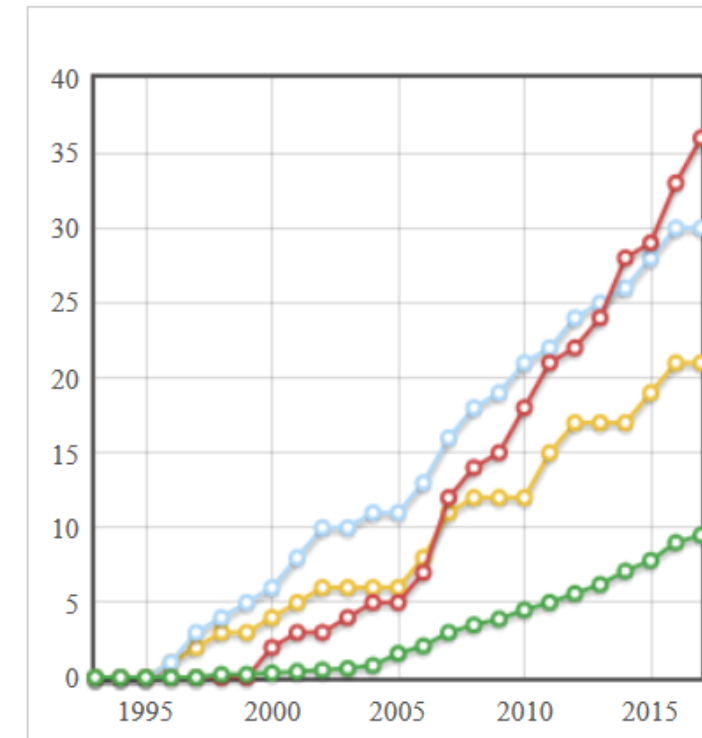
Indices		Total	Refereed
h-index	[?]	21	20
g-index	[?]	30	29
e-index	[?]	19.3	17.1
i10-index	[?]	36	32
tori index	[?]	9.5	6.5
riq index	[?]	123	102
m-index	[?]	0.84	0.80

Citations per year



- Ref. citations to ref. papers
- Ref. citations to non ref. papers
- Non ref. citations to ref. papers
- Non ref. citations to non ref. papers

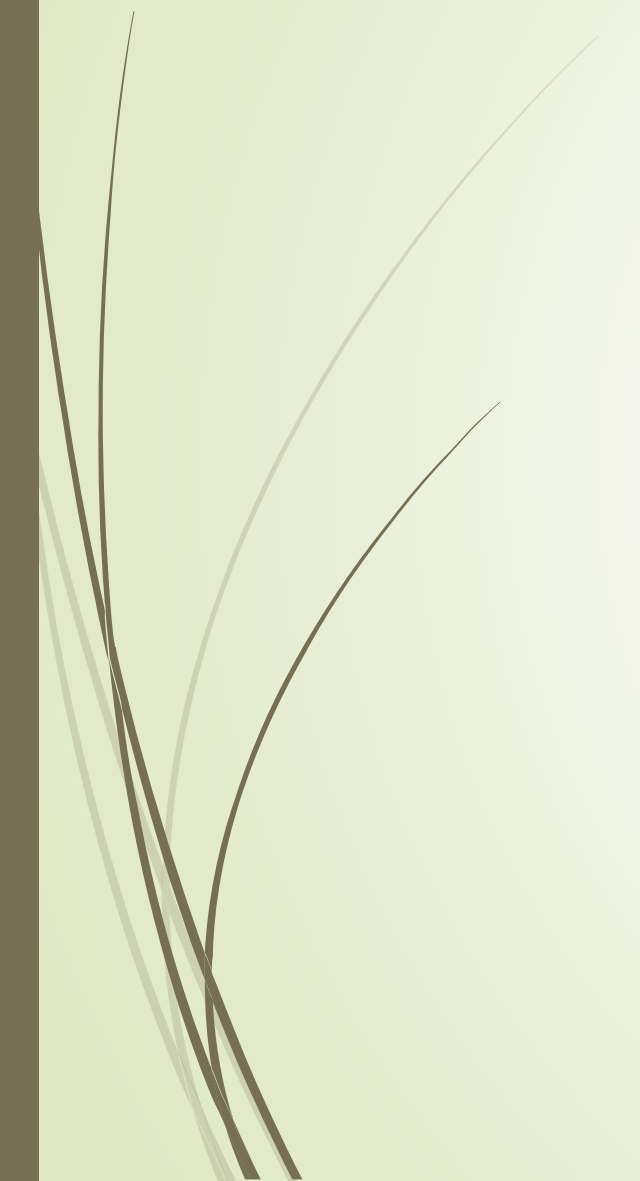
Indices



- h-index
- g-index
- i10-index
- tori-index



Планы



- FRB
- Эволюция одиночных НЗ
- Экзопланеты
- Двойные системы (ULX, etc.)
- Магнитары