

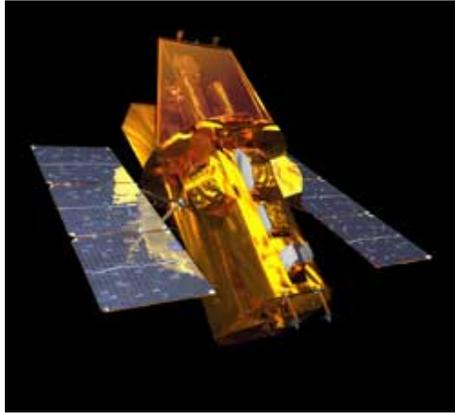
Космические гамма - всплески:
некоторые итоги 2007-2008 гг.

А. Позаненко

Институт космических исследований РАН, Москва

В космосе

Swift



0.3 keV – 150 keV, UV-telescope

Six colors covering 1800 - 6000 Angstroms

Spectroscopy from 1800 - 6000 Angstroms

60 GRB/yr

Точность локализации 0.5"-3'

Согласован с наземными обсерваториями

GLAST/Fermi



10keV – 400 GeV

150 GRB/yr

Точность локализации 3-10 град.

Не согласован с наземными обсерваториями

Swift : Chronology Hi-Lights

- 20 Nov 04 L+0 Launch
- 10 Dec 04 L+26 Full BAT Detector Array powered
- 11 Dec 04 L+27 First BAT GRB trigger: GRB 041211E
(5 bursts in one day!)
- 17 Dec 04 L+28 First BAT Burst located: GRB 041217
- 19 Dec 04 L+30 “Brightest Burst of the Year”: GRB 041219
- 23 Dec 04 L+34 First XRT afterglow: GRB 041223
- 27 Dec 04 L+38 SGR Superflare
- 17 Jan 05 L+57 Autonomous Slewing enabled (GRB 050117A)
- 26 Jan 05 L+68 First redshift, $z=1.29$: GRB 050126
- 15 Feb 05 L+88 First UVOT afterglow: GRB 050215B
- ... <jumping to recent> ...
- 19 Mar 08 4 GRBs in one UT_day; 5 w/in 24-hr
- 13 Sep 08 $z=6.7$: GRB 080913

GRB:

376 GRBs (by BAT) (+8 Gnd Det)
85% with XRT detections
60% with UVOT detections (70% with OT)
118 with redshift (41 prior to Swift)
32 short GRBs localized (+2 Gnd Det)
 $\langle z \rangle \sim 2.8$

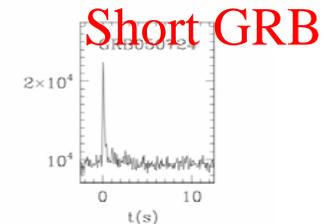
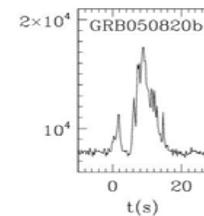
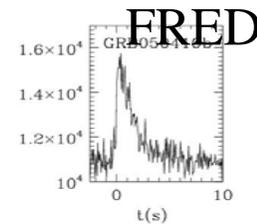
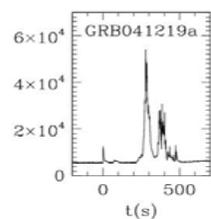
Non-GRB:

10's of triggered SGR events, 100's untriggered.
Many other hard x-ray astrophysical transients.

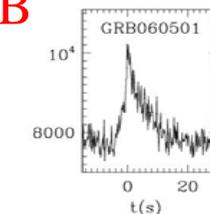
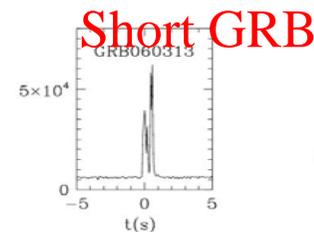
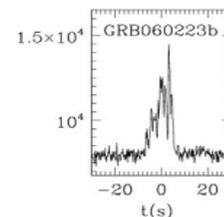
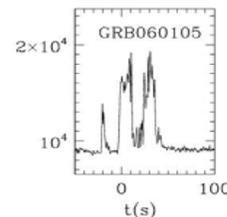
TOOs:

>1000 so far; current rate is $\sim 400/\text{yr}$.

Swift Statistics (as of 15 Oct 08)



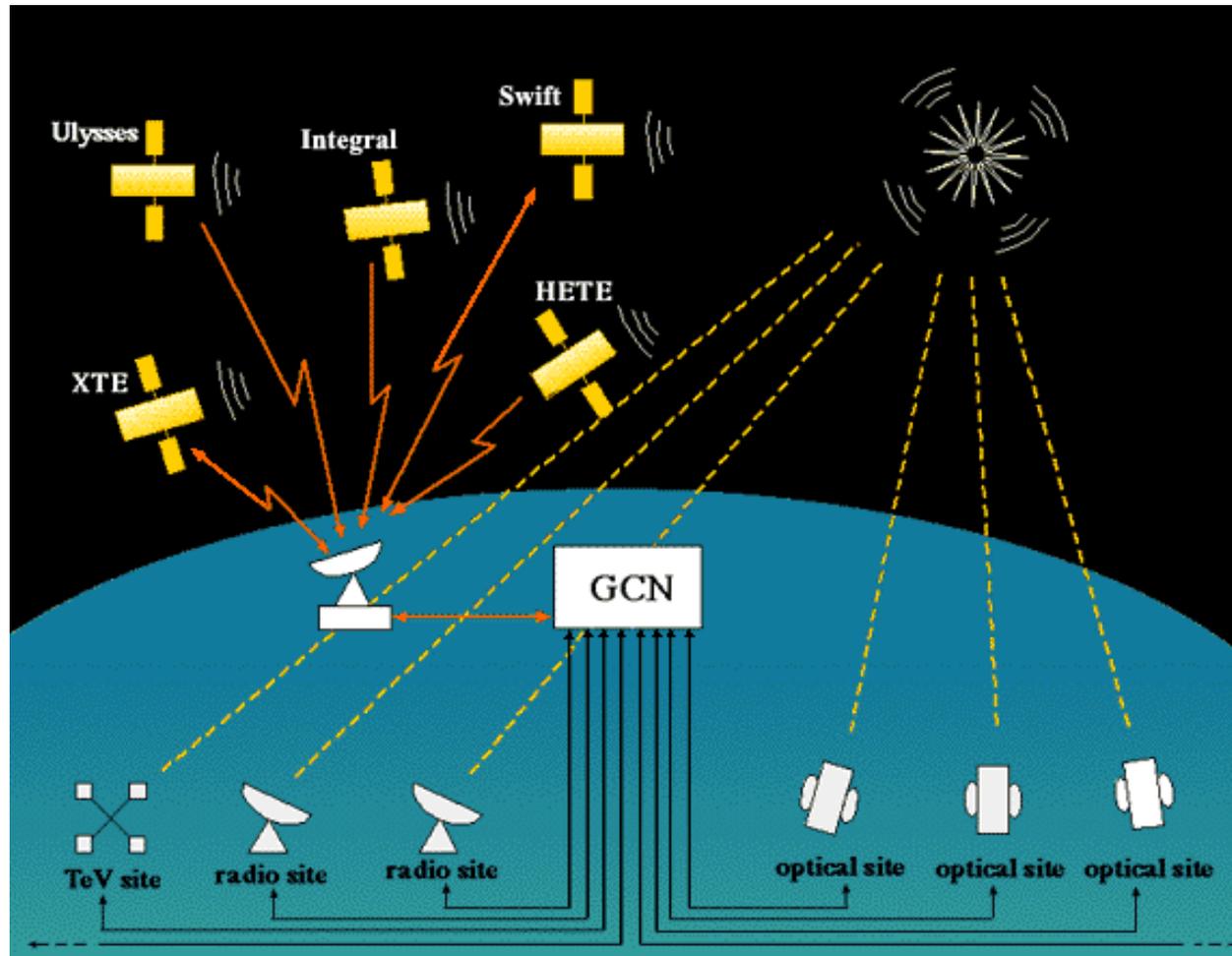
Fast Rise Exponential Decay



Fermi

- GBM – все по плану (улучшение алгоритма точности локализации GRB)
- LAT – 6 GRB в апертуре, в 4-х случаях MeV-GeV фотоны
- Все еще впереди

Алло, алло! Говоит космос — Земля слушает



А что на Земле?



WFOC/FAVOR

2003

НИИ ПП, ИКИ, САО



TORTORA/REM



RAPTOR, LANL



Pi of the sky, LCO



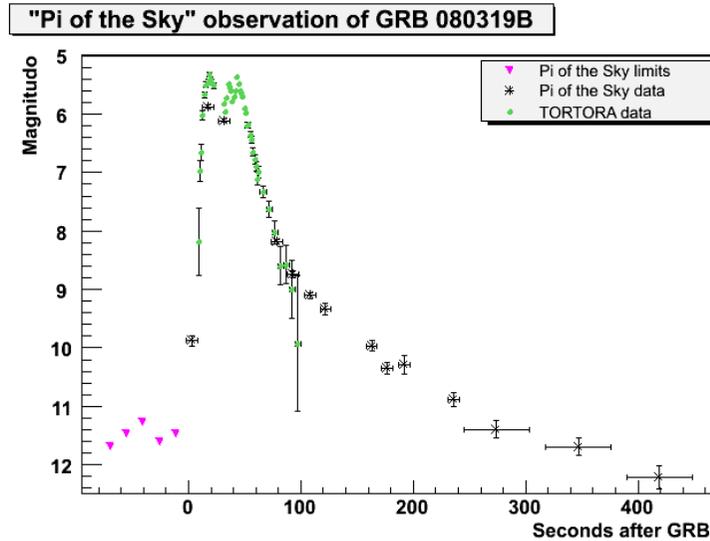
MASTER, Kislovodsk



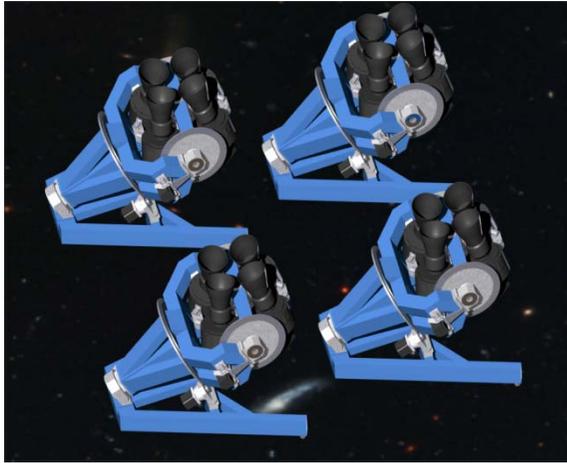
WIDGET-2, Japan

GRB 080319B

Reached visual magnitude 5.3 at $z \sim 1$!



“Pi of the Sky” system



SITE A



Parallax ~ 150 km
to reject close optical
flashes



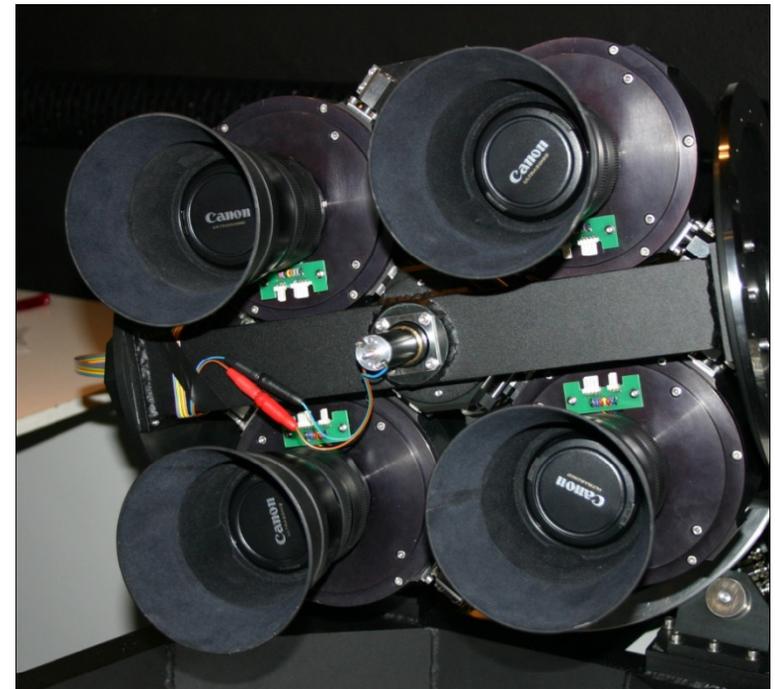
SITE B

- Continuous monitoring of large part of the sky ($\sim 1/6$).
Corresponding to FOV of the SWIFT
- Short exposures (10 s), large data stream $\sim 1\text{TB}$ / night !
- Every GRB detected by these satellites will be in our FOV
(reaction time < 0 !)
- Own real time trigger for optical flashes, parallax to reject
near Earth objects (artificial satellites)



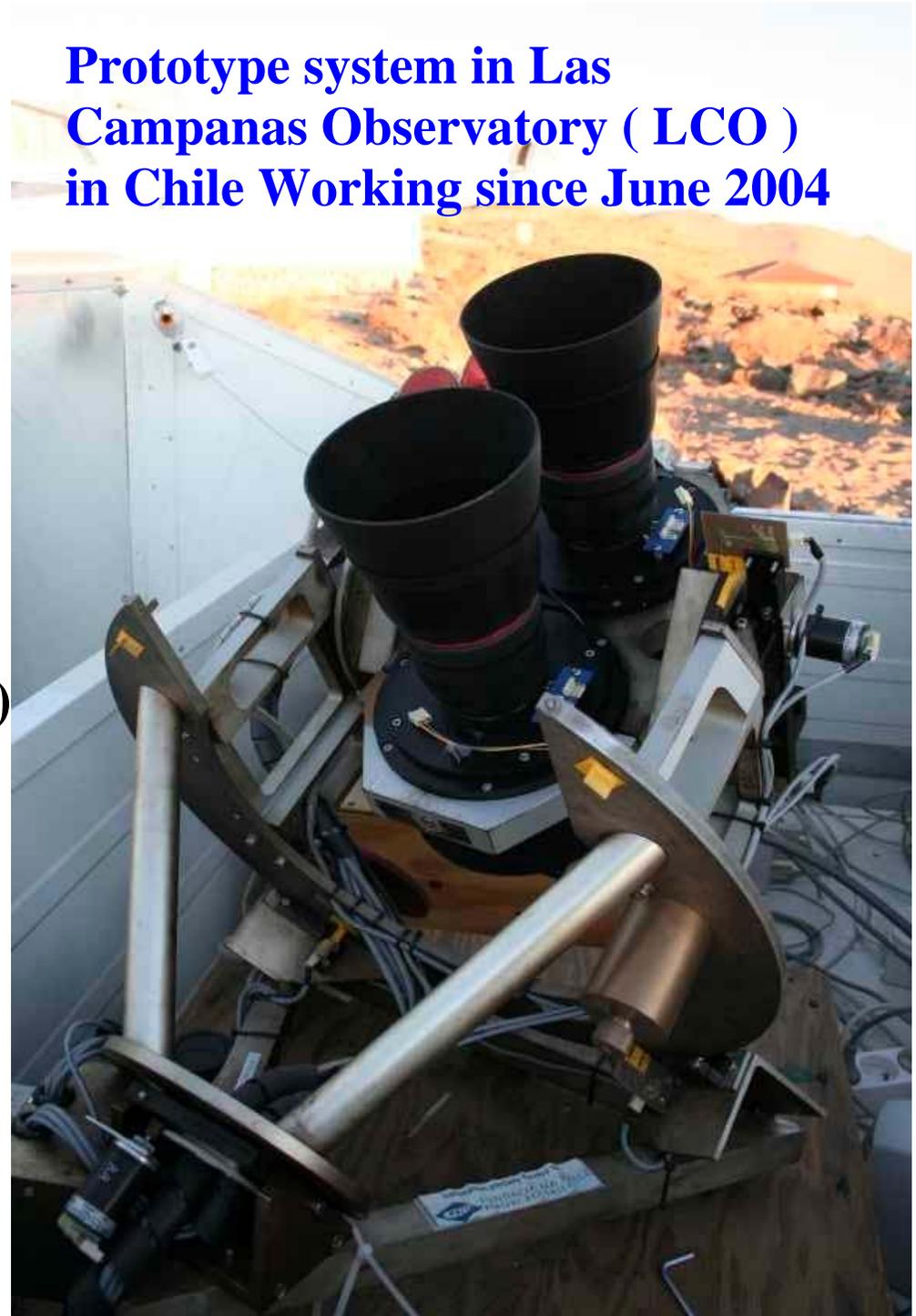
System is under construction

- Custom designed cameras, Canon objectives, $f = 85 \text{ mm}$, $f/d = 1.2$, resolution $36''$
- Ethernet and USB2.0 interface
- STA 0820 chip , $2k \times 2k$, 2 side readout 1Mhz (1sec)
- Readout noise $< 30e^-$
- Programmable electronics (FPGA)
- 2 stage thermoelectric cooling
- Shutter designed for $\geq 10^7$ cycles

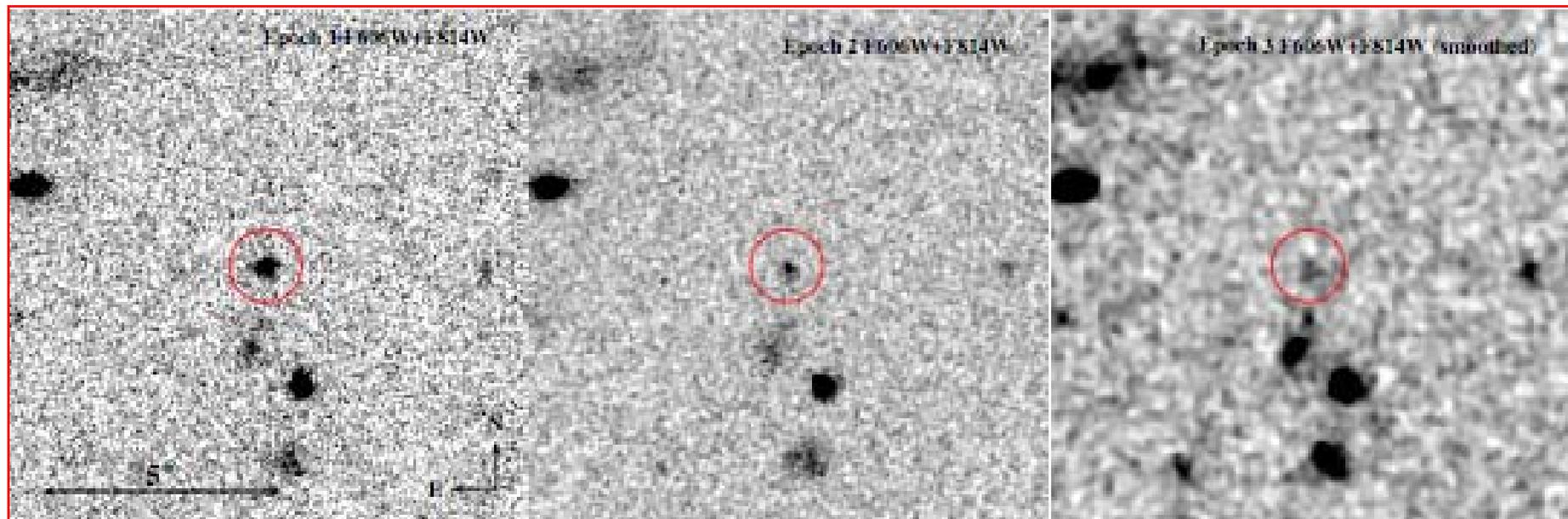
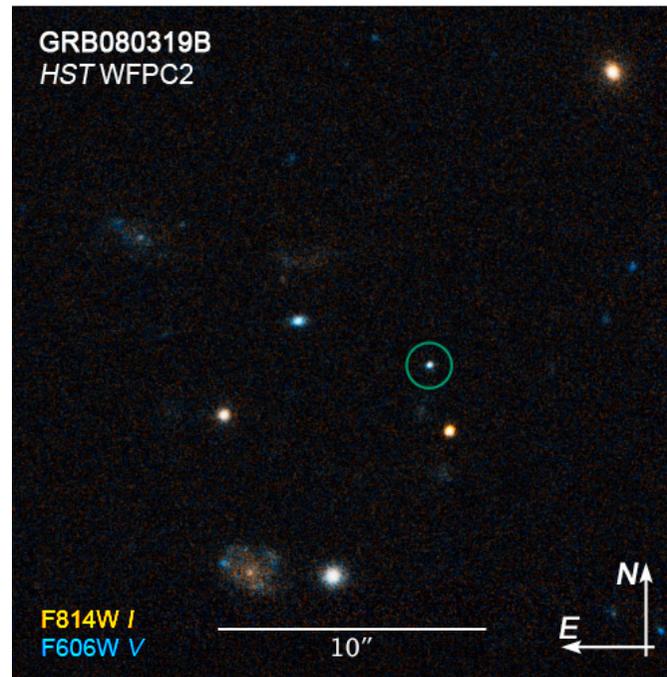


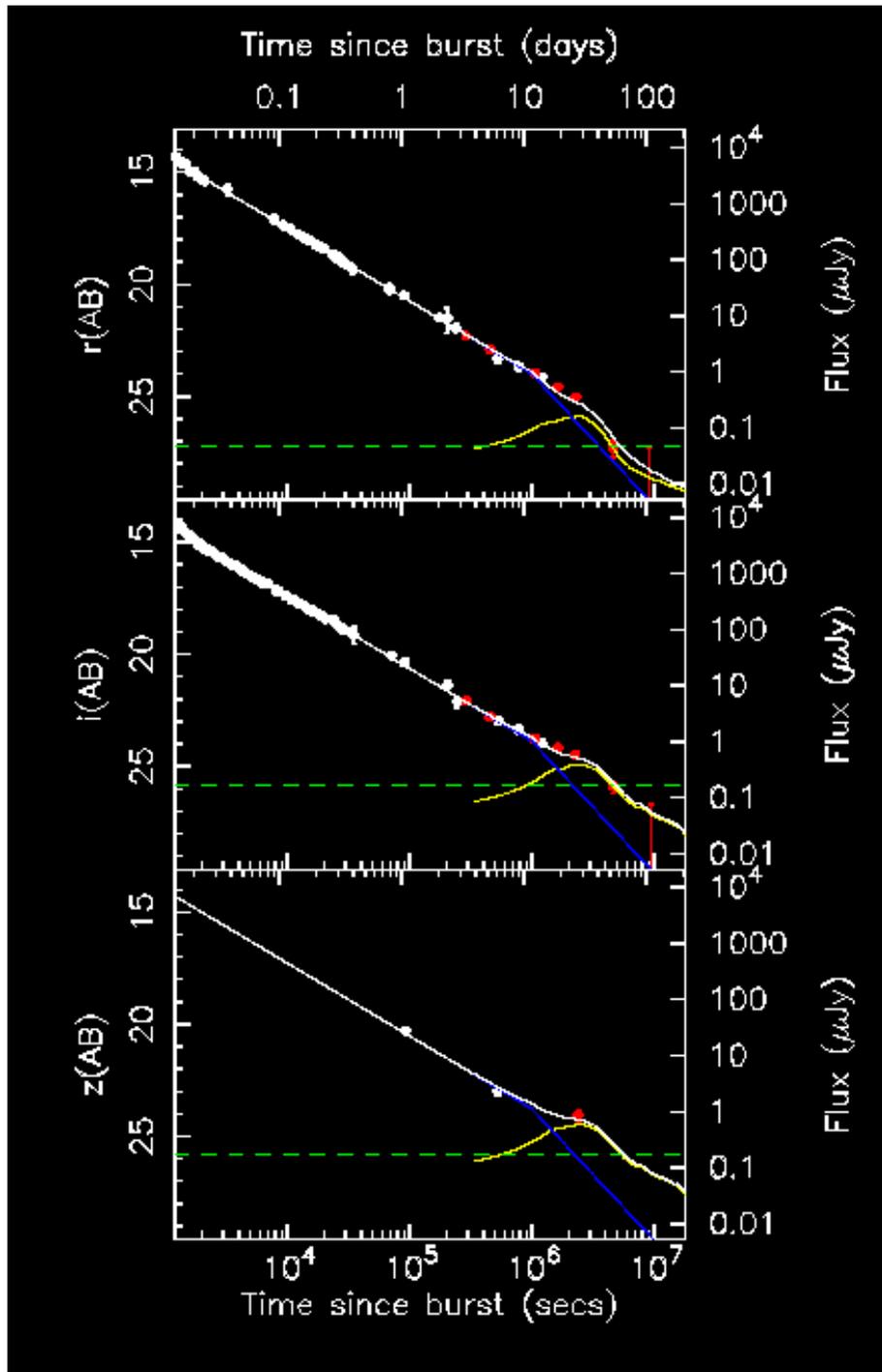
- **2 cameras on paralactic mount working in coincidence**
- **Fully autonomous system**
- **Optics same as final cameras**
- **IR-cut filter (R to be installed)**
- **CCD 0442A Firechild 2k x 2k**
- **Field of View ~ 20° x 20°**
- **10s exposures**
- **Limiting magnitude :**
 - ~11^m on 10 sec exposure
 - ~13^m on 20 averaged images

**Prototype system in Las
Campanas Observatory (LCO)
in Chile Working since June 2004**



HST/WFPC2 observations





Redder bands show late time excess.

Consistent with an additional supernova component reaching about 70% of the luminosity of SN 98bw (possibly rather redder, or shorter duration).

i.e. similar to the properties of other GRB supernovae inferred from light curve “humps”.

Сеть СНГ

Позаненко А., В. Румянцев, М. Ибрагимов,
Е.Павленко, Ю. Ефимов, М. Андреев, А. Сергеев, К.
Антонюк, И. Асфандияров, Р. Каримов, Г. Бескин, В.
Бирюков, С. Бондарь, А. Вольнова, В. Дорошенко,
Г. Корниенко, А. Ерофеева, Е. Клунко, И. Коробцев,
В. Лозников, Н. Меркулова, С. Сергеев, Д. Шарапов,
А. Шульга

Институт космических исследований РАН, Москва

НИИ Крымская астрофизическая обсерватория, Научный

Астрономический институт им.Улугбека АН РУз, Ташкент

Специальная астрофизическая обсерватория РАН, Нижний Архыз

Крымская станция ГАИШ МГУ, Научный

ГАИШ МГУ, Москва

Станция наблюдения Нижний Архыз (НИИ ПП)

Уссурийская астрофизическая обсерватория РАН, Горностаежный

Институт астрономии РАН, Москва

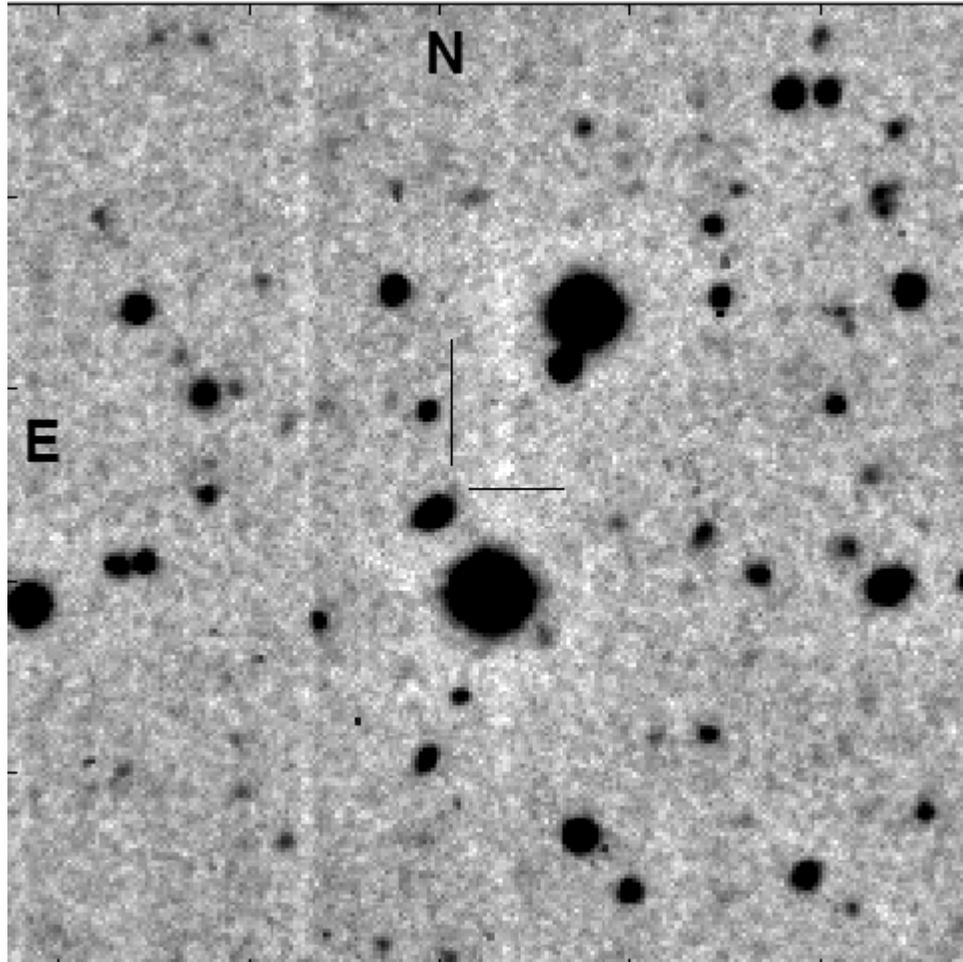
Институт солнечно-земной физики РАН, Иркутск

Сеть СНГ

За время существования сети (2002-2008) зарегистрировано более 60 послесвечений, открыто 3 хост-галактики (GRB051008, 060111B, 060605), открыто одно (из двух открытых в СНГ) послесвечение для GRB081126. Подтвержден оптический компонент SGR0501+4516. К наиболее значимым результатам относятся оценки спектральных вариаций начального периода послесвечения (0.5-8 часов после всплеска) для GRB030329, GRB041006 и GRB060714, GRB081203A, оценки временной переменности в интервале 10-90 минут для GRB050922с, GRB081203A наблюдение хост-галактики всплеска GRB051008, с аномально малым отношением потоков в оптическом и рентгеновском диапазоне.

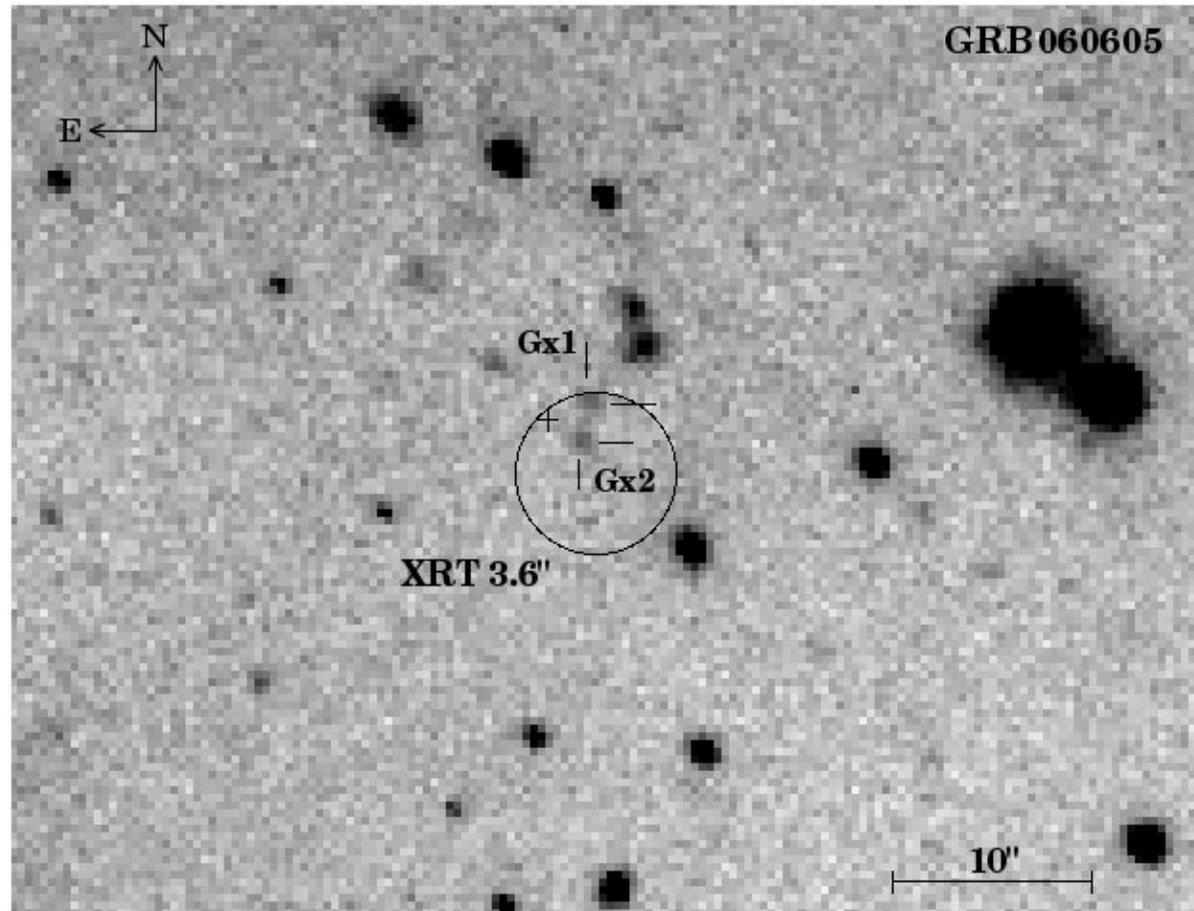
Хост-галактики

GRB060111B
 $z=2.25 \pm 0.75$



GRB060605

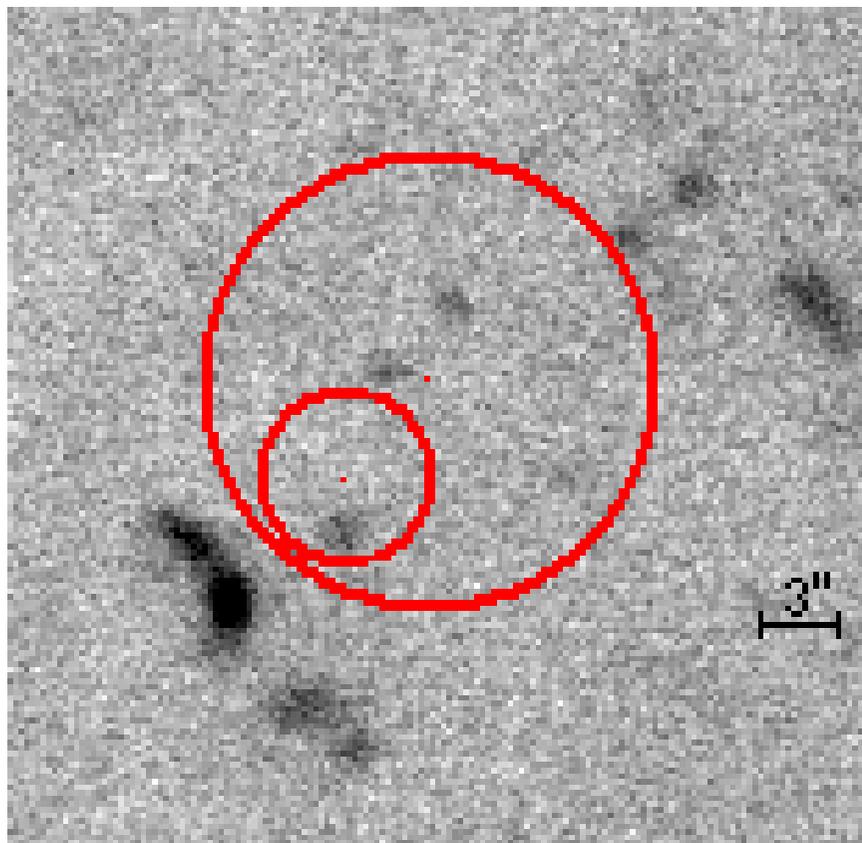
$z=3.71$



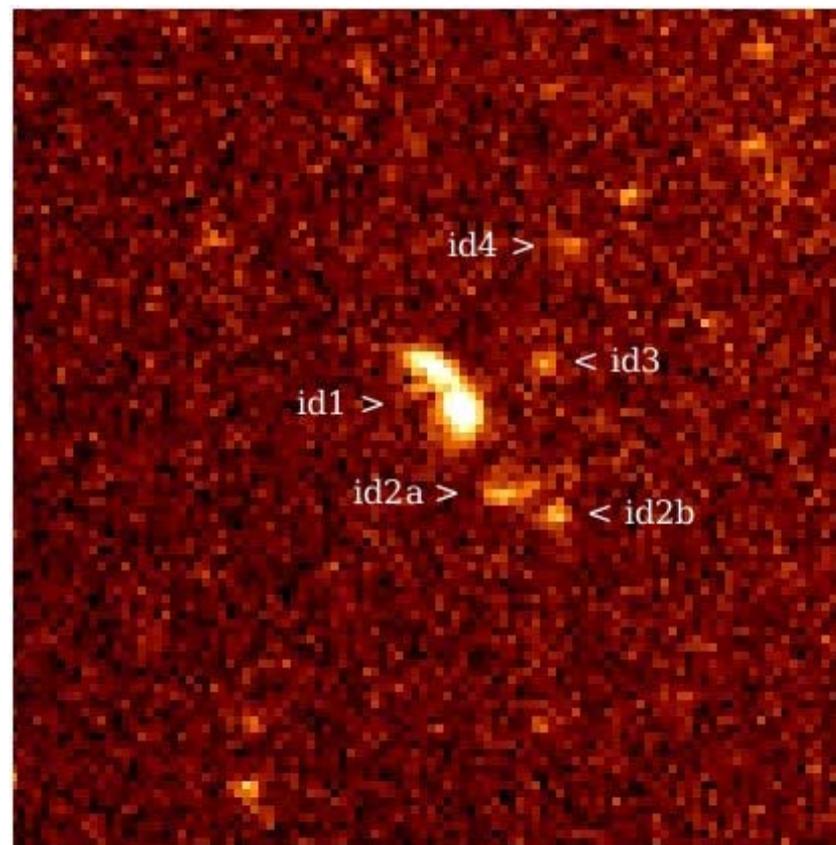
оптически «темный» GRB051008

$0.4 < z < 0.85$

(Доклад А. Вольновой)



Epoch 4. Jun. 20 2006. NOT 2.5m. Seeing is $0.85''$ in R. Coordinate (J2000) of galaxy id3: RA=13 31 29.50 Dec=+42 05 53.8 +/- $0.2''$



Epoch 7. Aug. 12 2006. NOT 2.5m. Seeing is $0.7''$ in B. Sources of the field are designated.

Спектральная переменность

GRB041006

$z=0.716$

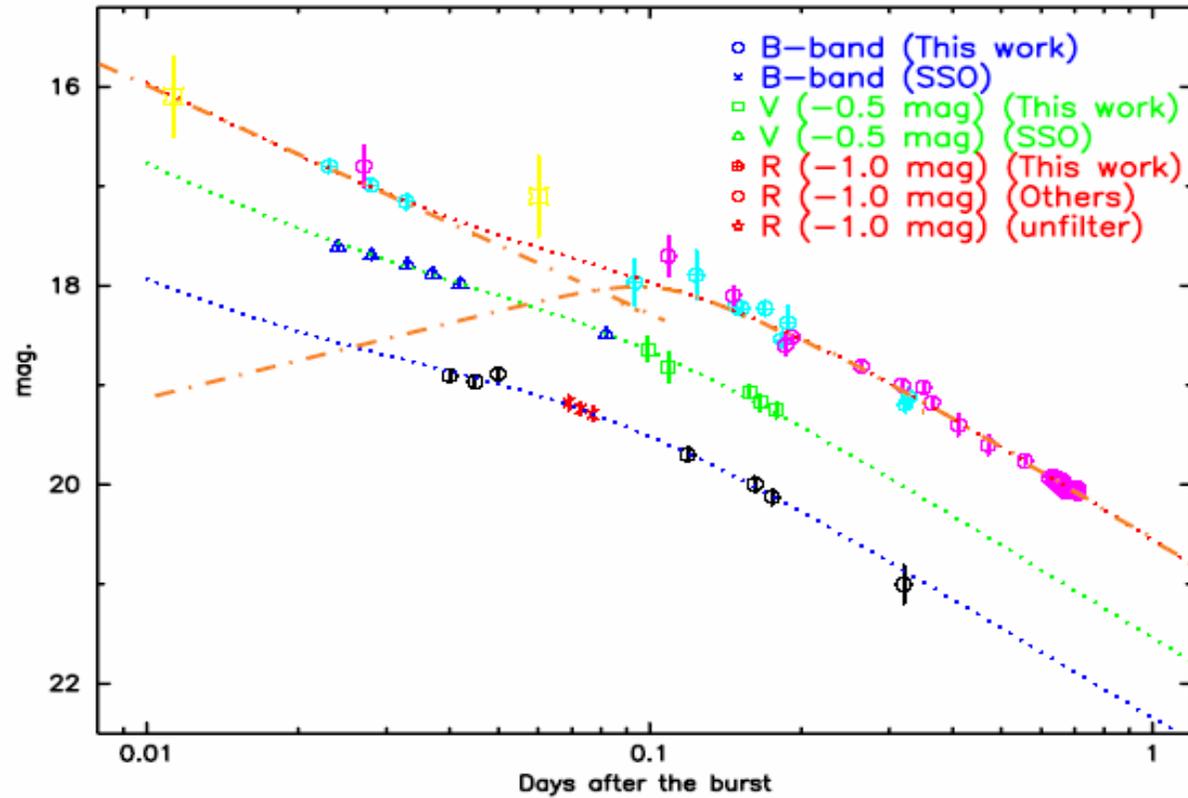
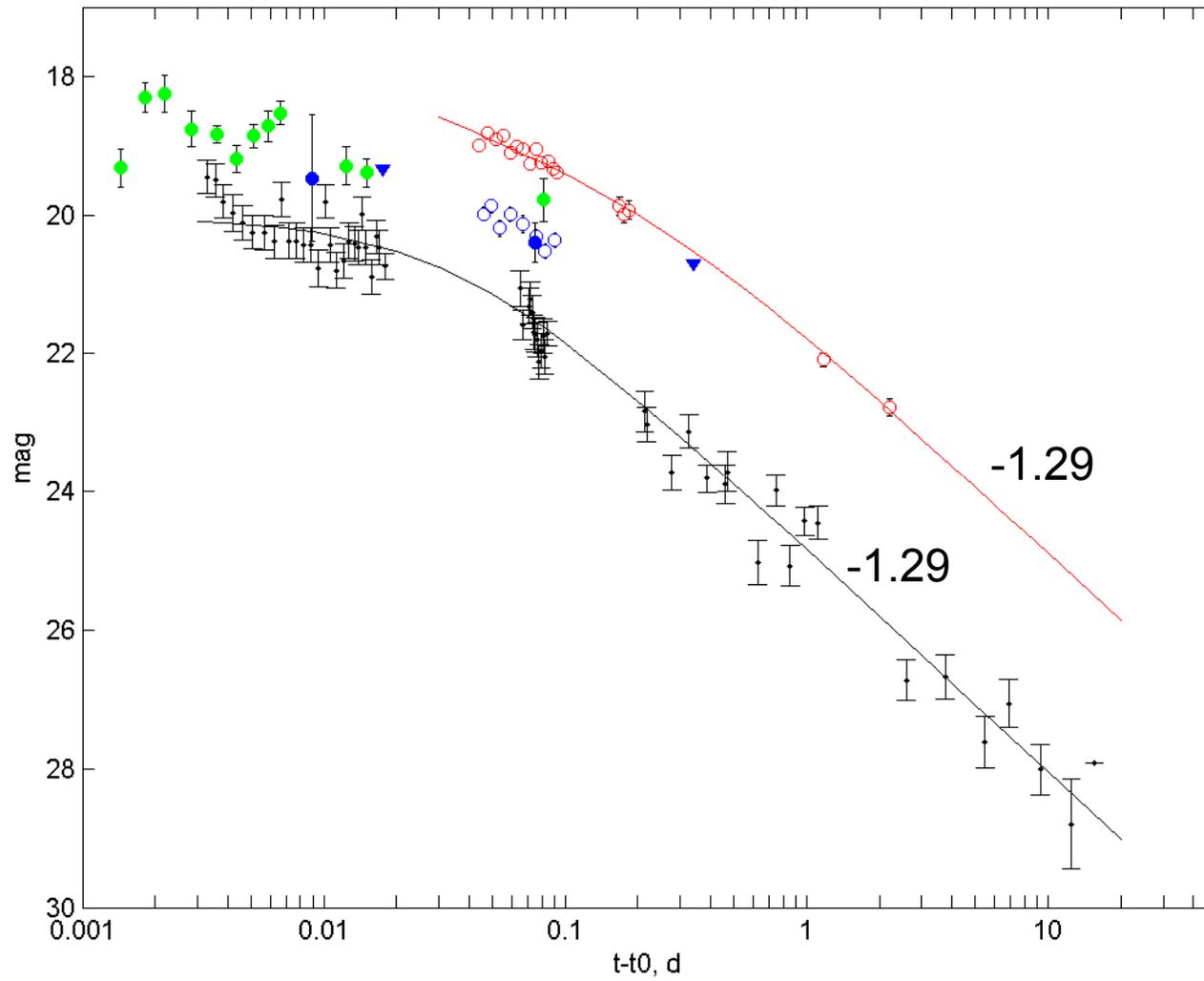


Fig. 2.— B , V and R band light curves produced based on the Kiso, Lulin and Beijing results together with SSO(Soderberg et al 2005), MMT(Stanek 2005) and several GCNs. The dotted lines indicate the best fit model functions described in the text. The dashed lines indicate the model components of the best fit function for the R band lightcurve.

GRB060714

$z=2.71$

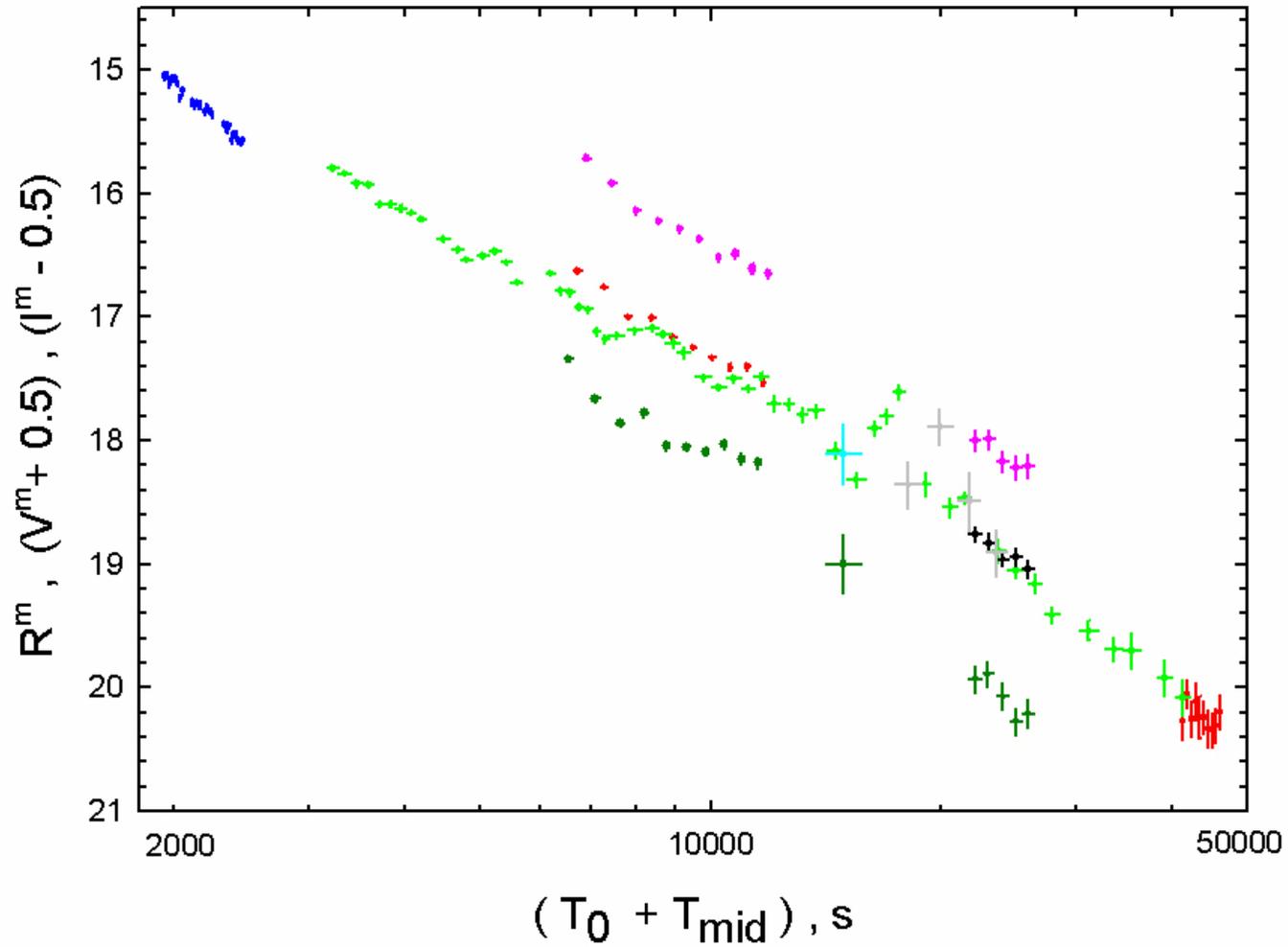
GRB 060714 light curve



GRB081203A

Terkol z-600 (Andreev),
AZT-11 (Rumyantsev)

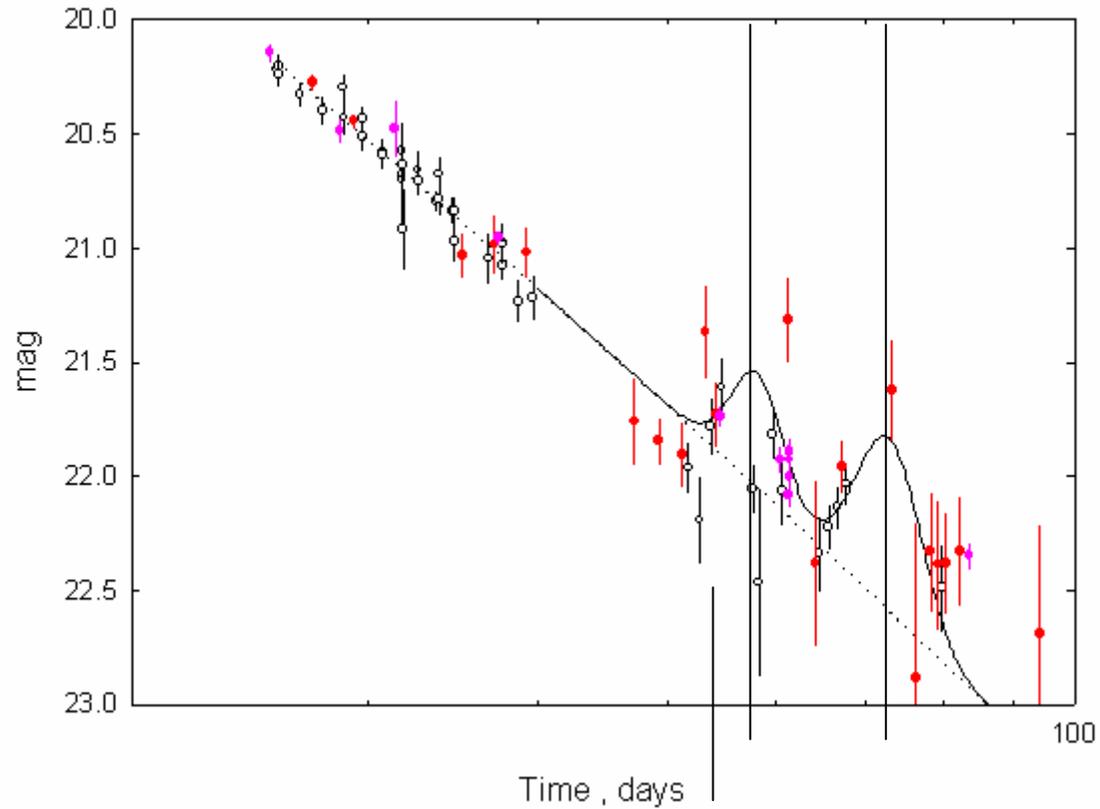
$z=2.05$



Длительные наблюдения

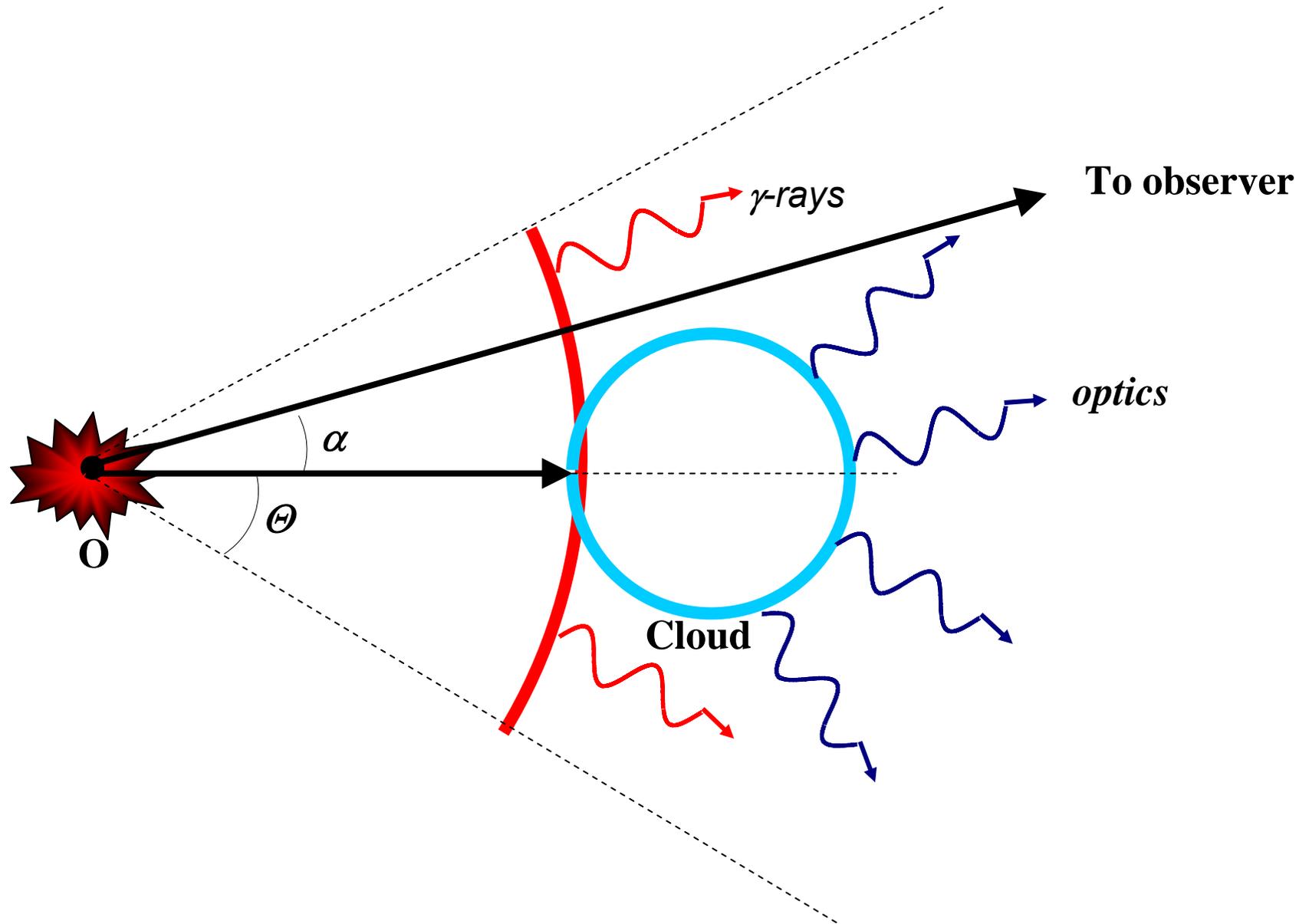
GRB030329

$z=0.168$



Radio source
@ 15 GHz

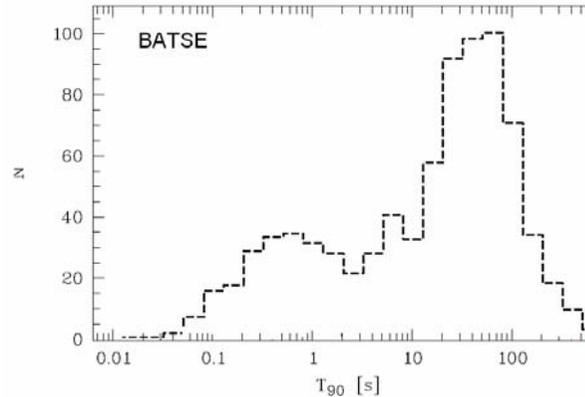
Model:



Короткие гамма-всплески

В чем проблема ? (I)

- Длинные GRB ($T > \sim 2$ с)
- Короткие GRB ($T < \sim 2$ с)



- Источники повторного гамма-излучения (SGR)

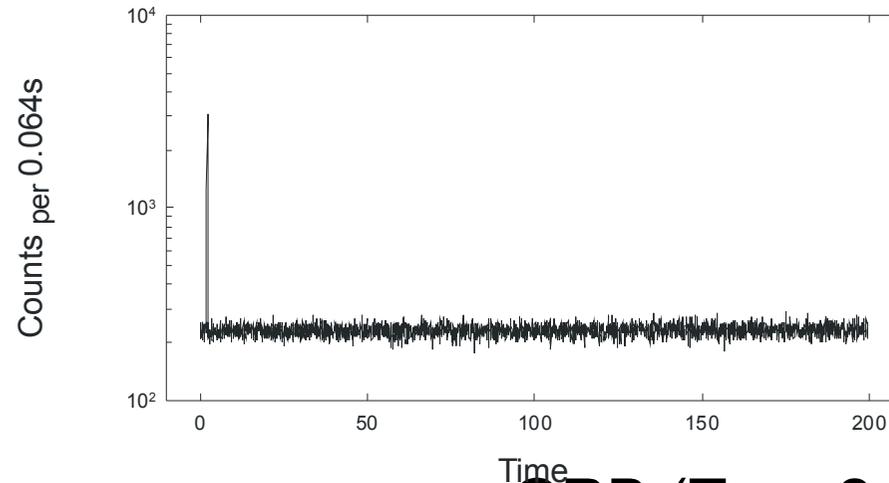
A. Pozanenko, V. Loznikov , R. Preece, 2003, 2008

В чем проблема? (II)

Короткие GRB ?

- Классические короткие GRB ($T < \sim 2$ с)
- Короткие GRB с «послесвечением»
- Короткие GRB с «продленным» излучением
- Источники повторного гамма-излучения (SGR) из ближайших галактик (< 50 Мпк)

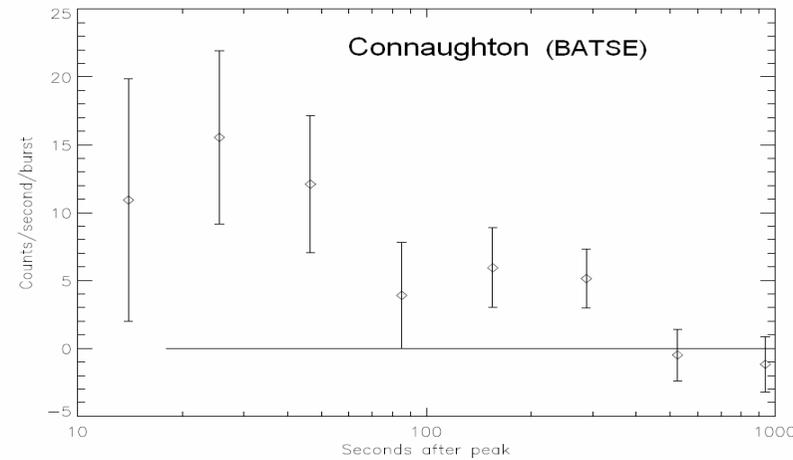
В чем проблема? (II)



KONUS, PVO, BATSE,
HETE-2, Swift ...

- Классические короткие GRB ($T < \sim 2$ с)
- Короткие GRB с «послесвечением»
- Короткие GRB с «продленным» излучением
- Источники повторного гамма-излучения (SGR) из ближайших галактик (< 50 Мпк)

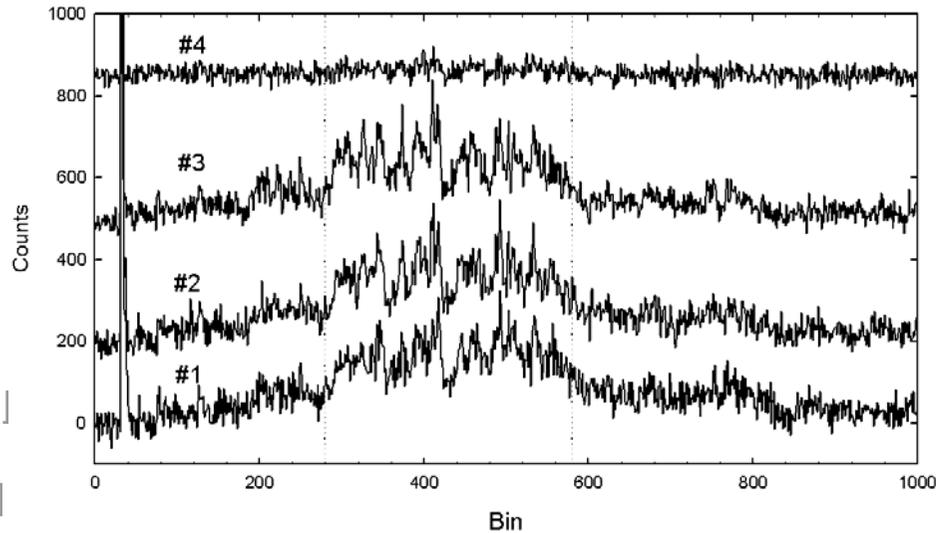
В чем проблема? (II)



V.Connaughton, 2001

- Классически
- **Короткие GRB с «послесвечением»**
- Короткие GRB с «продленным» излучением
- Источники повторного гамма-излучения (SGR) из ближайших галактик (< 50 Мпк)

В чем проблема? (II)



BATSE, Norris &
Bonnel, 2006

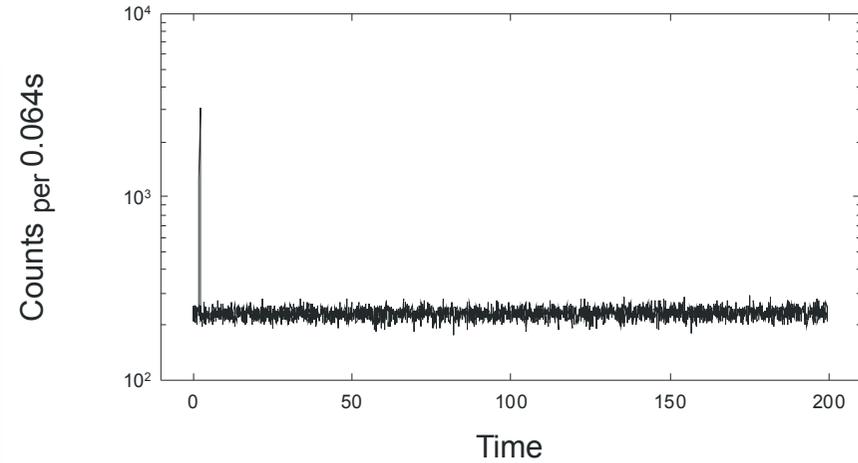
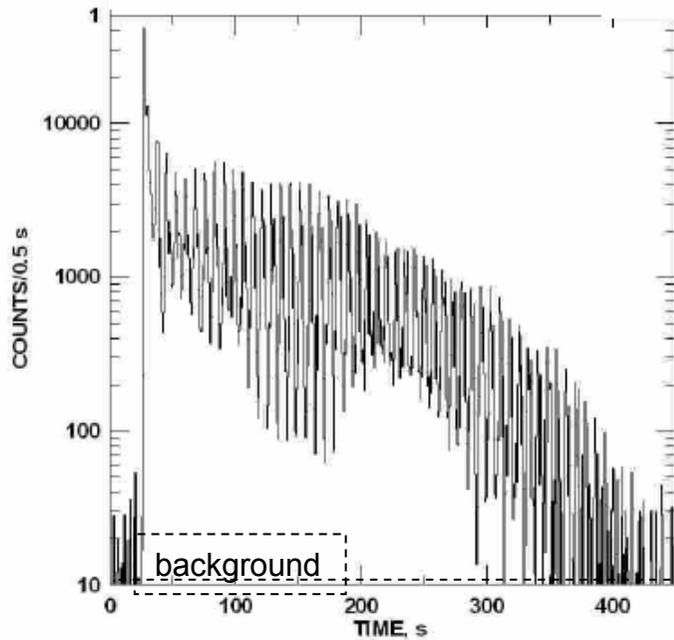
- Классич
- Коротки
- **Короткие GRB с «продленным» излучением**
- Источники повторного гамма-излучения (SGR) из ближайших галактик (< 50 Мпк)

В чем проблема? (II)

Короткие GRB ?

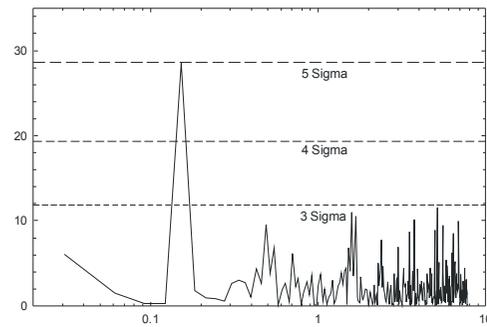
- Классические короткие GRB ($T < \sim 2$ с)
- Короткие GRB с «послесвечением»
- Короткие GRB с «продленным» излучением
- **Источники повторного гамма-излучения (SGR) из ближайших галактик (< 50 Мпк), которые могут маскироваться под «истинно» короткие GRB [Mazets 1982; Voggs 2004]**

Источники повторного гамма-излучения (SGR) из ближайших галактик (< 50 Мпк)



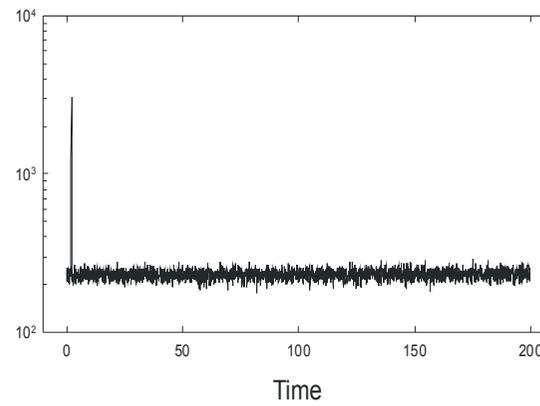
GRB930905 (BATSE #2514)

Pozanenko, 2005

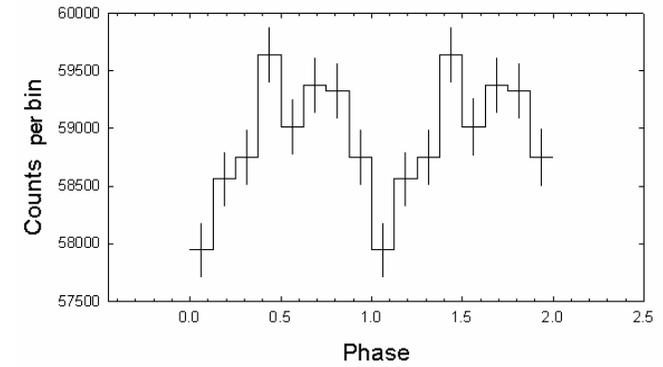


Counts per 0.064s

Either no host (PSCz), or $z > 0.03$ (SDSS)



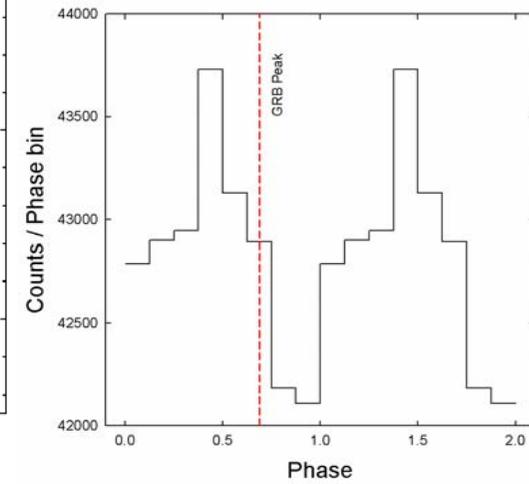
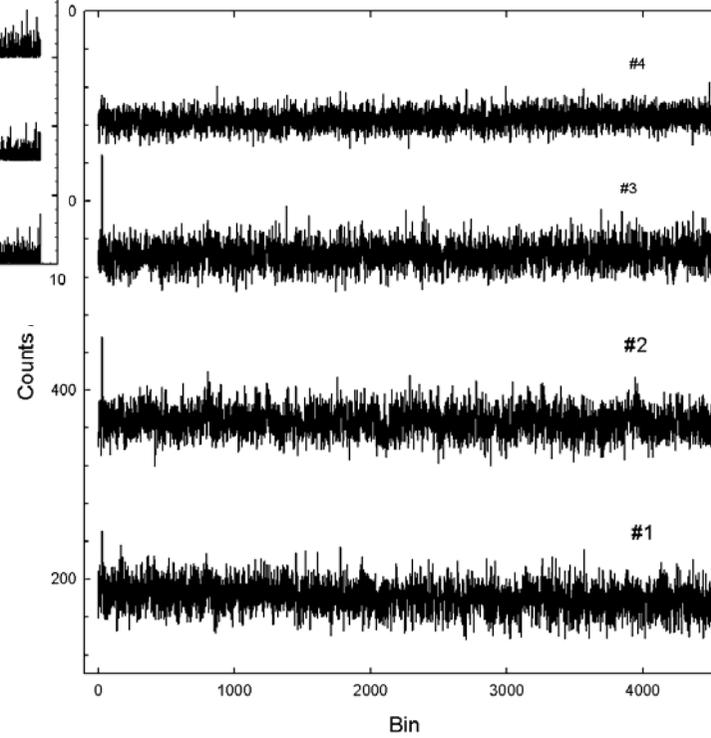
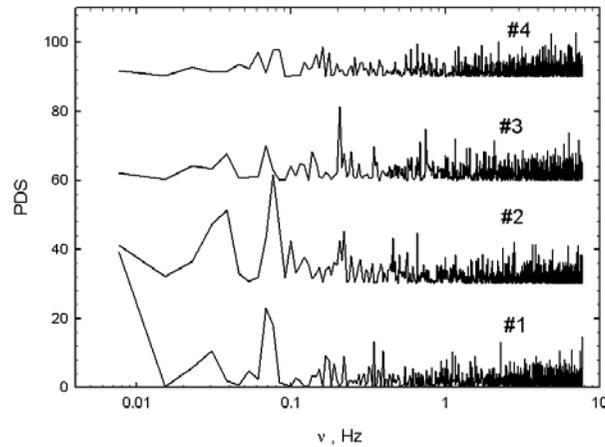
Time



Phase

GRB970110 (BATSE #5770)

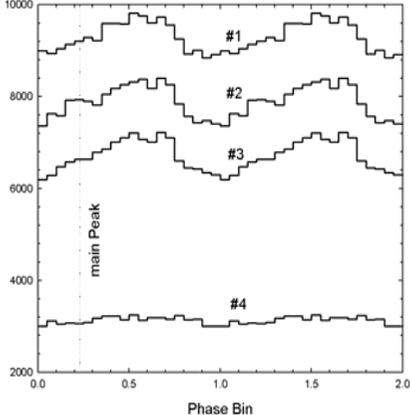
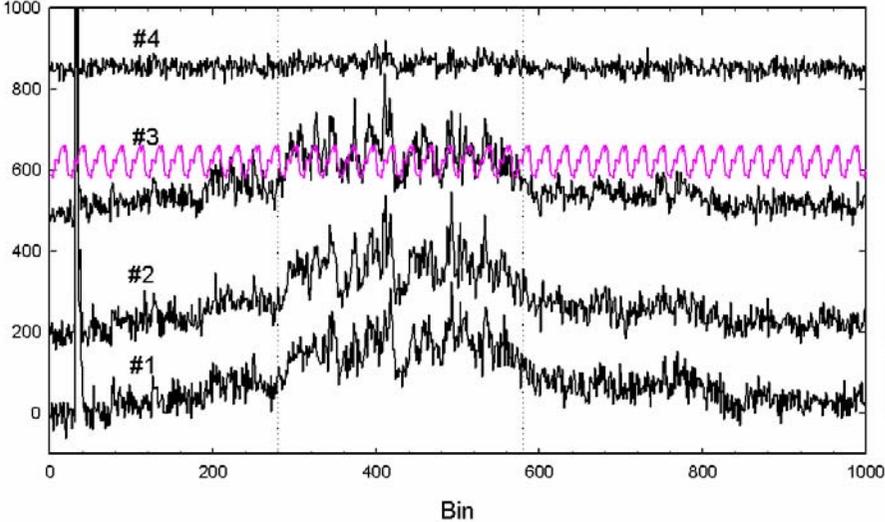
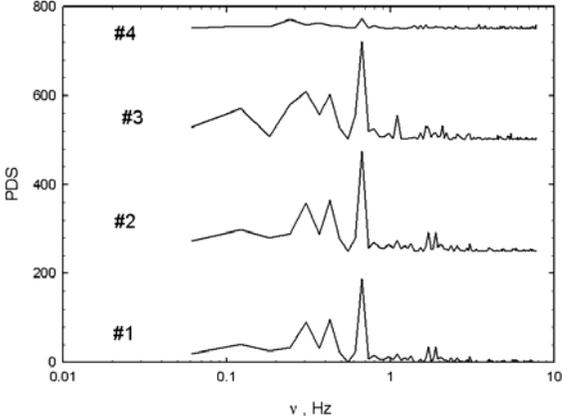
Crider, 2006



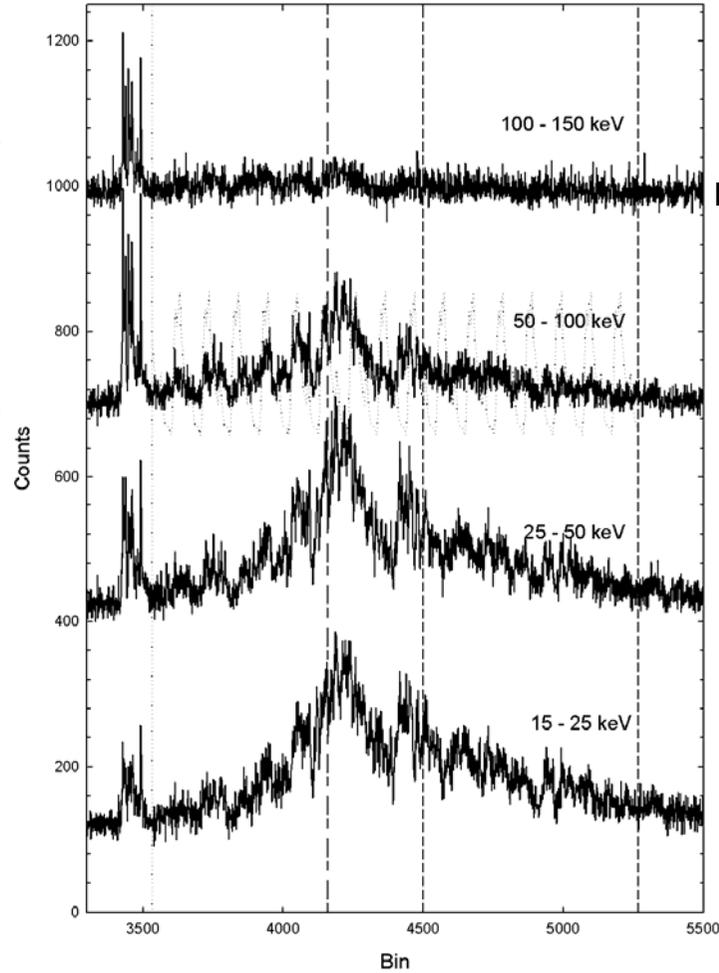
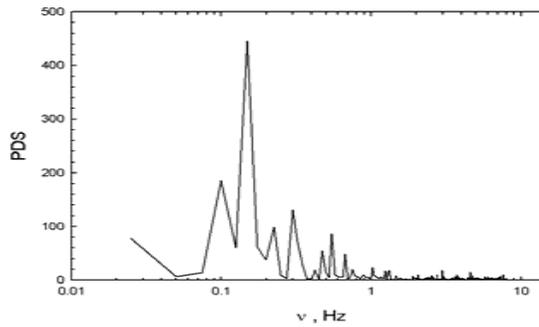
GRB921022b (BATSE #1997)

Small IPN (BATSE/Watch/Ulysses) 0.001 deg²,

No host



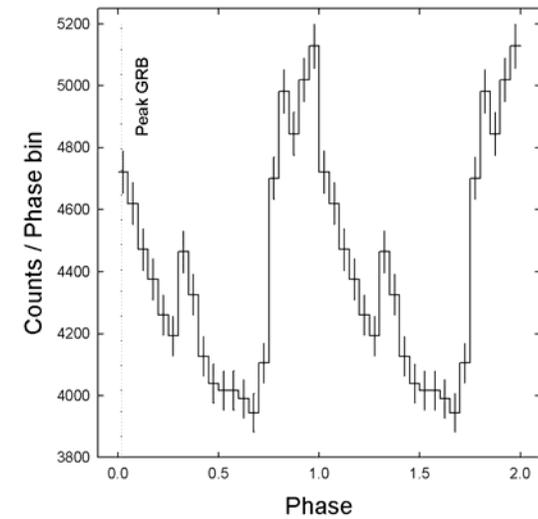
GRB060614 (Swift, Konus)



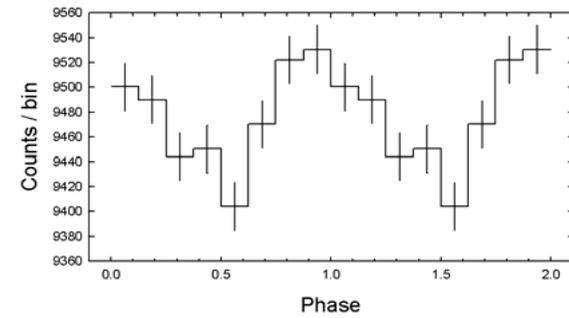
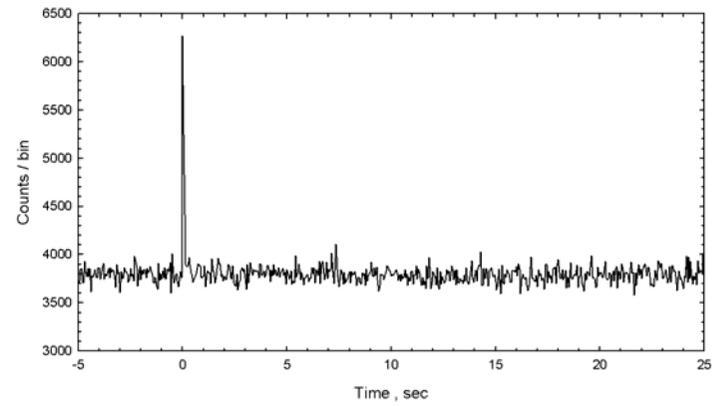
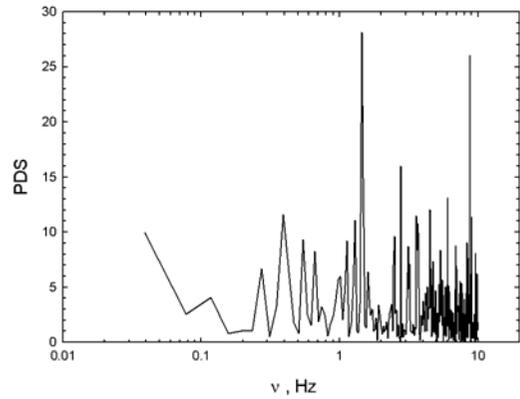
Prompt Swift localization, host at $z=0.15$

No Supernova!

Gehrels, 2006



GRB030109 (INTEGRAL SPI-ACS)



Short-duration GRB with pulsed emission in a tail

Name	Период, с	Длительность пульсаций, с	Энергетич. диапазон, кэВ	Peak to Pulse ratio	host-galaxy? z	Chance probability
930905 BATSE #2514	6.36	33-50	100-300	206	No z>0.03 z>PSCz	0.0004
970110 BATSE #5770	13.1	130	25-50 50-100	25	Yes?	0.0003
921022b BATSE #1997	1.52	20	25-50 50-100 100-300 300-1000	150	No z>PSCz	< 1.E-6
060614 Swift, <i>Konus</i>	6.7	40	15-25, 25-50 50-100, 100-150 G1+G2+G3	6.3	Yes 0.125	< 1.E-6

СВОЙСТВА

- Большой динамический диапазон отношения потока в пике к потоку в пульсе $\sim 10^2$
- Короткий период жизни периодичности (6-20 периодов)
- Начало пульсирующей компоненты задержано относительно главного пика
- Отсутствие корреляции фазы пульса с положением главного пика
- Период 1.5 – 13 с
- $E_{iso} > \sim 5 \cdot 10^{48}$ эрг
- Наличие пульсирующей компоненты у малого числа коротких или коротких с продленным излучением всплесков
BATSE ($> \sim 3$) $\sim 1\%$, SPI-ACS $\sim (1) \sim 1\%$, Swift – 060614

СВОЙСТВА

1. Большой динамический диапазон отношения потока в пике к потоку в пульсе $\sim 10^2$ -- геометрия?
2. Период 1.5 – 13 с -- Магнитар?
3. $E_{\text{iso}} > \sim 5 \cdot 10^{48}$ эрг -- много для одиночной NS! Не магнитар.
4. Короткий период жизни периодичности (6-20 периодов)
5. Начало пульсирующей компоненты задержано относительно главного пика
6. Отсутствие корреляции фазы пульса с положением главного пика -- ???
7. Наличие пульсирующей компоненты у малого числа коротких или коротких с продленным излучением всплесков ($\sim 1\%$) -- различные группы, ответственные за короткие GRB.

На что это похоже?

$$P = 1.5 - 13 \text{ s}$$

Радиус кеплеровской орбиты

$$R = 2.8 \cdot 10^3 (P/1\text{s})^{2/3} * (M/M_{\text{Solar}})^{1/3} \text{ km}$$

Faber et al. 2006 – NS-BH merging > emission
during accretion: extended emission > 1 s

Metzger et al., 2008 – accretion induced collapse
of a WD – forming protomagnetar and relativistic
wind on time scale 10-100 s.

Выводы

- Продленное излучение коротких гамма-всплесков, по-видимому, общее свойство коротких гамма-всплесков и не является началом послесвечения, а является продолжением активности «центральной машины». Существует группа «коротких» всплесков, не связанных с SGR, (~1%) проявляющих пульсирующую компоненту (1.5 – 13 с) в хвосте излучения