

**Всплесков по красному
смещению:
свидетельства
неоднородности
популяции длинных
всплесков**

Архангельская И.В.

**Национальный исследовательский
ядерный университет «МИФИ»**

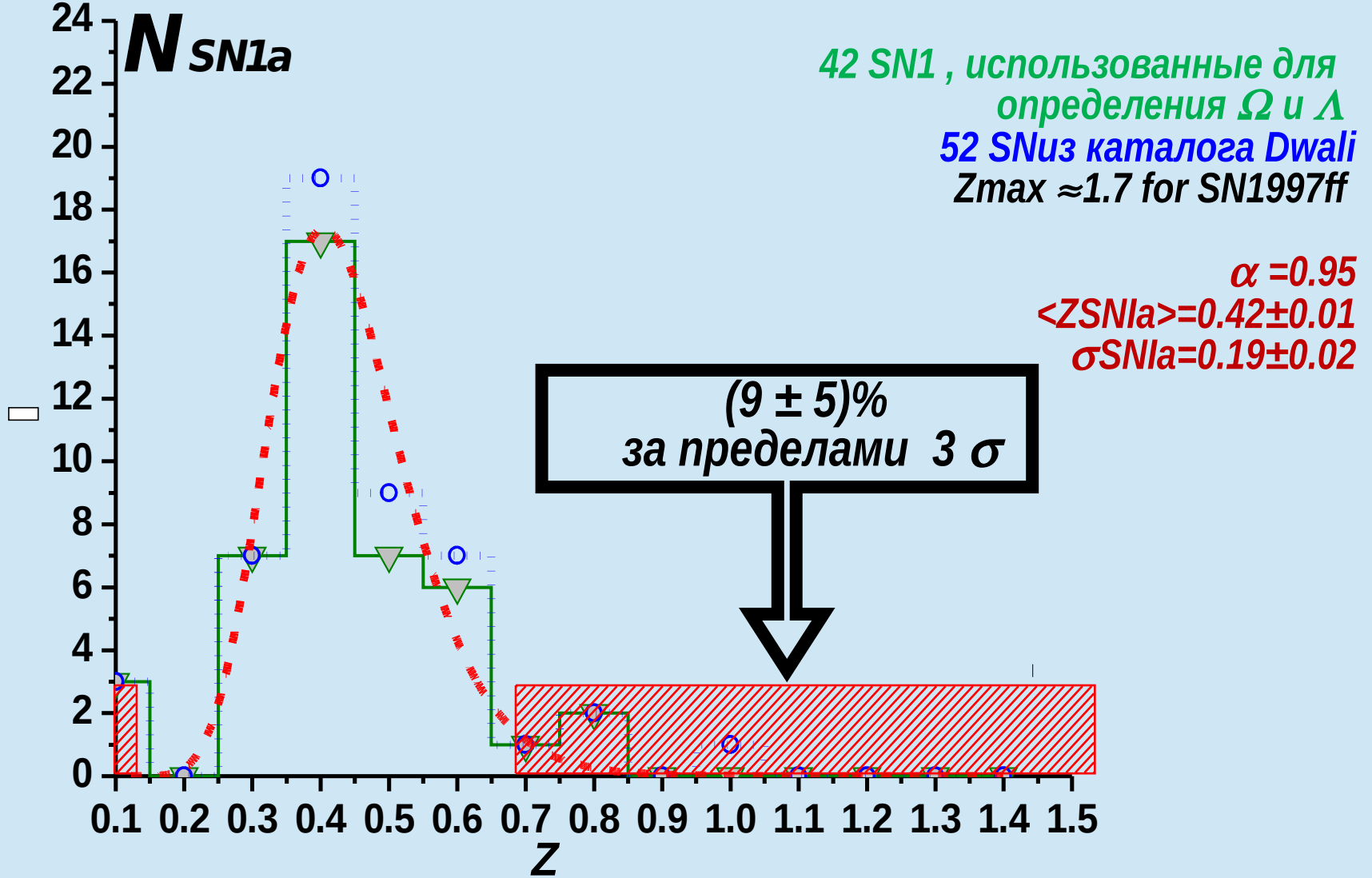
Форма распределения по красному смещению для однородной выборки источников в нашей Метагалактике определяется св-вами пр-ва (Евклидоваго для малых z и де-Ситтероваго при $z > 0.5 \div 0.7$) и космологическими параметрами.

Наблюдаемый на Земле поток в энергетическом интервале $E_{\min} < E < E_{\max}$ при красном смещении z и при условии изотропного излучения может быть вычислен:

$$P = \frac{(1+z) \int_{(1+z)E_{\min}}^{E_{\max}} S(E) dE}{4\pi d_{L(z)}^2(z)},$$

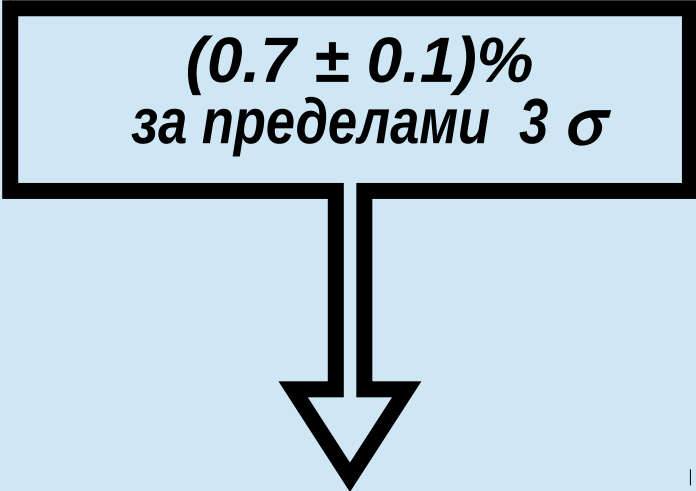
где $S(E)$ – дифференциальная светимость источника и $d_L(z)$ – стандартное фотометрическое расстояние для нашей Метагалактики как функция Ω и dz'

$$d_L = \frac{c}{H_0 \sqrt{k}} \times \Phi \left(\sqrt{k} \int_0^z \frac{dz'}{\sqrt{[(1+z')^2(1+\Omega_M z') - z'(2+z')\Omega_\Lambda]}} \right)$$



Распределение по красному смещению для однородной выборки в Метагалактике – SN1a (используются как "стандартные свечи")

**$(0.7 \pm 0.1)\%$
за пределами 3σ**



***Распределение по красному смещению для 604 QSO из
каталога 2QZ-6QZ***

SN1a, QSO – первичные наблюдения в оптическом диапазоне,
GRB – рентген и гамма



учет эффективности регистрации = f(формы
энергетического
спектра)

спектры большинства GRB описываются
моделью Бэнда:

$$f(E) = \begin{cases} A \left(\frac{E}{100} \right)^\alpha \times \exp \left(\frac{-E(2+\alpha)}{E_{peak}} \right), & E < \frac{(\alpha - \beta)E_{peak}}{2 + \alpha} \equiv E_{break} \\ A \left(\frac{(\alpha - \beta)E_{peak}}{100(2 + \alpha)} \right)^{\alpha - \beta} \times [\exp(\beta - \alpha)] \times \left(\frac{E}{100} \right)^\beta, & E \geq \frac{(\alpha - \beta)E_{peak}}{2 + \alpha} \end{cases}$$

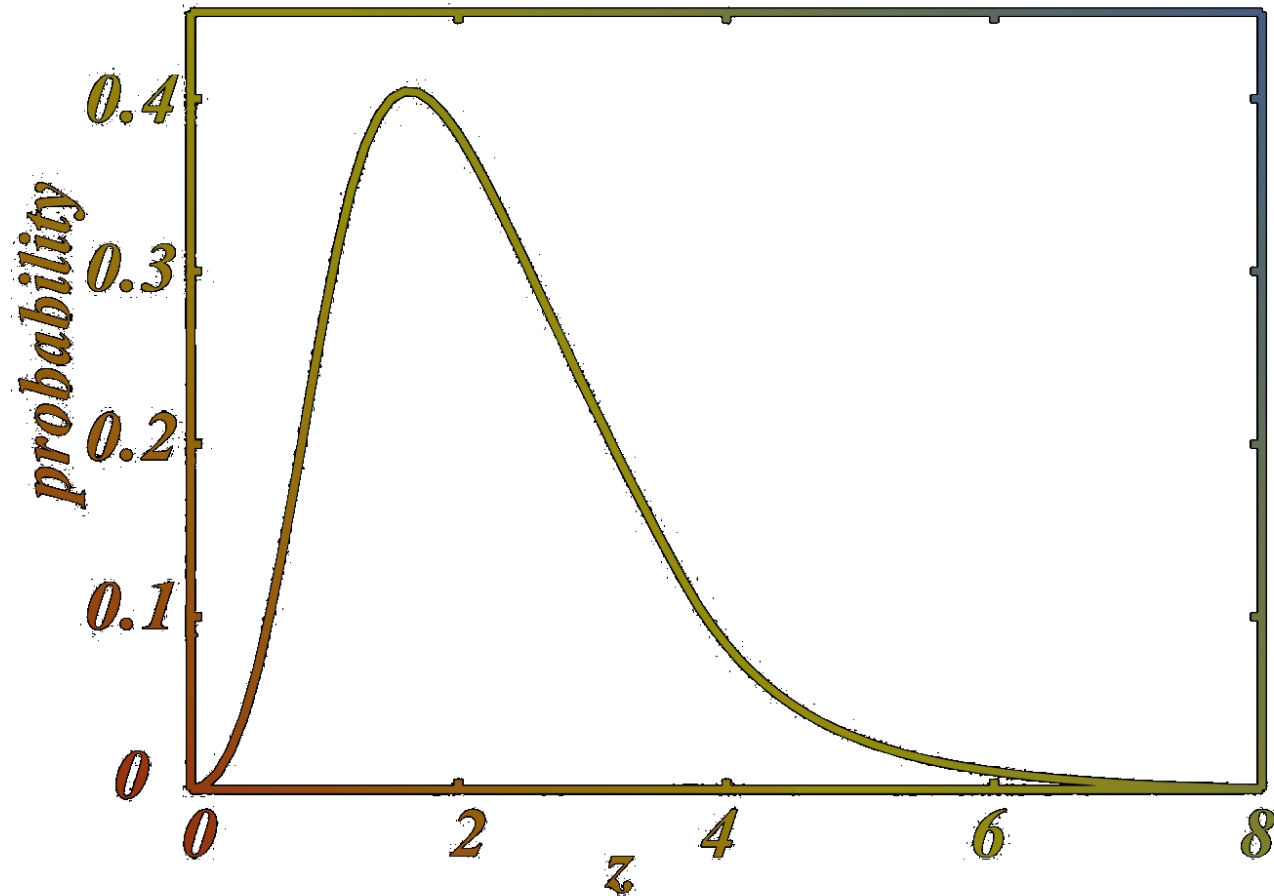
I компонента ~ комбинация степенного з-на с
показателем α и exp части $E = E_{peak}/(2 + \alpha)$

II компонента ~ степенной з-н с показателем β

часть GRB → “комптоновская” модель:

exp обрезана при высоких энергиях

Наблюдаемые данные для Метагалактики:
 $\Omega_M=0.3$, $\Omega_\Lambda=0.7$ и $H_0\sim 70$ км/(с \times Мпс)



Вероятность зарегистрировать GRBs ρ как функция красного смещения (при учете Бэндовской формы спектров, эффективности регистрации детектором SWIFT/BAT и ϕ -ю светимости для GRBs)

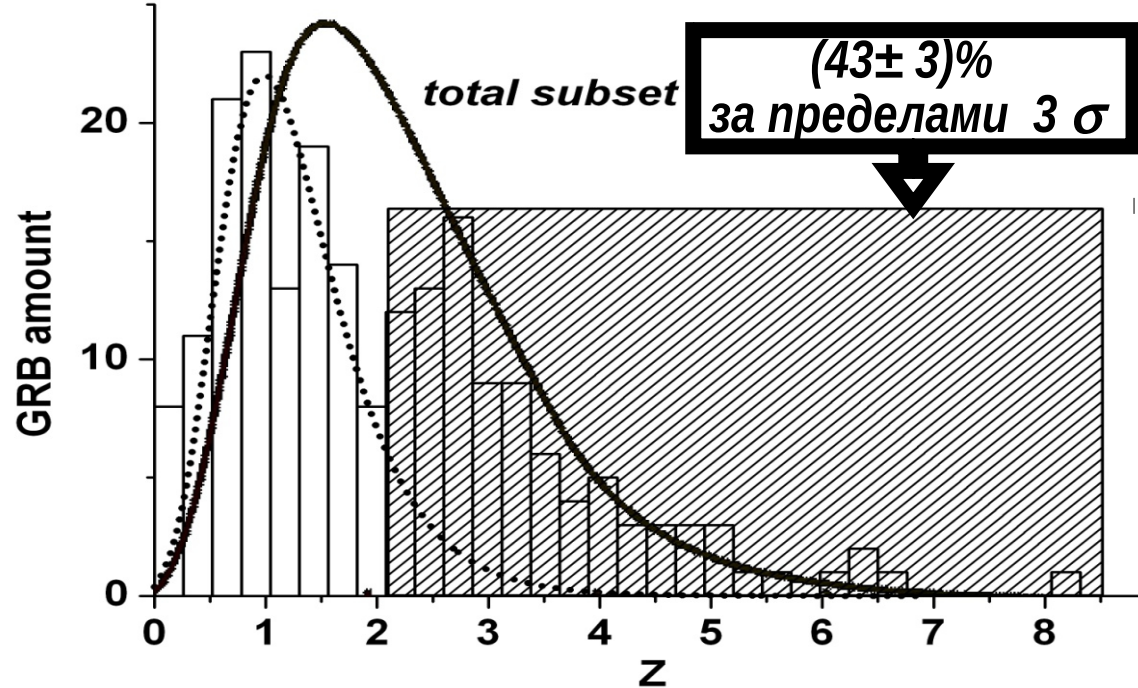
распределение GRB по красному смещению:

гистограмма - результаты наблюдений (176 GRBs, 2012)

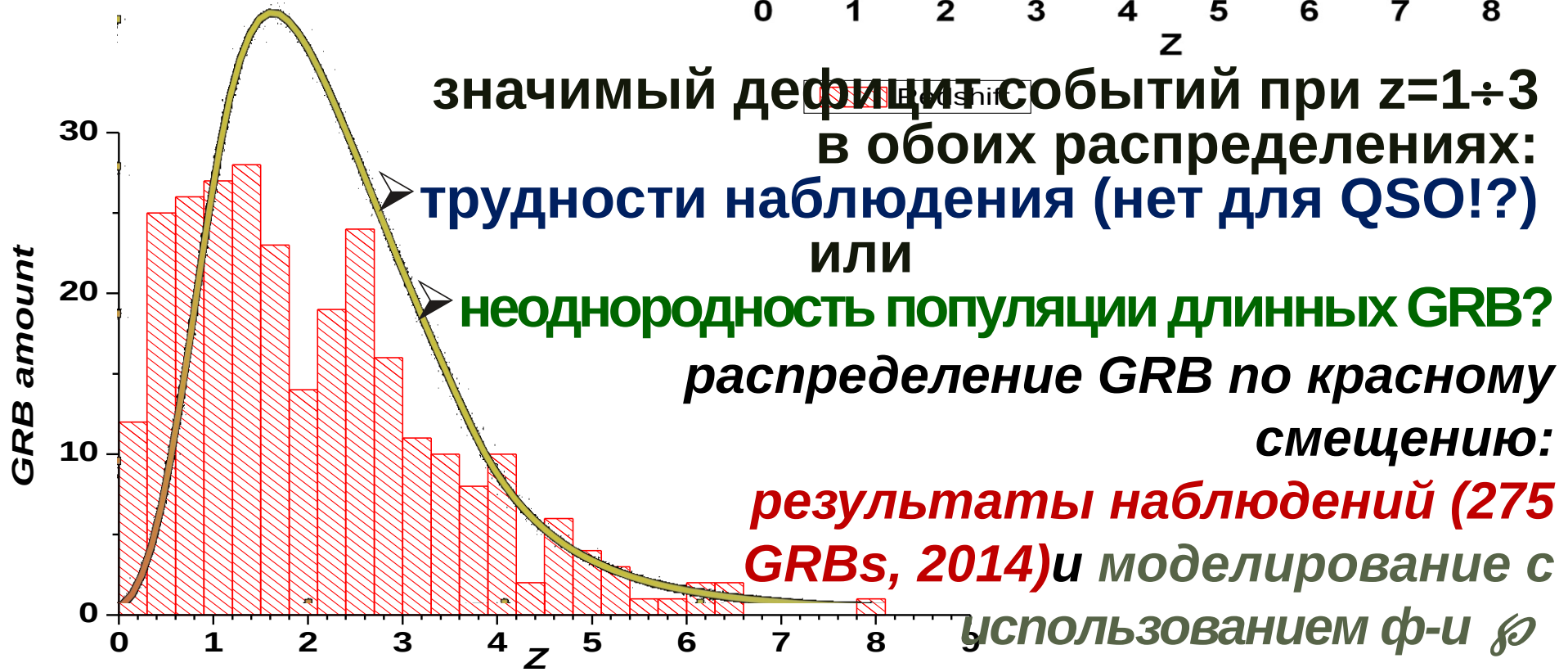
и моделирование:

..... однородная популяция

___ с использованием ϕ -и ρ



050126 z~8



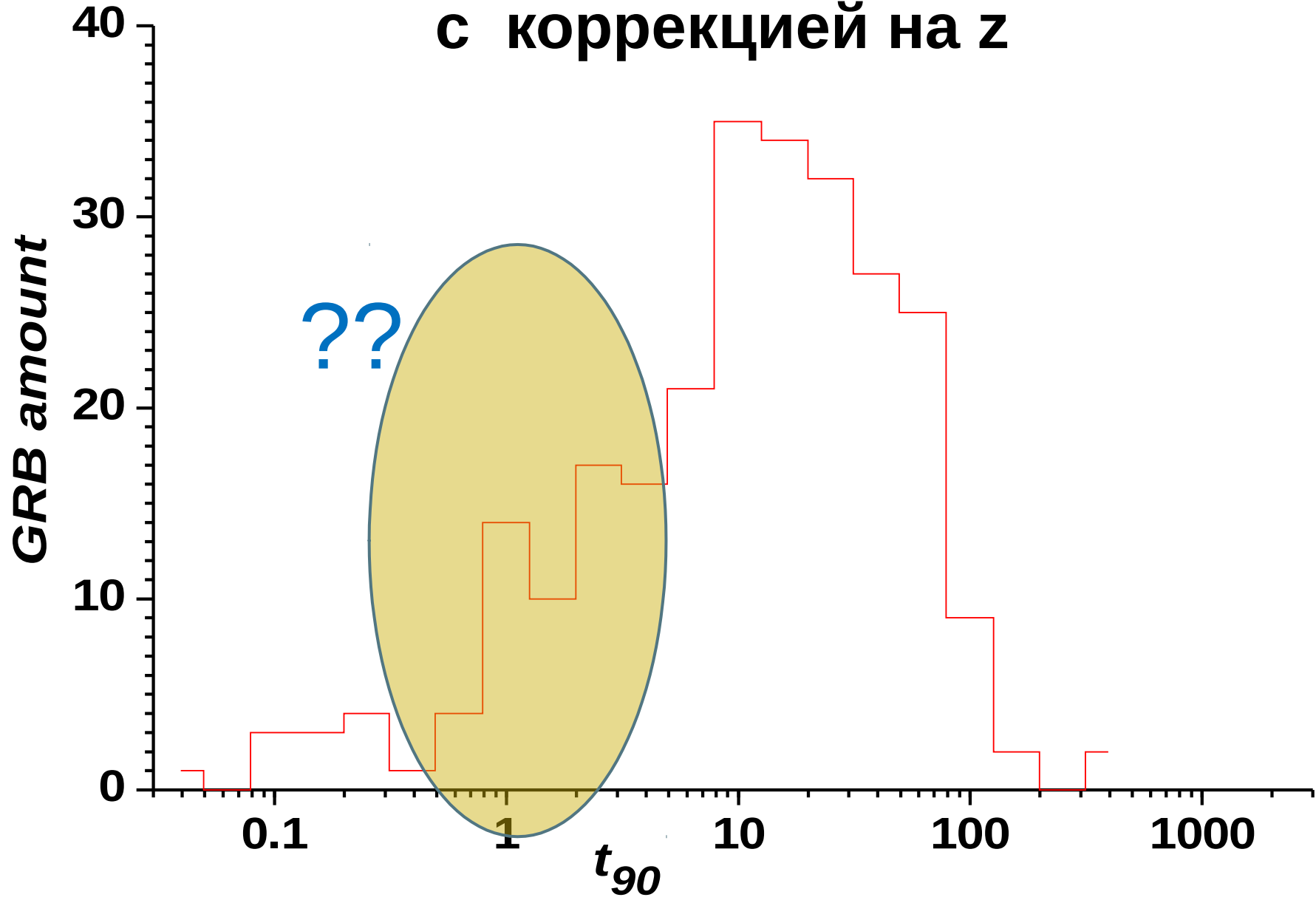
значимый дефицит событий при $z=1\div 3$
в обоих распределениях:
трудности наблюдения (нет для QSO!?)
или
неоднородность популяции длинных GRB?

распределение GRB по красному смещению:

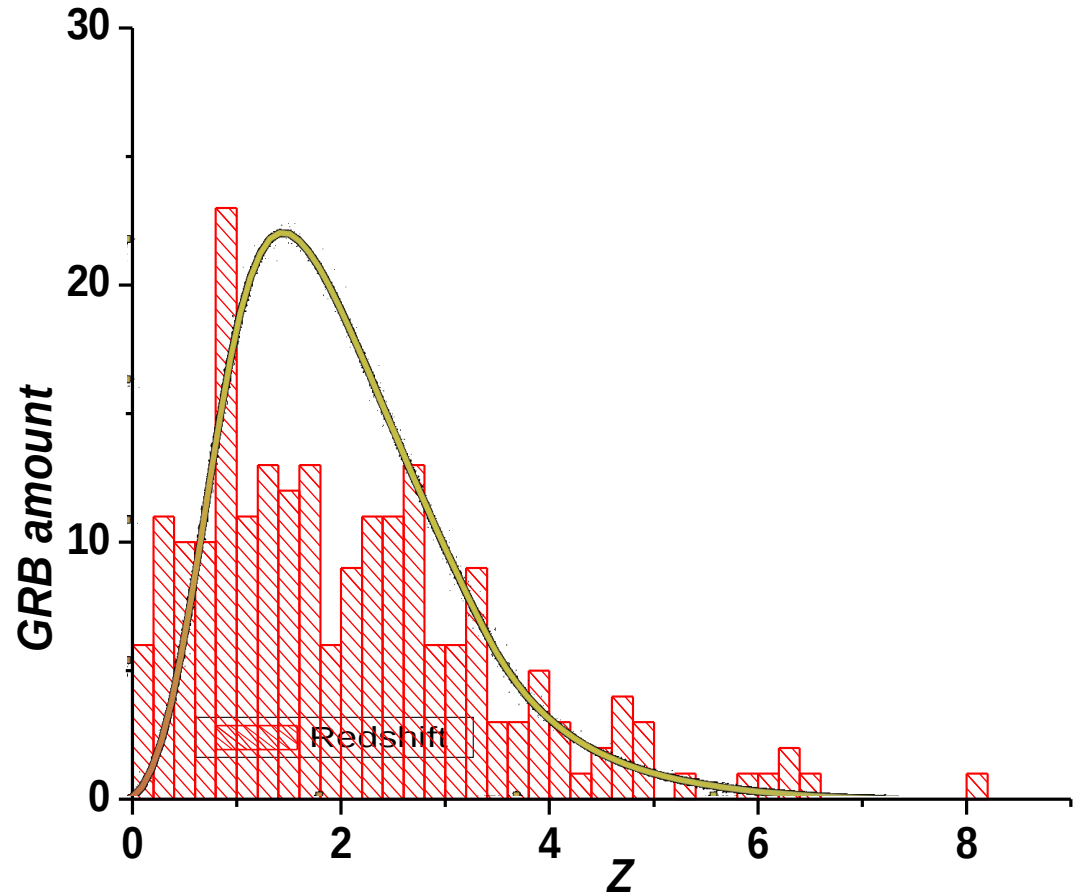
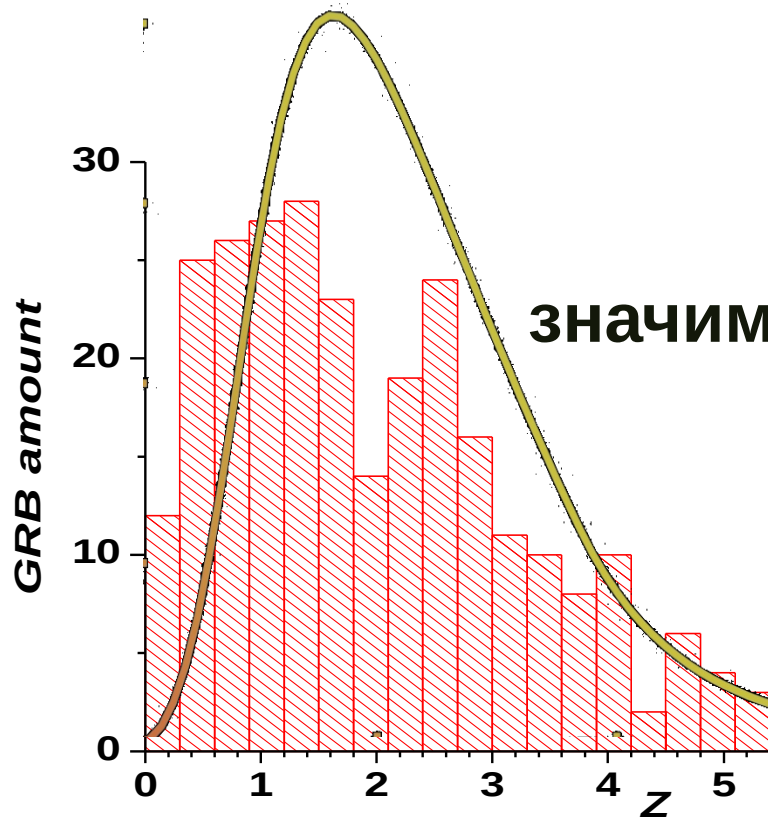
результаты наблюдений (275 GRBs, 2014) и моделирование с

использованием ϕ -и ρ

распределение GRB по длительности с коррекцией на z



**распределение GRB по
красному смещению
для событий с
длительностью более 10 с**

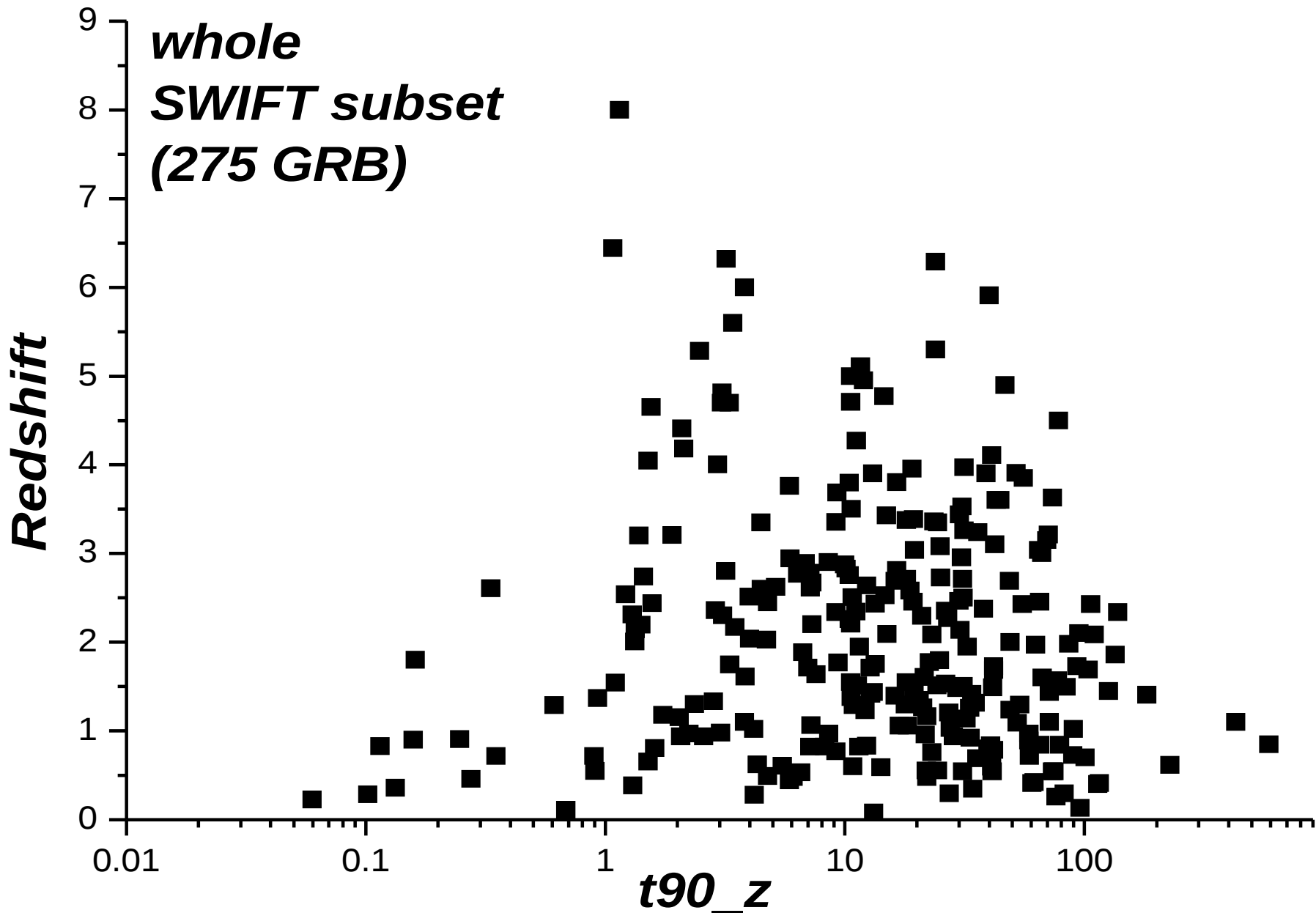


**значимый дефицит событий при $z=1\div 3$
в обоих распределениях!!!**

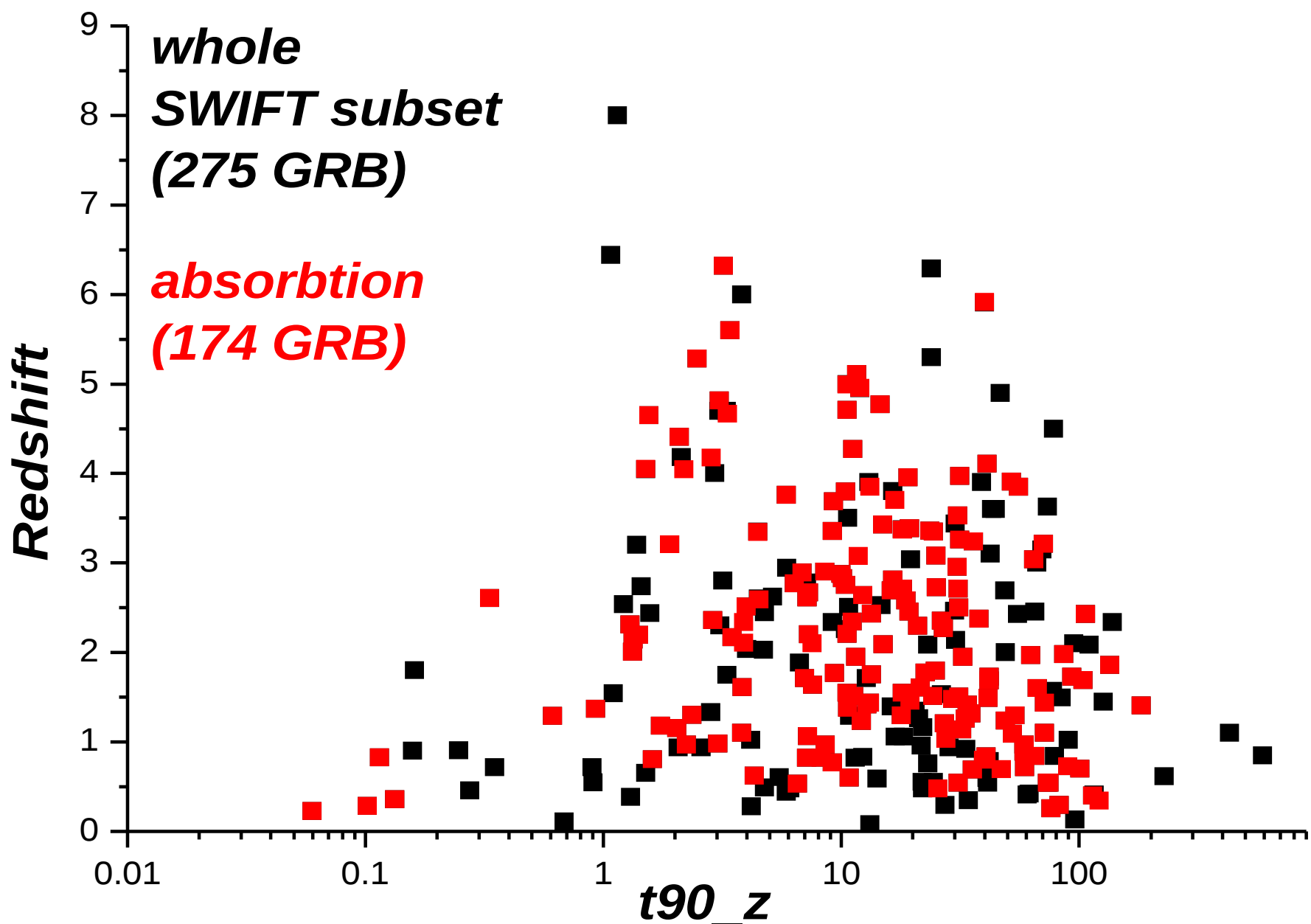
**распределение GRB по красному
смещению:**

**результаты наблюдений (275
GRBs, 2014) и моделирование с**

использованием ф-и ρ

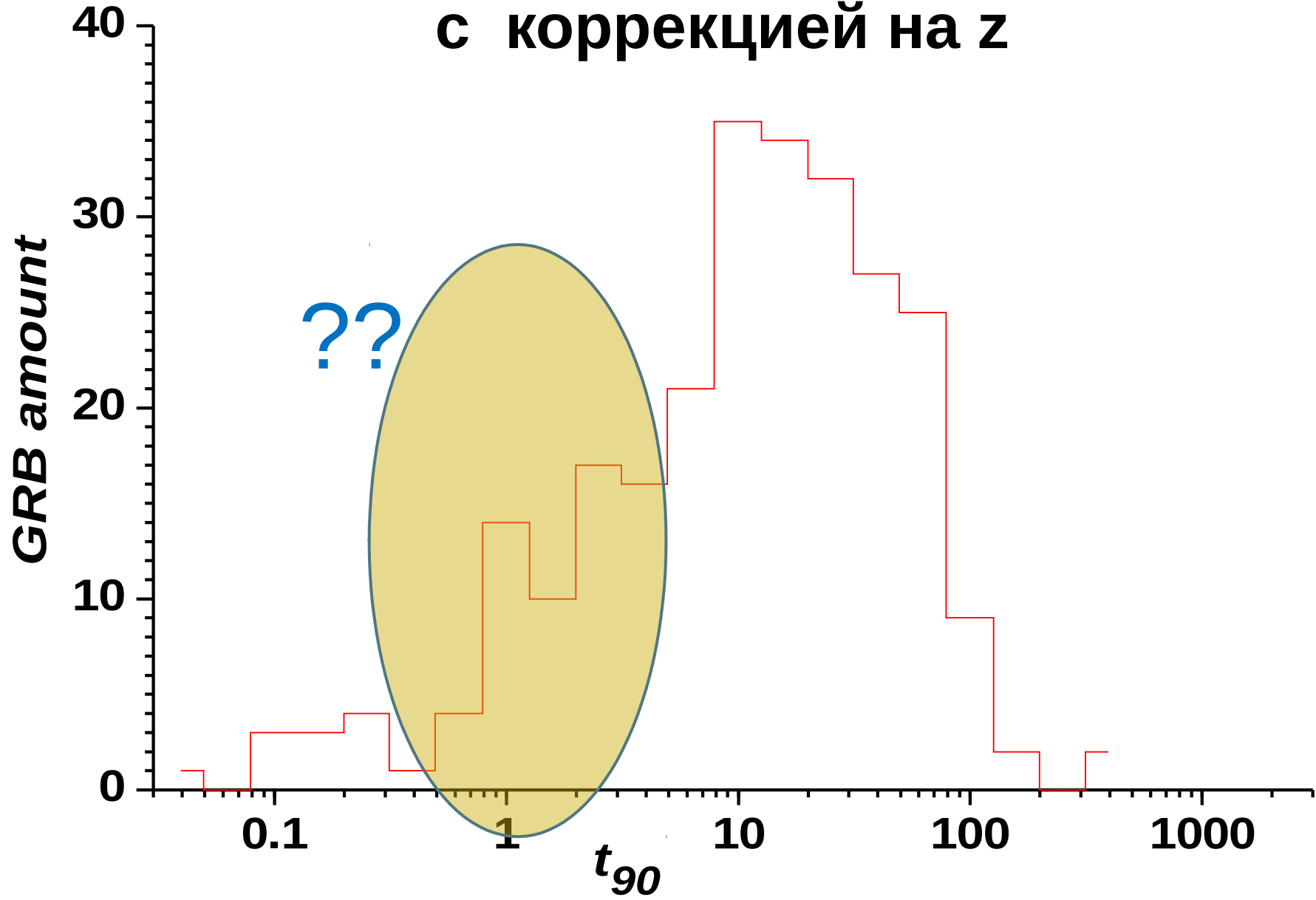


распределение GRB по длительности и красному смещению

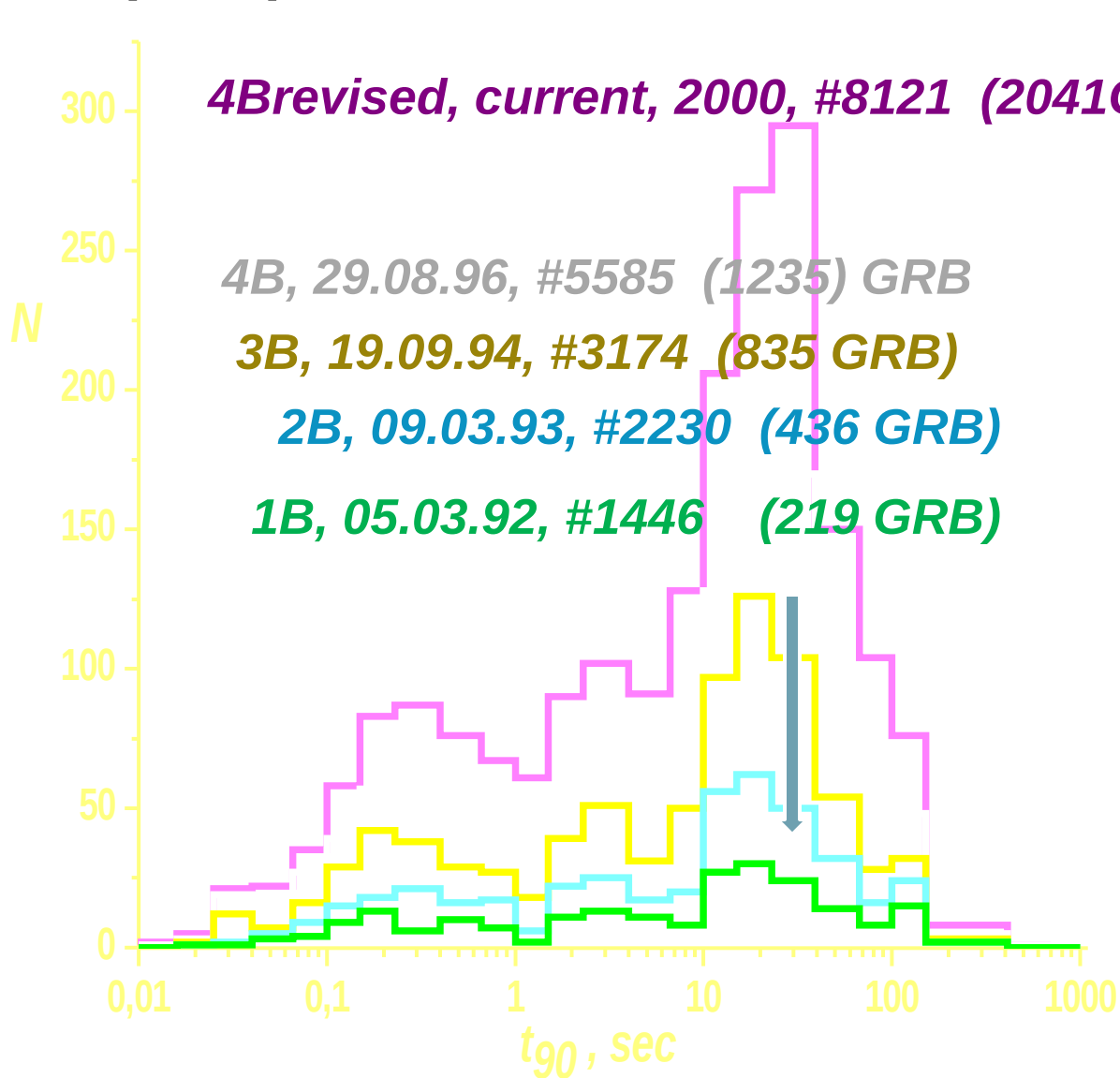


распределение GRB по длительности и красному смещению

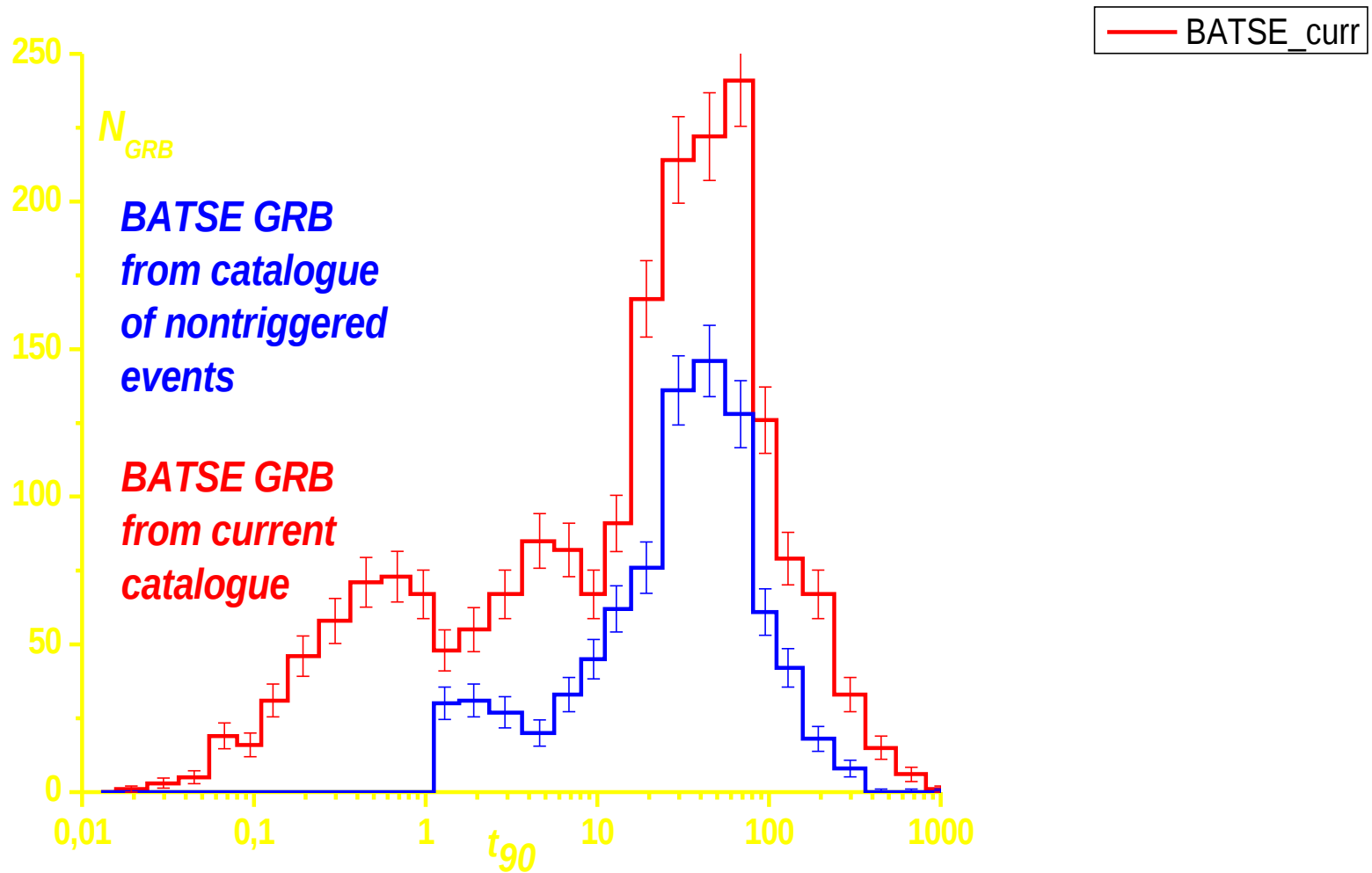
распределение GRB по длительности с коррекцией на z



распределение GRB по длительности для разных каталогов BATSE



- 1991 (1244)
- 5B010700 (8300)
- 1999 (7924)
- 1998 (7292)
- 1997 (6552)
- 1996 (5733)
- 4B290896 (5585)
- 1995 (4157)
- 1994 (3336)
- 3B190994 (3174)
- 1993 (2725)
- 2B090393 (2230)
- 1992 (2112)
- 1B050392 (1446)



распределение GRB по длительности

Анализ распределения источников GRBs по красному смещению:

ВОПРОС: может ли новая подгруппа быть интерпретирована как всплески промежуточной длительности (intermediate GRB), наблюдавшиеся в эксперименте BATSE?

и ЗАКЛЮЧЕНИЕ:

- 1. Популяция длинных (long) GRBs с известным красным смещением их источников НЕОДНОРОДНА;**
- 2. Существуют, как минимум, 2 подгруппы источников длинных всплесков ($z_1 \sim 1.5$ и $z_2 \sim 2.6$);**
- 3. Невозможно использовать популяцию длинных (long) гамма-всплесков с известным красным смещением их источников как "стандартные свечи" при тестах различных космологических моделей.**

Спасибо за внимание

Модель

$$\text{Модель Band: } f_{\text{Band}}(E) = \begin{cases} A \left(E / 100 \text{keV} \right)^\alpha \exp \left(-E (2 + \alpha) / E_{\text{peak}} \right) \\ \text{for } E < (\alpha - \beta) E_{\text{peak}} / (2 + \alpha) \equiv E_{\text{break}}; \\ A \left[(\alpha - \beta) E_{\text{peak}} / [100(2 + \alpha)] \right]^{(\alpha - \beta)} \exp(\beta - \alpha) (E / 100)^\beta \\ \text{for } E \geq (\alpha - \beta) E_{\text{peak}} / (2 + \alpha) \end{cases}$$

Параметры модели

A: амплитуда (фот/(см²×кэВ)),
α: спектральный индекс в диапазоне низкой энергии,
β: спектральный индекс в диапазоне высокой энергии,
E_{peak}: энергия спектрал. макс (кэВ).

Модель комптоновского рассеяния (COMP):

$$f_{\text{COMP}}(E) = A \left(E / E_{\text{piv}} \right)^\lambda \exp \left(-E (2 + \lambda) / E_{\text{peak}} \right)$$

A: амплитуда (фот/(см²×кэВ)),
E_{peak}: энергия спектрал. макс (кэВ),
λ: спектральный индекс,
E_{piv}: энергия перегиба в спектре (кэВ) (всегда фикс/).

Модель степенного спектра с изломом (PLAW):

$$f_{\text{PLAW}}(E) = A \begin{cases} \left(E / E_{\text{piv}} \right)^{\lambda_l}, & E \leq E_b \\ \left(E_b / E_{\text{piv}} \right)^{\lambda_l} \left(E / E_b \right)^{\lambda_h}, & E > E_b \end{cases}$$

A: амплитуда (фот/(см²×кэВ)),
E_{piv}: энергия перегиба в спектре (кэВ) (всегда фикс),
λ_l: показатель спектра до излома,
E_b: излом спектра (кэВ),
λ_h: показатель спектра после излома.

Модель степенного спектра со сглаженным изломом (SBPL):

A: амплитуда (фот/(см²×кэВ)),
E_{piv}: энергия перегиба в спектре (кэВ) (всегда