

«Остров сокровищ SPI-ACS/INTEGRAL»

Алексей Позаненко, Павел Минаев

и

GRB IKI FuN

Институт космических исследований

ФТИ им. А.Ф. Иоффе, 19-11-2024

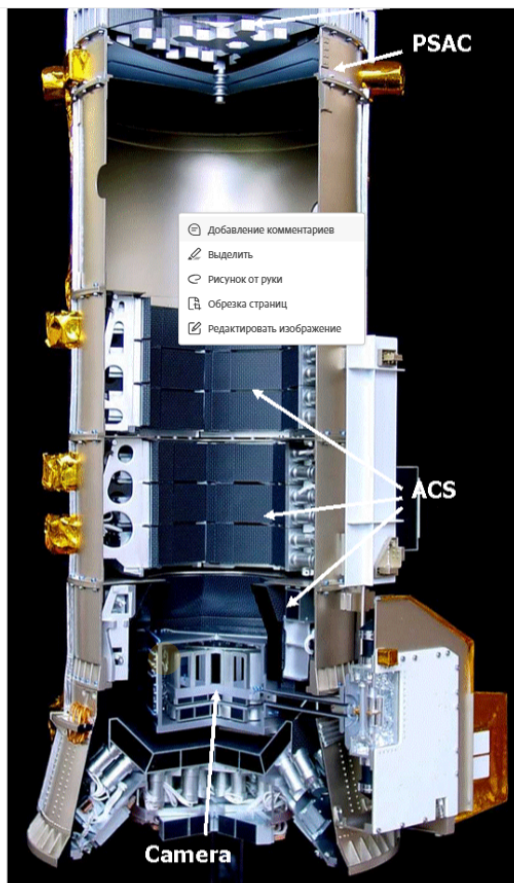
SPI-ACS/INTEGRAL

За более чем 20 лет работы детектора SPI-ACS космической обсерватории INTEGRAL было получено много всемирно признанных результатов. Изначально, детектор ACS (Анти-Совпадательная Защита телескопа SPI) рассматривался именно как защита телескопа SPI. Оказалось, что детектор ACS способен на большее. Представляем результаты, которые полученны при обработке публично доступных данных для этого детектора. В частности, это регистрация гамма-всплесков для двух известных гравитационно-волновых событий слияния двойной системы нейтронных звезд, GW 170817 и GW 190425, создания одного из наиболее полных каталогов гамма-всплесков, регистрации гигантской вспышки от магнетара в M82 (и не только), регистрации продленного излучения гамма-всплесков, регистрации сверхдлинных гамма-всплесков, и определения галактического фона в диапазоне более 80 КэВ.

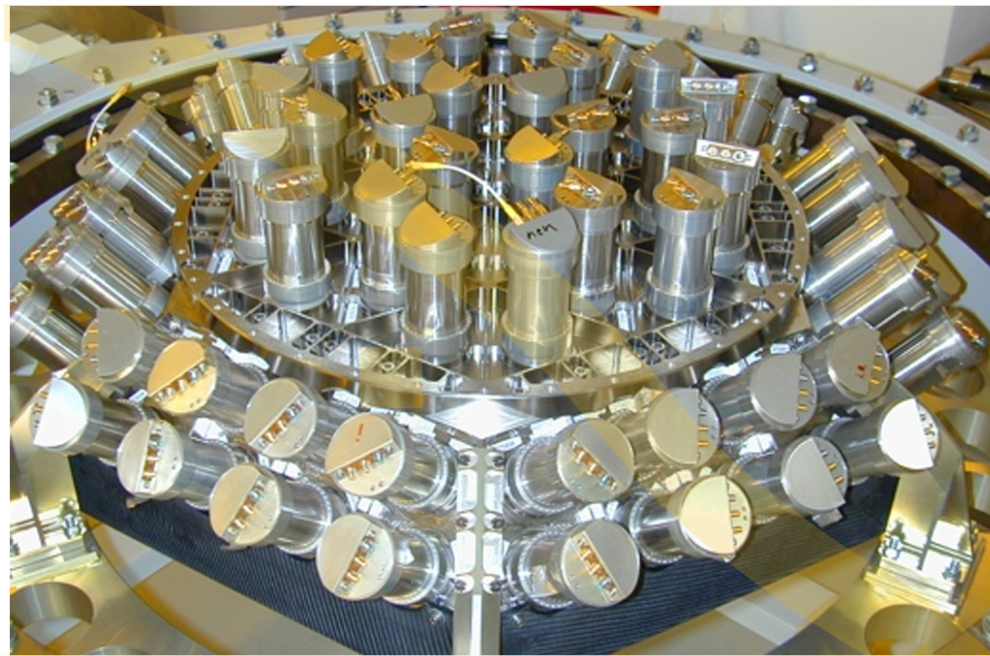
план

- ACS – что это и зачем
- ACS и не только
 - GRB
 - GRB EE
 - Long duration GRBs
 - LVK EM counterparts
 - GF магнетаров
 - Долговременная (2 солнечных цикла) эволюция фона
 - Галактический гамма-фон
- Что не вошло в вышеперечисленное
 - IPN
 - Solar Flares, SEPE
 - ...

SPI-ACS/INTEGRAL



91 блоков BGO



ACS – остров невезения?

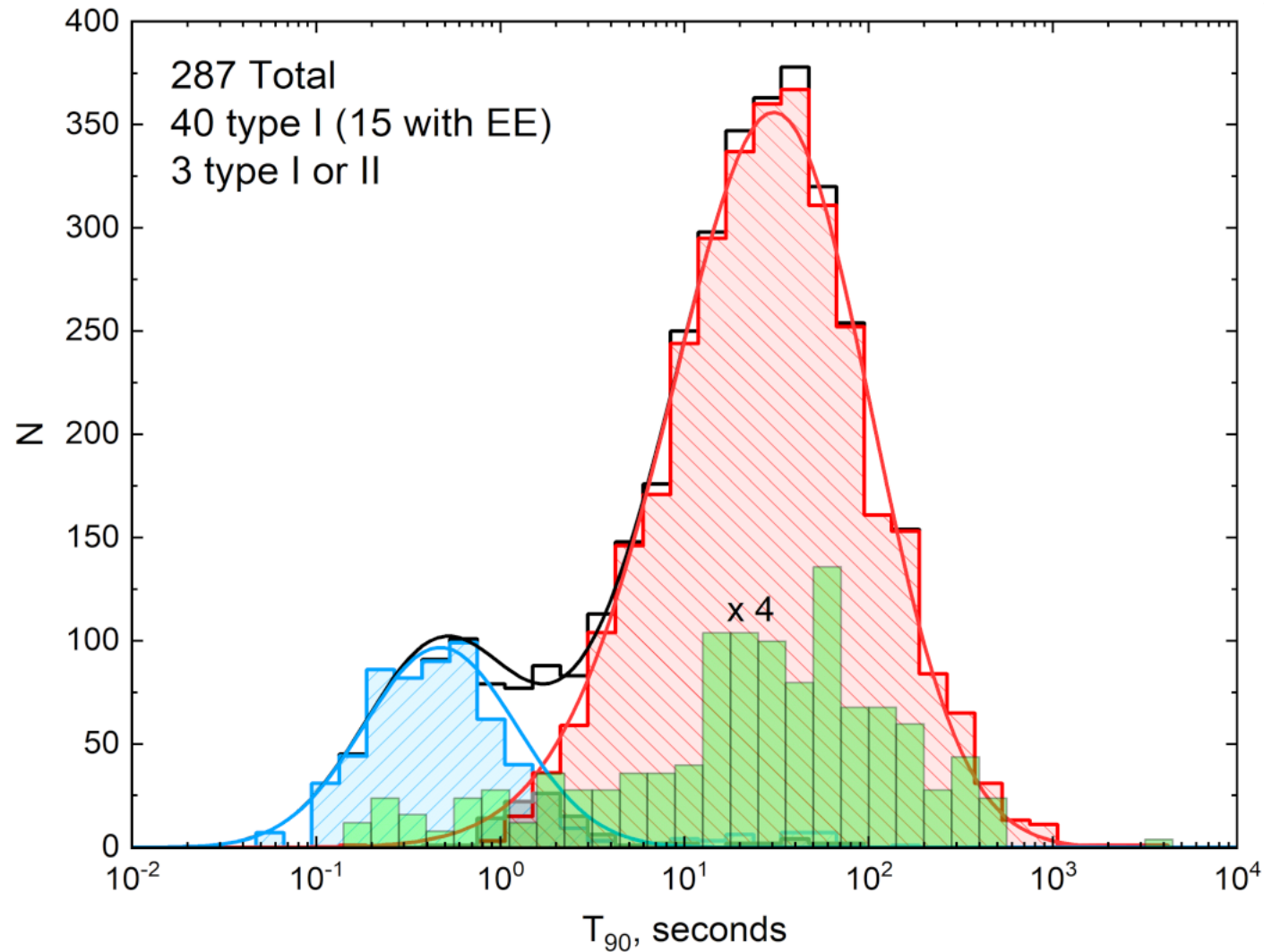
- Нет пофотонной записи, временное разрешение 50 мс
- 2 ФЭУ просматривают каждый блок BGO из 91 блоков
- Нет индивидуальной записи отсчетов с каждого блока BGO – все отсчеты суммируются в один спектральный канал
 - Означает невозможность локализации источника
- Впрочем, индивидуальная последовательная запись экспозицией 8 сек с каждого BGO
- Нет спектральных каналов
- Диапазон единственного канала 80 кэВ – 10 МэВ

ACS – остров неВезения!

- Почти 4*рі область наблюдения
- Нет затенения Землей
- Непрерывная работа с короткими перерывами на прохождение перигея и отжиг Ge модулей SPI
- Стабильный (предсказуемый) фон до 10 000 сек
- Высокая чувствительность (площадь поверхности 91 блока BGO!)
- Длительная работа на орбите. 2002 – н.в. Впрочем... есть планы выключить январе 2025 😞
- Публичные данные ACS почти всегда доступны он-лайн. Были доступны. Теперь нет.

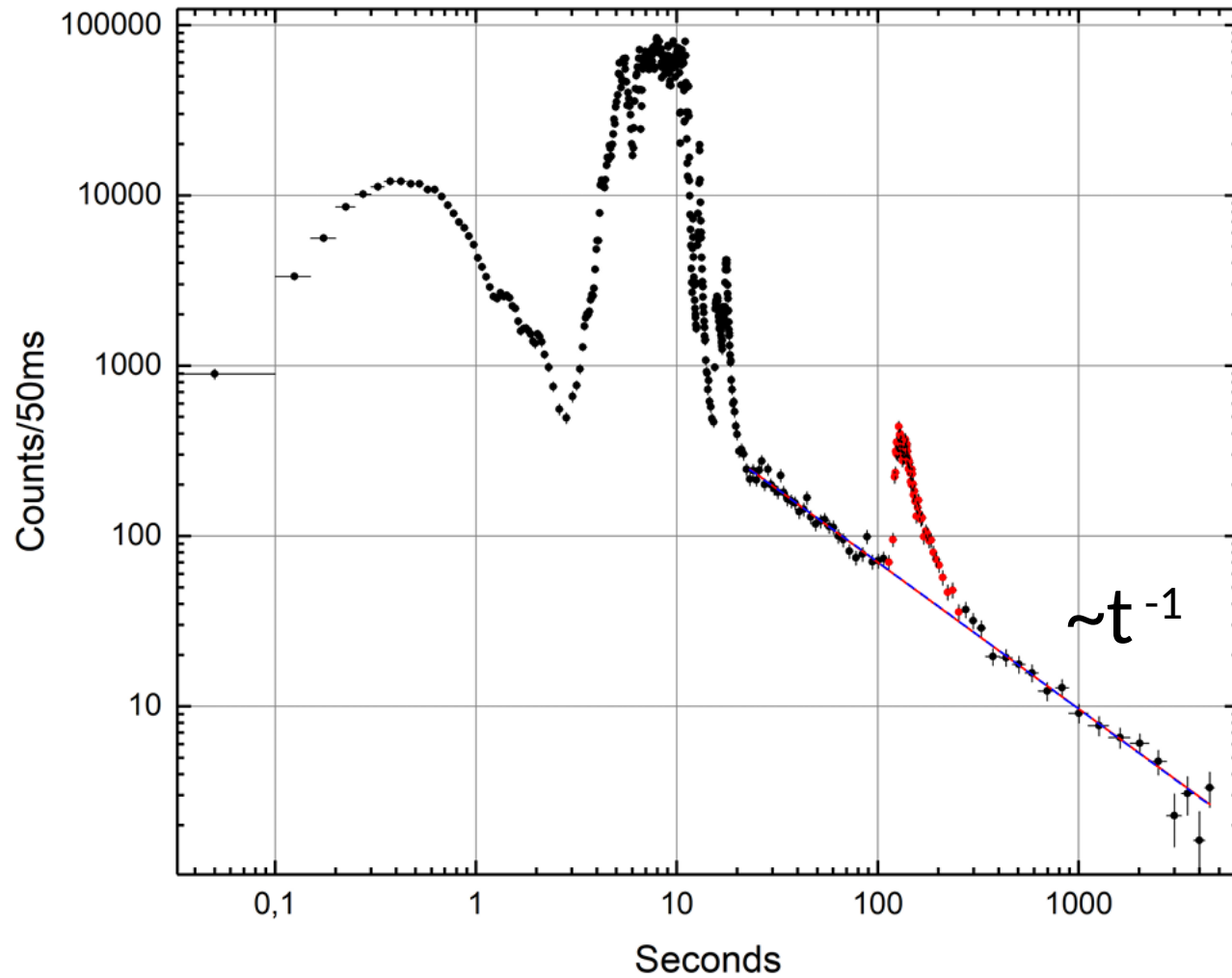
ACS catalog 2002- 2021

более чем 4000 GRBs



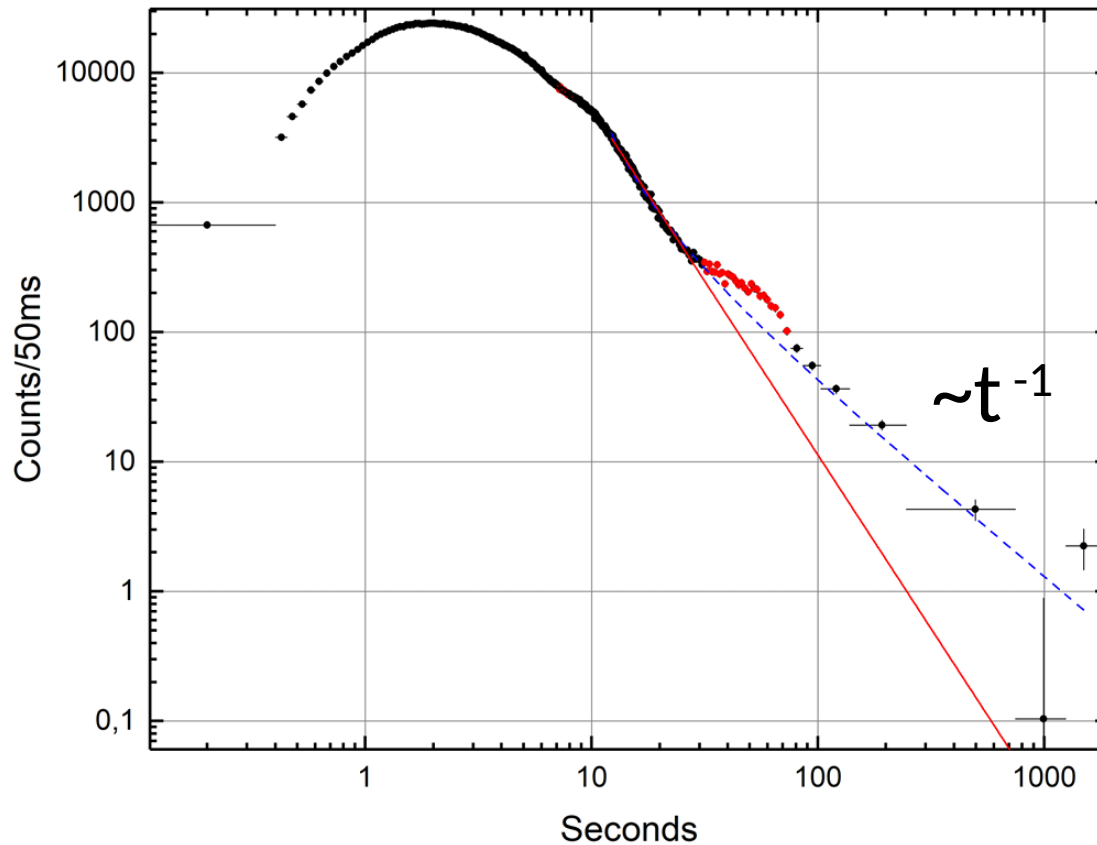
GRB 130425 (EE=afterglow)

20% имеют EE

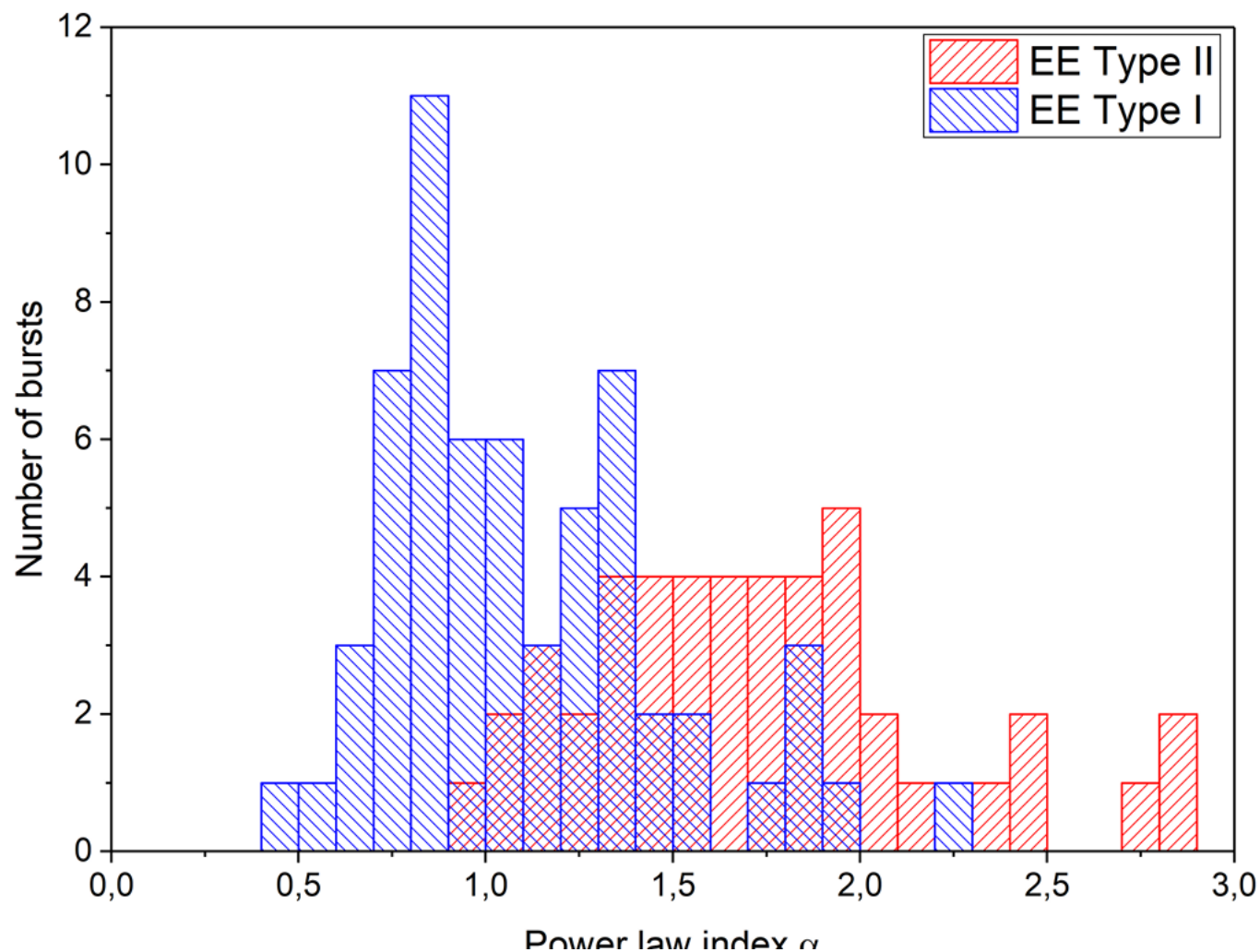


GRB 041212

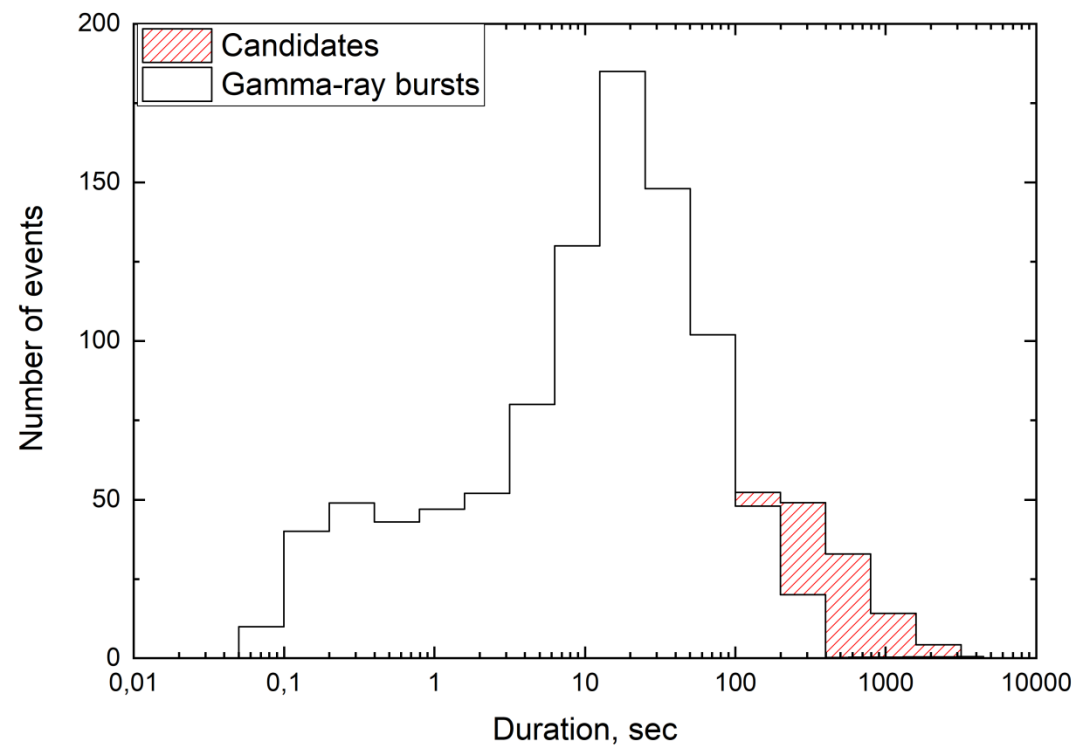
(EE – afterglow + fast prompt)



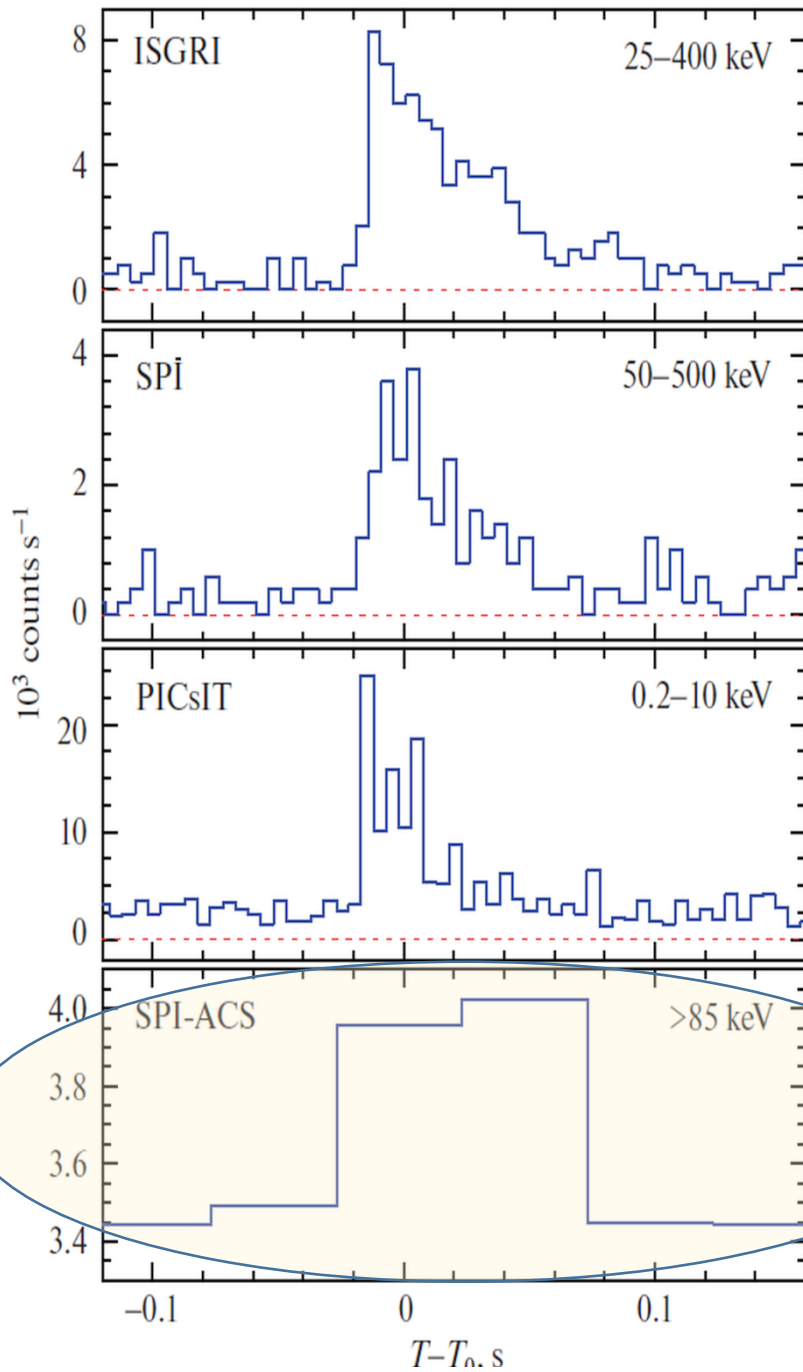
Распределение степенного индекса продленного излучения GRB



Very long GRBs



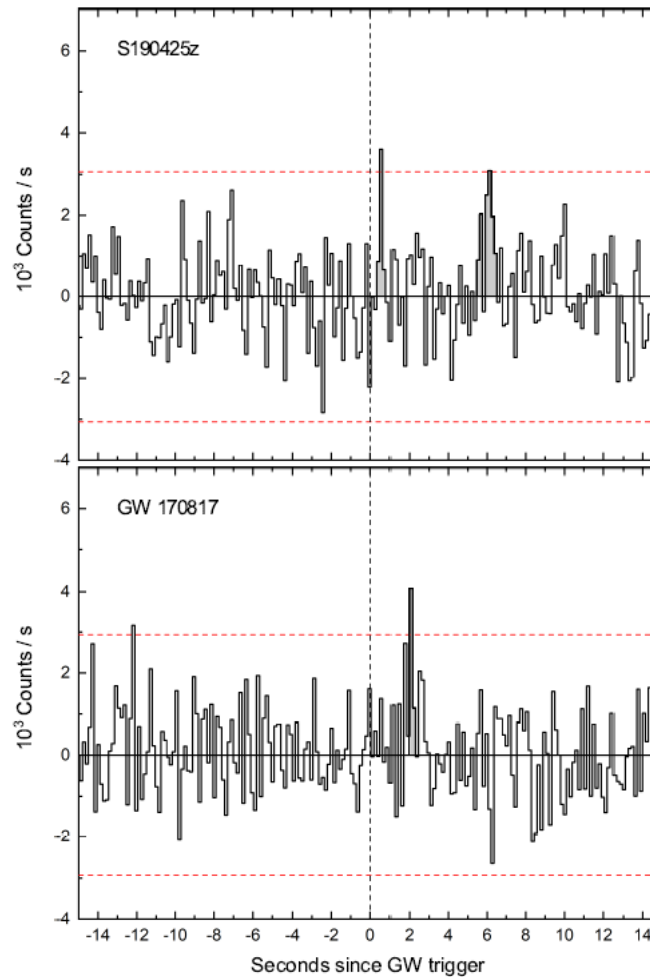
GRB 231115A а.к.а. гигантская вспышка магнетара в М82



Observation of the 2nd LIGO/Virgo BNS

GW 190425 with **SPI-ACS**/INTEGRAL

Too faint, but
significant

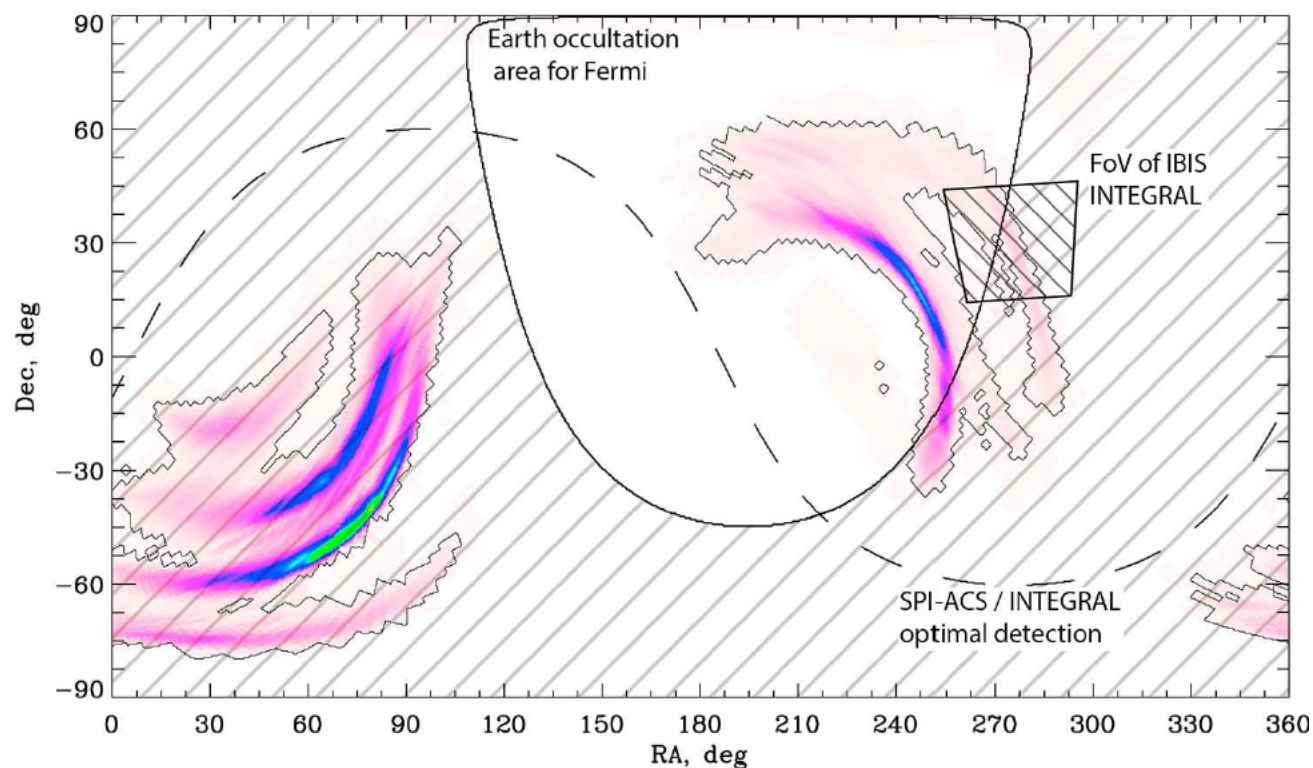


GRB/GW 190425

GRB/GW 170817

Fig. 2. Photon count rate by SPI-ACS versus time immediately before and after the gravitational-wave events S190425z (top) and GW 170817 (bottom), i.e. the same as in Fig. 1, but

GW 190425 SPI-ACS и GBM/Fermi покрытие небесной сферы

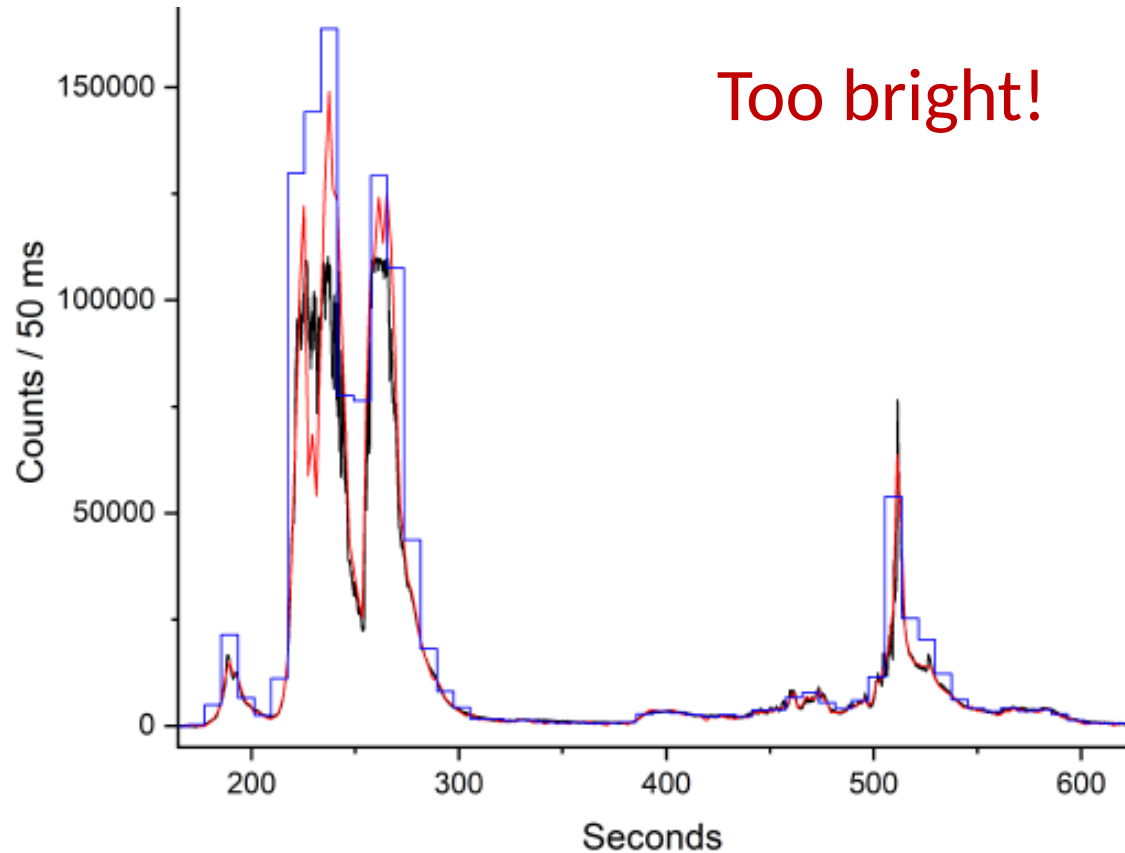


GRB 221009A **SPI-ACS**/INTEGRAL

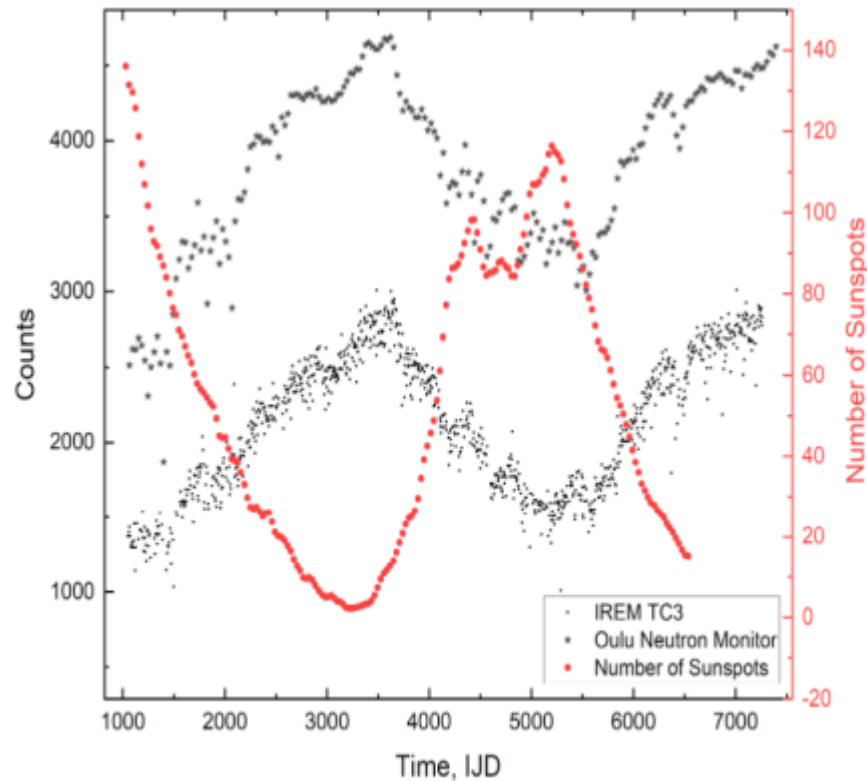
реконструкция (**blue**)

Eiso > 1.5E+54 erg (**SPI-ACS** нижний предел)

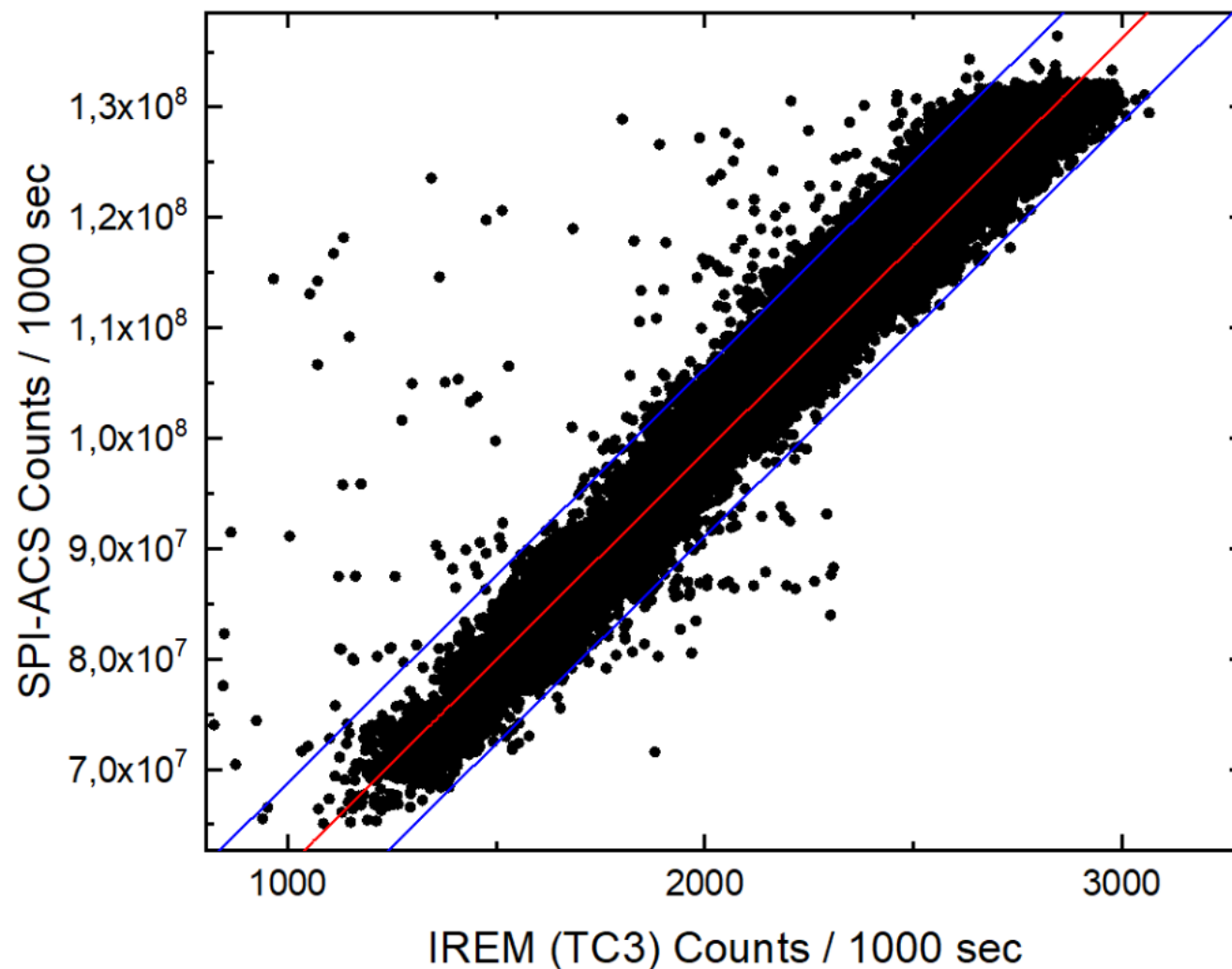
Eiso=2E+55 erg (Konus-Wind)



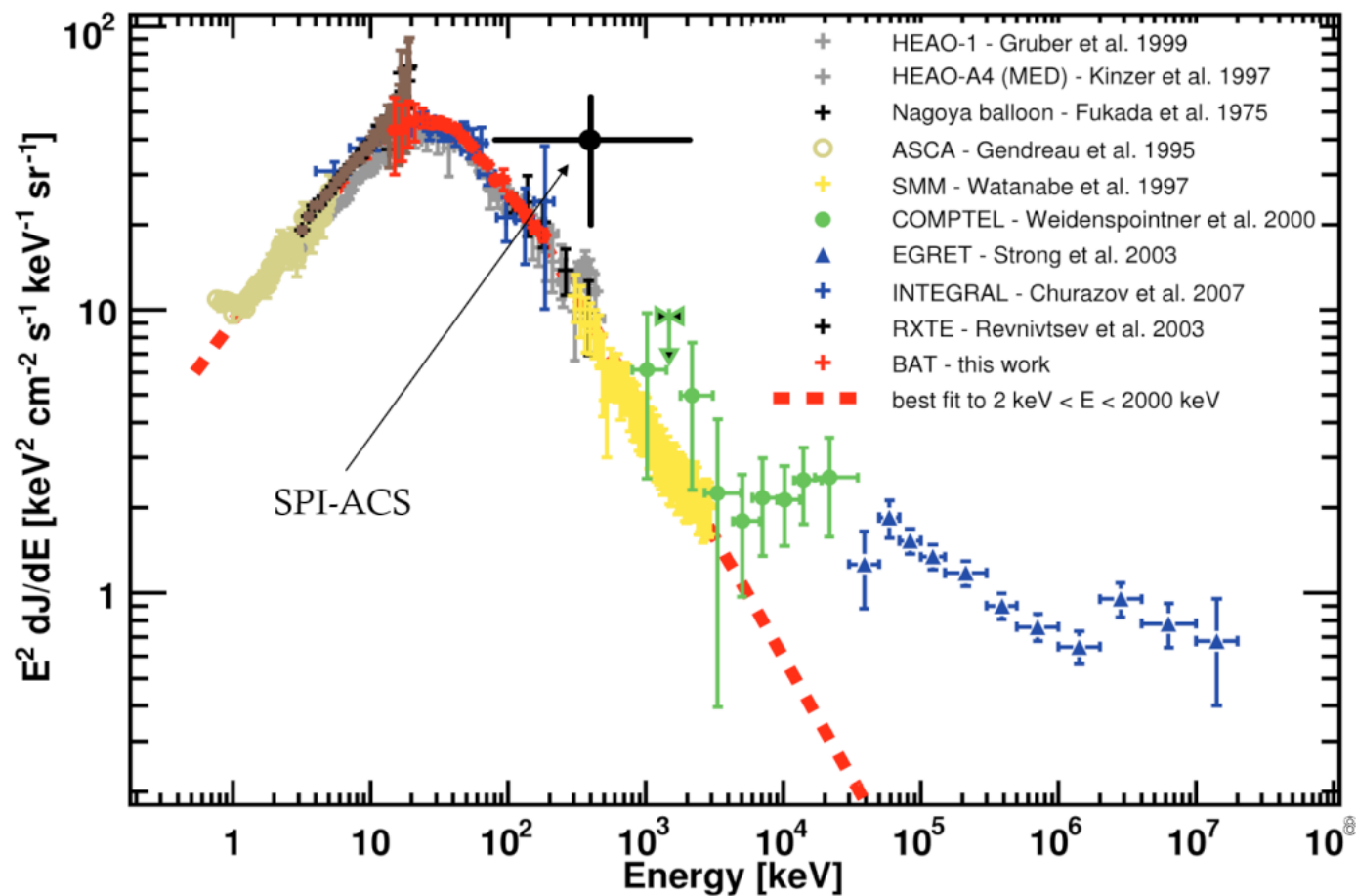
Кривая блеска для данных детектора IREM TC3 (чёрные кружки) и ней-тронного монитора Оулу (серые звёзды). Отсчёты нейтронного монитора смещены по формуле $2 \times F_{\text{Oulu}} - 9000$. Красными точками показано среднее число Солнечных пятен. По горизонтальной оси - время в IJD.



Калибровочная кривая для отсчётов в детекторах SPI-ACS (вертикальная ось) и IREM в канале TC3 (горизонтальная ось). Красной линией показана наилучшая линейная аппроксимация. Синими линиями показана ошибка на уровне 2-х стандартных отклонений.

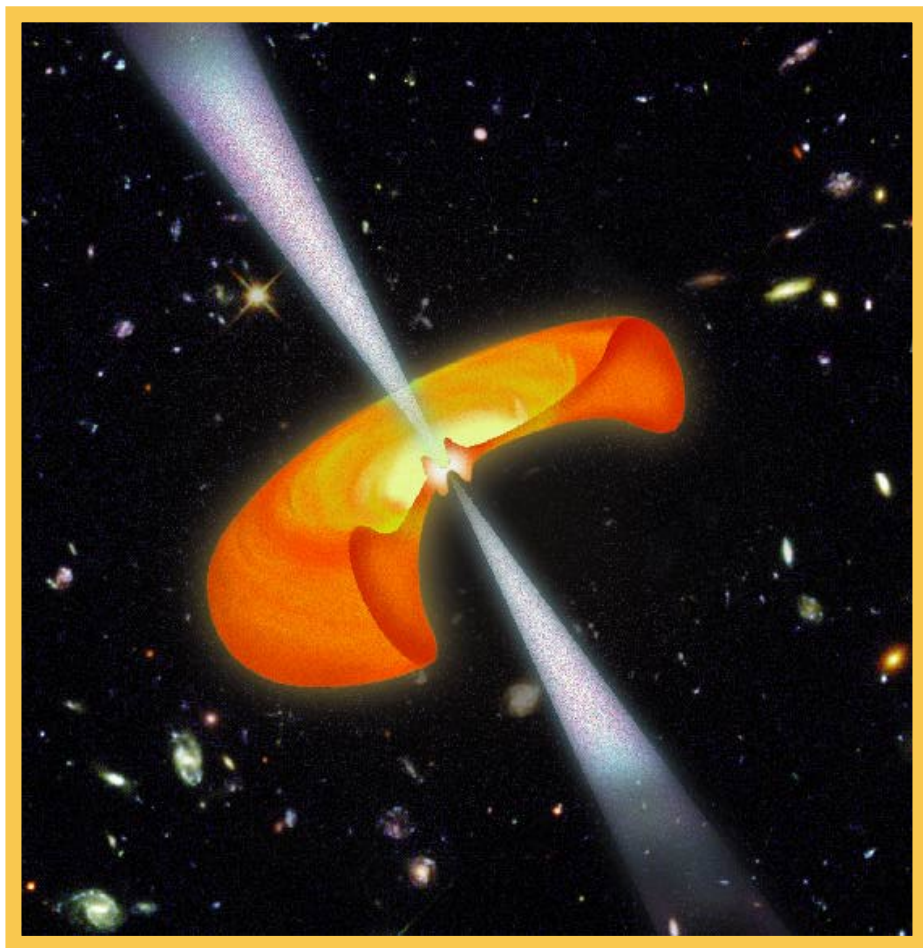


Спектр внегалактического диффузного гамма-фона с данным различных обсерваторий из работы Ajello и др., 2008. Стрелкой отмечена точка, соответствующая значению потока гамма-фона, регистрируемого ACS

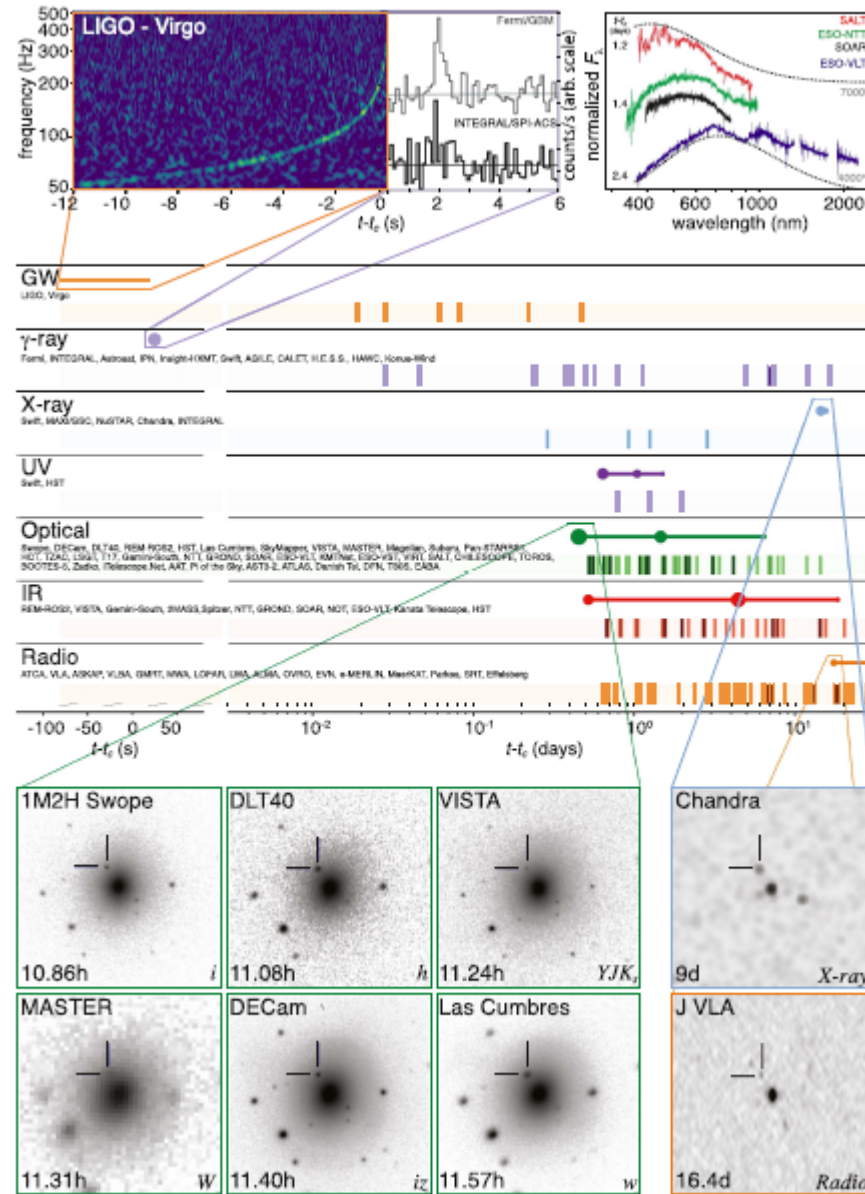


Вместо выводов

Do not stop the INTEGRAL mission
until LIGO-Virgo-KAGRA O4 is
finished!

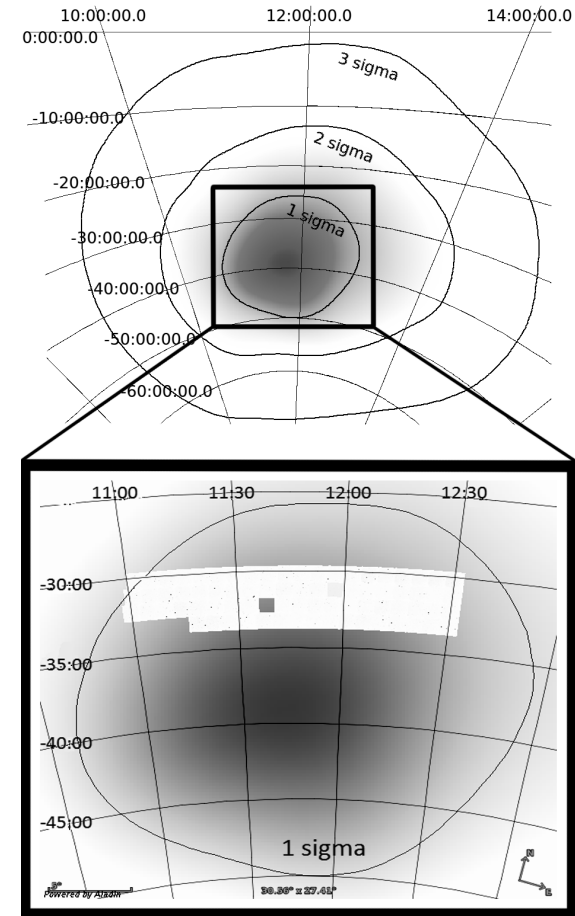
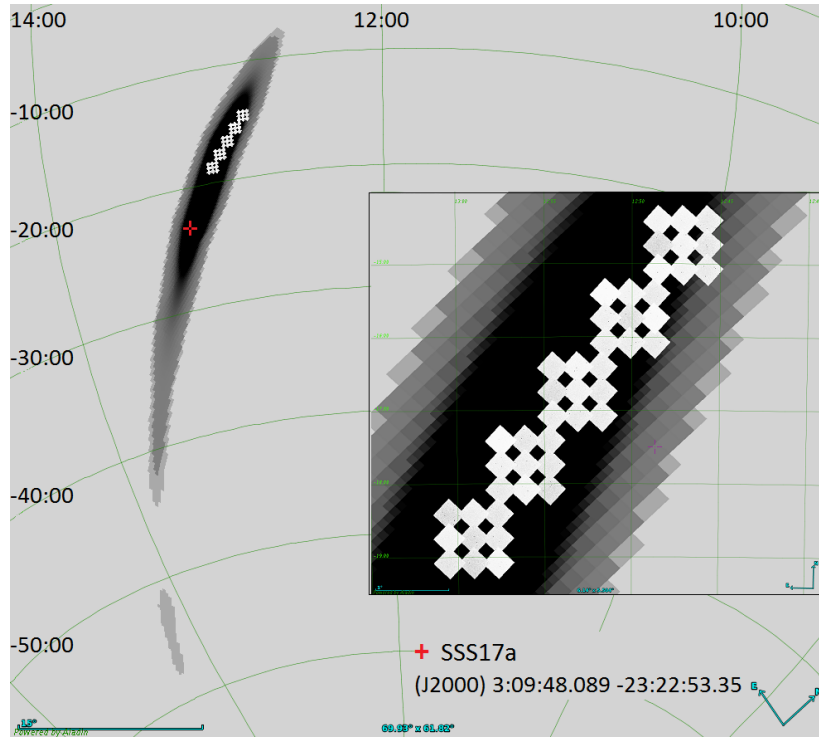


GW170817 and GRB170817A

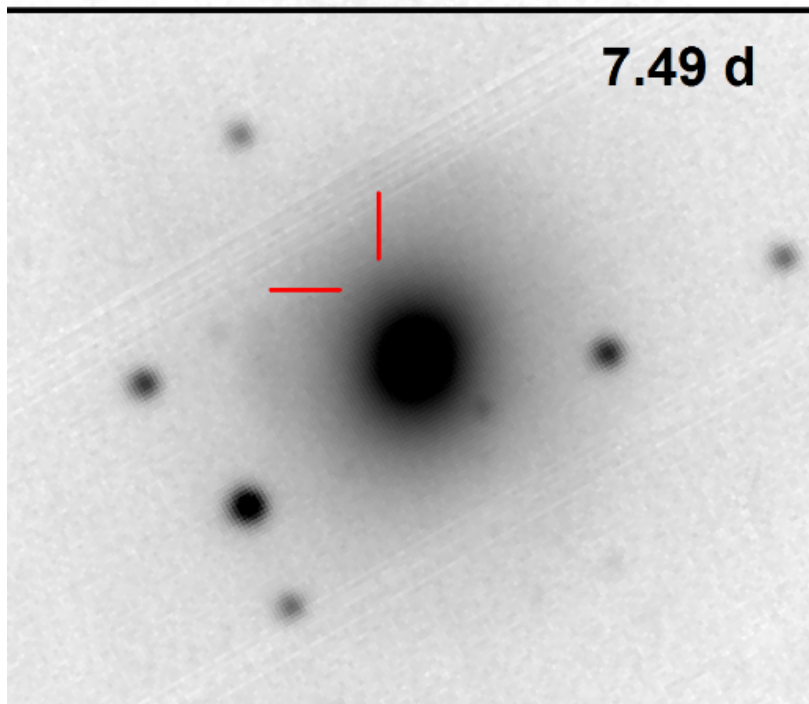
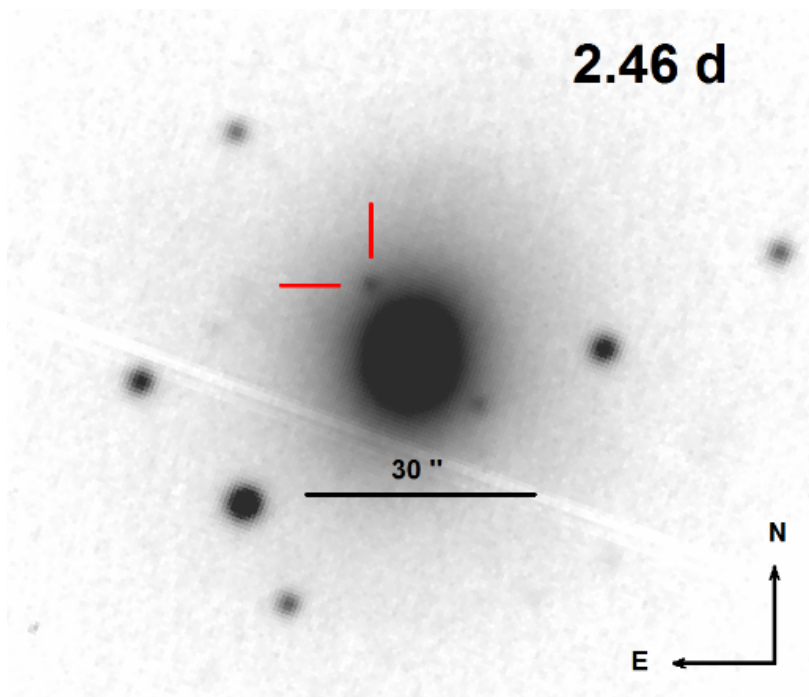


Chronology

First day GRB170817A search



CHILESCOPE, RC-1000 (left), RC-500 (right)

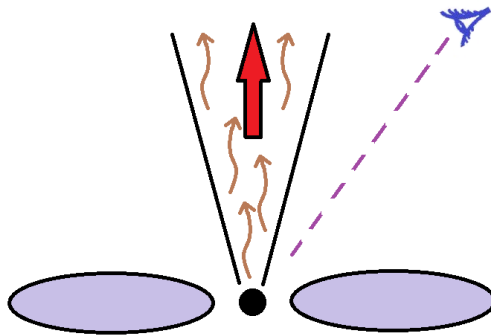
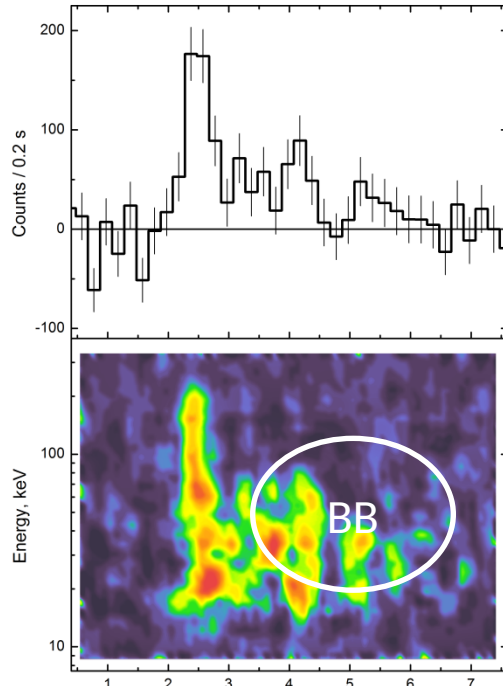


Our observation of the Optical Transient of SSS17a / AT2017gfo

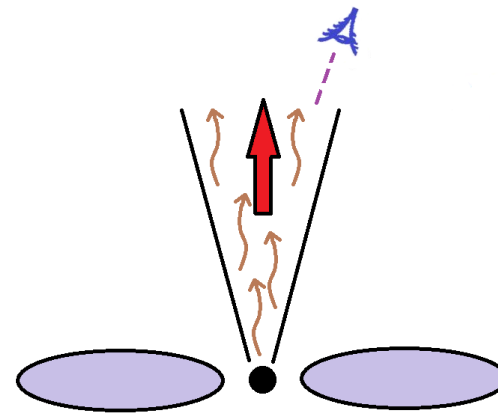
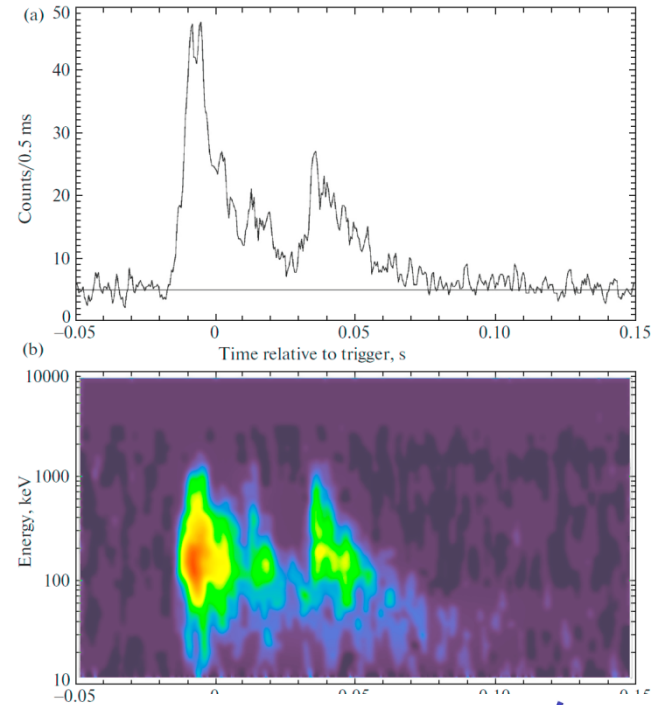
- Host galaxy NGC 4993
- Distance 40 Mpc
- OT in outskirts of the galaxy

Light curve in gamma-rays

GRB170817/GW170817



“Usual” short GRB



Our model of GRB 170817A

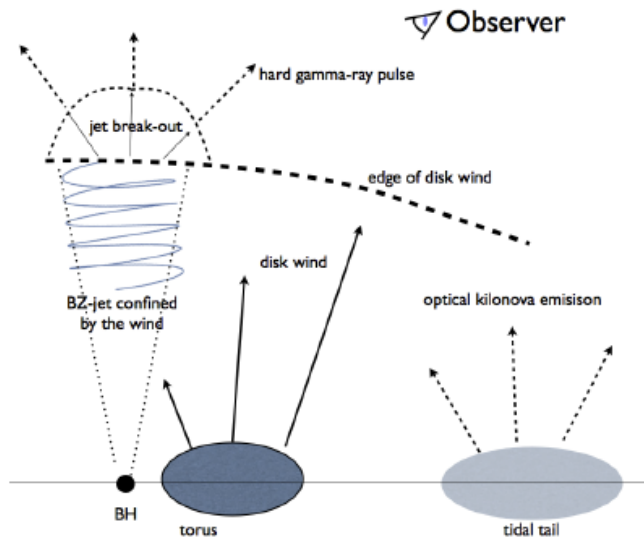


FIG. 6.— Sketch of our scenario. After merging of NSs, a BH is formed, which is surrounded by a compact accretion disk with **intense** wind. After sufficient magnetic flux is accumulated on the BH an electromagnetic jet is launched, confined initially by the disk wind. After propagating with mildly relativistic velocities, the jet breaks out from the wind zone in a semi-isotropic fashion, reaching highly relativistic Lorentz factors. This is the prompt GRB.

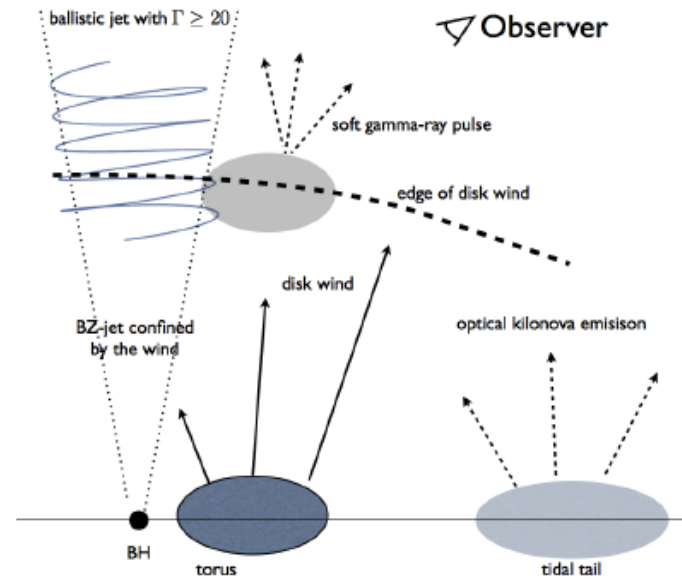


FIG. 7.— Post-breakout structure of the flow. The wind from the disk keeps collimating the jet for a few seconds. The jet propagates ballistically with Lorentz factors ≥ 20 and is unobservable due to deboosting. The shocked wind material produces thermal extended gamma-ray component with $T \sim 10$ keV.

Ligo/Virgo events maps (Maidanak at LIGO/Virgo epoch)

