

Временное растяжение ГэВ излучения гамма-всплесков: Fermi LAT и геометрическая модель



Максим Пискунов* и Григорий Рубцов

Институт ядерных исследований РАН

МГУ им. М.В. Ломоносова

*maxit@ms2.inr.ac.ru

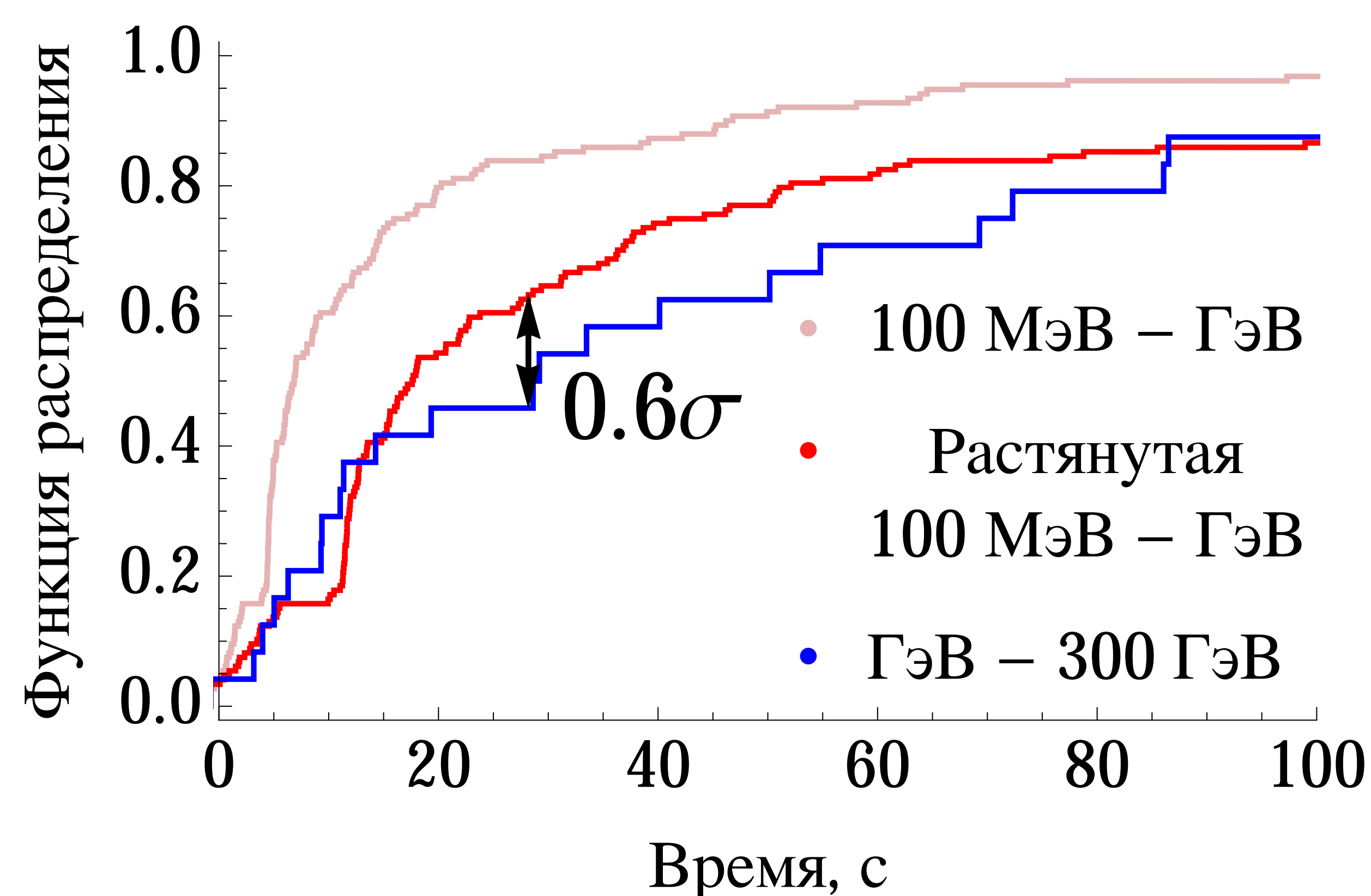
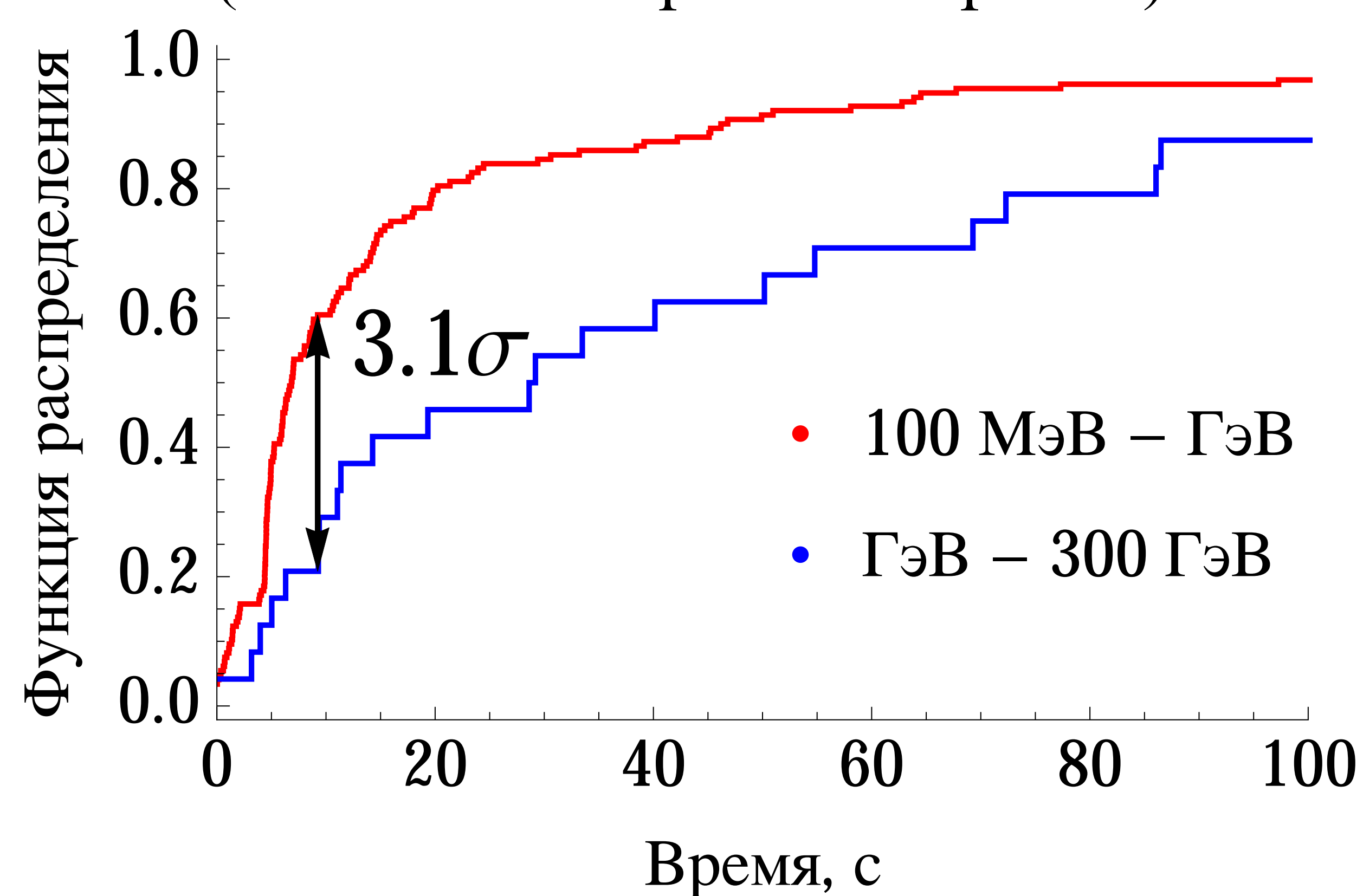
<https://github.com/maxitg/GammaRays>

Введение

Наблюдения показывают, что излучение гамма-всплесков с энергией выше 100 МэВ систематически наблюдается позже, чем низкоэнергичное излучение. Различия же кривых блеска в различных диапазонах высокоэнергичного (> 100 МэВ) излучения изучены хуже. В данной работе мы изучаем различия кривых блеска в диапазонах (100 МэВ, 1 ГэВ) и (1 ГэВ, 300 ГэВ).

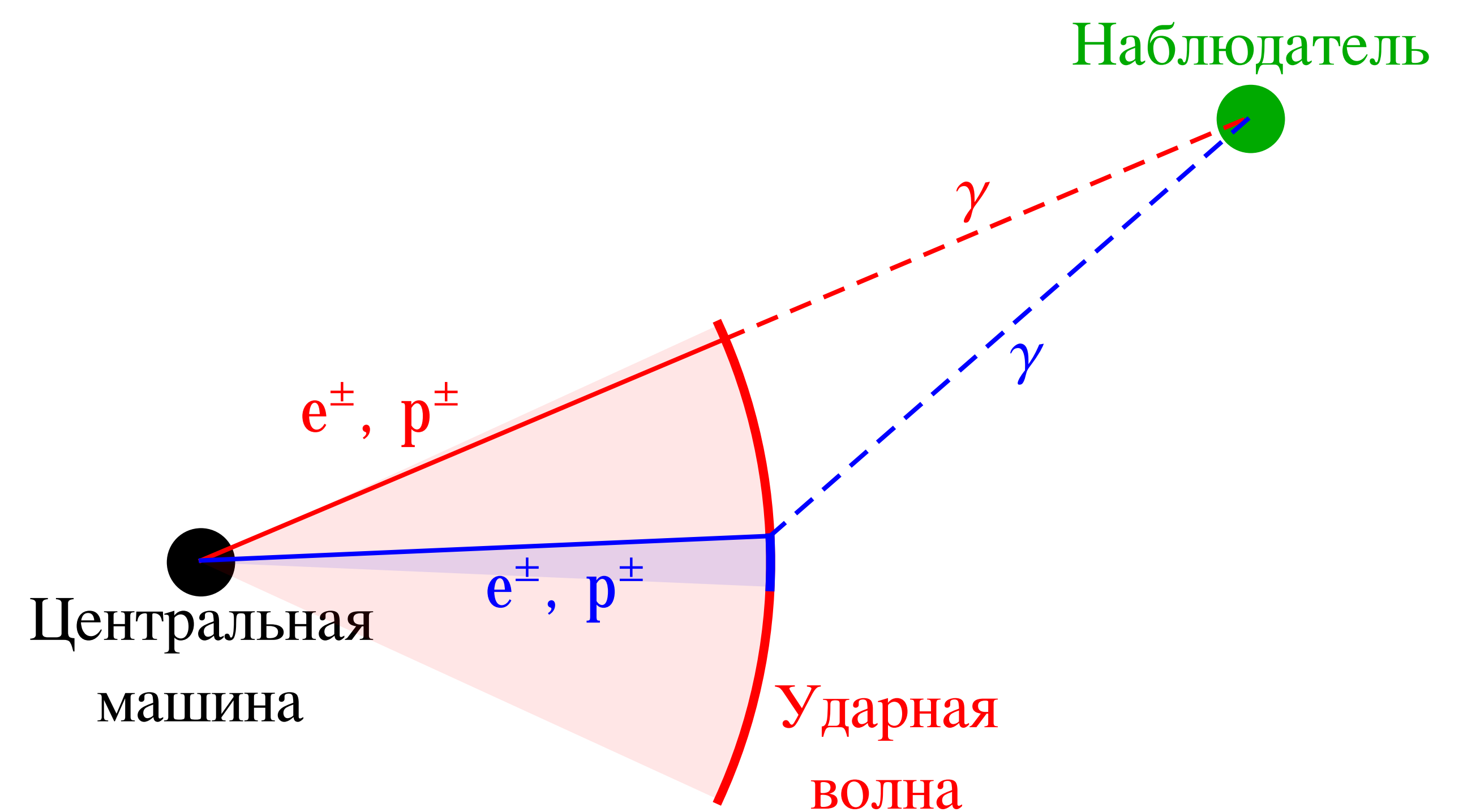
Наблюдения

Сравнение кривых блеска GRB 090926A (тест Колмогорова-Смирнова)



- Рассмотрены 3 гамма-всплеска: 080916C, 090902B и 090926A.
- Кривые блеска 080916C и 090902B в рассматриваемых диапазонах совпадают в пределах 2σ .
- Излучение 090926A в диапазоне (1 ГэВ, 300 ГэВ) растянуто относительно менее энергичного со статистической значимостью 3.1σ .

Модель



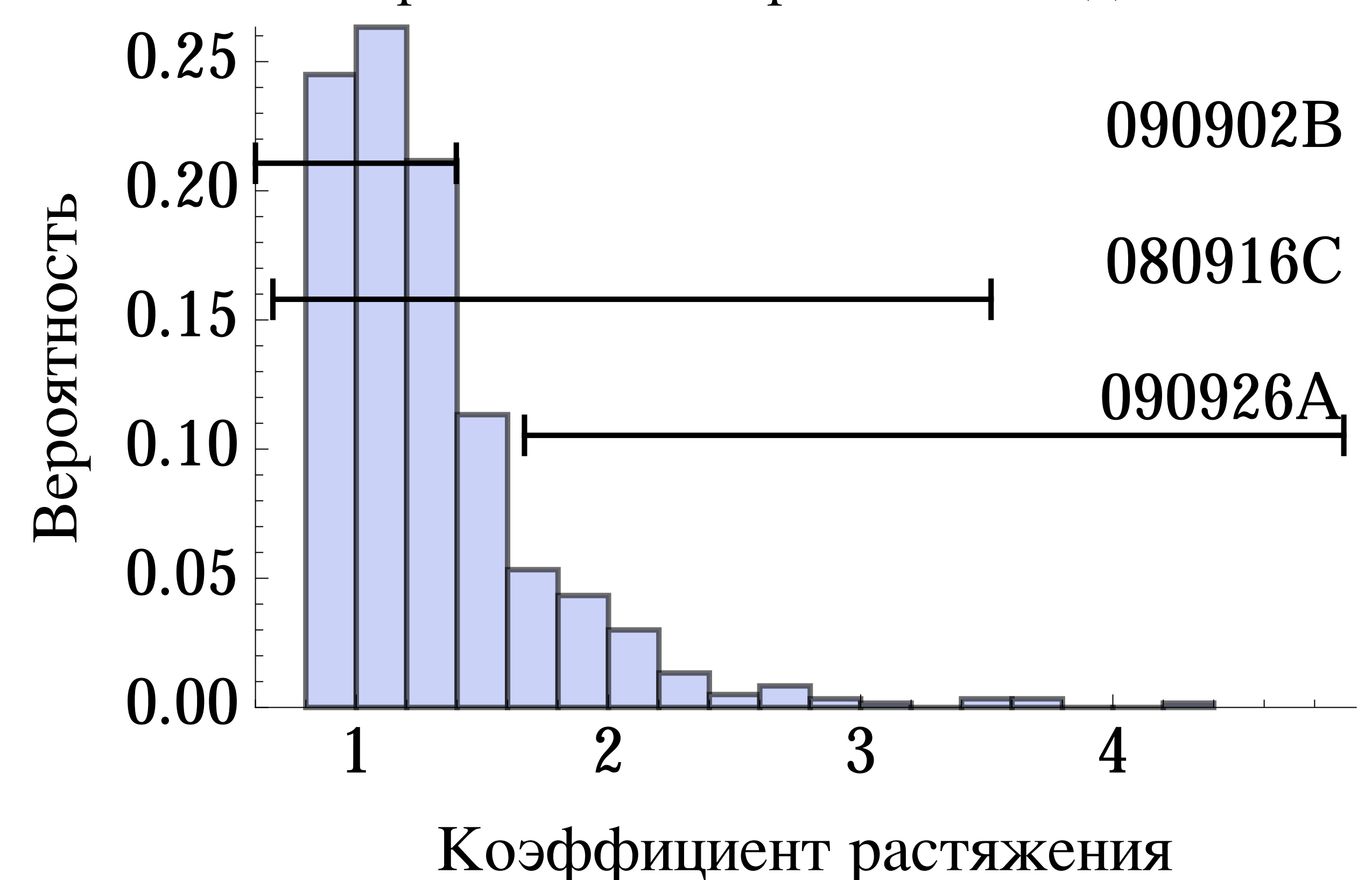
Мы предлагаем простую геометрическую модель, объясняющую временное растяжение. Основное предположение – чем выше энергия излучения, тем ближе к оси джета оно излучается.

- В момент времени $t = 0$, центральная машина излучает сферическую ударную волну.
- Ударная волна распространяется с ультрарелятивистской скоростью.
- Каждая точка джета – изотропный излучатель в собственной системе отсчёта.
- Интенсивность – функция пространственных координат и частоты:

$$\eta(r, \theta, \omega) = \frac{\eta_0}{1 + (r/r_0)^n} e^{-(\theta/\theta_0)^2 (\omega/\omega_0)^{-2k}} (\omega/\omega_0)^\alpha$$

Результаты

Наблюдаемое временное растяжение ГэВ излучения объясняется в рамках геометрической модели:



Также получены (для выбранных значений параметров):

- Полная энергия, излученная в диапазоне $\gtrsim 1$ ГэВ. Результат меньше предельного значения.
- Доля всплесков среди наблюдаемых в диапазоне (100 МэВ, 1 ГэВ), которые также можно увидеть в диапазоне (1 ГэВ, 300 ГэВ) $f_m = 0.072$. Наблюдаемое значение $f_o = 0.086$.