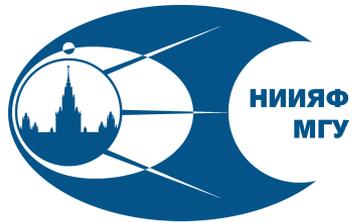
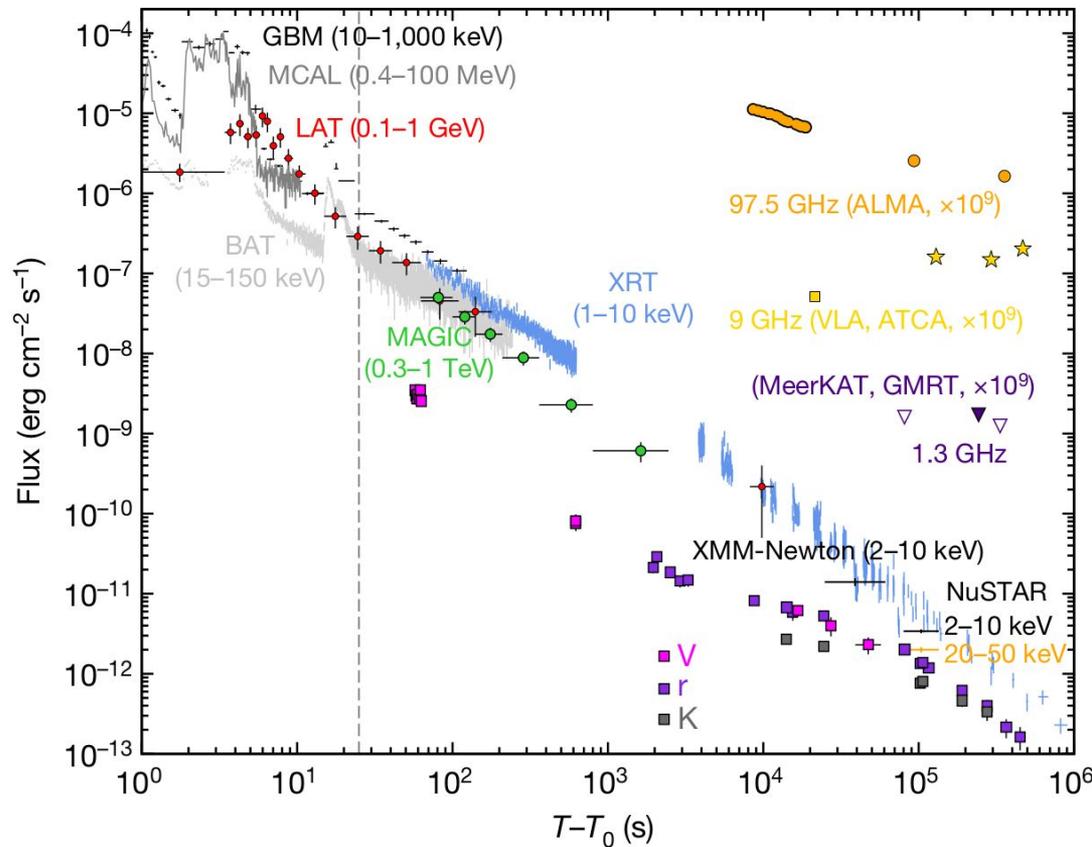


Можно ли поставить ограничения
на напряжённость
внегалактического магнитного
поля по наблюдению каскадных
гамма-квантов от гамма-всплеска
GRB 190114C?



Подлесный Е. И.
Джатдоев Т. А.
Вайман И. А.

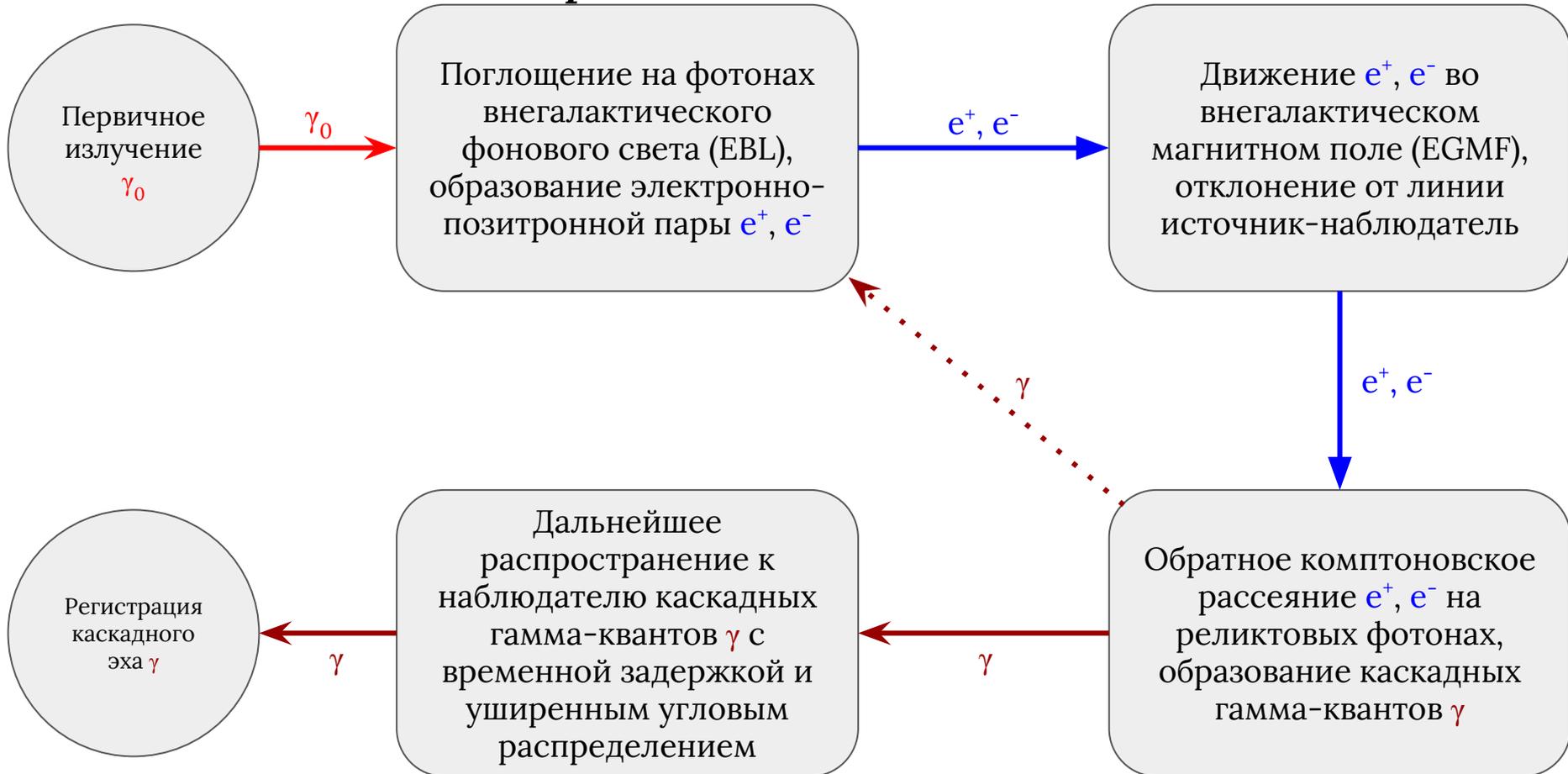
В 20:57:03 UT 14 января 2019 г. (T_0) Swift-BAT и Fermi-GBM зарегистрировали гамма-всплеск GRB 190114C. По алерту были проведены наблюдения рядом других инструментов в широком диапазоне электромагнитного спектра. Сигнал в фазе послесвечения был зарегистрирован в том числе наземным гамма-телескопом MAGIC в диапазоне энергий 0.3-1 ТэВ.



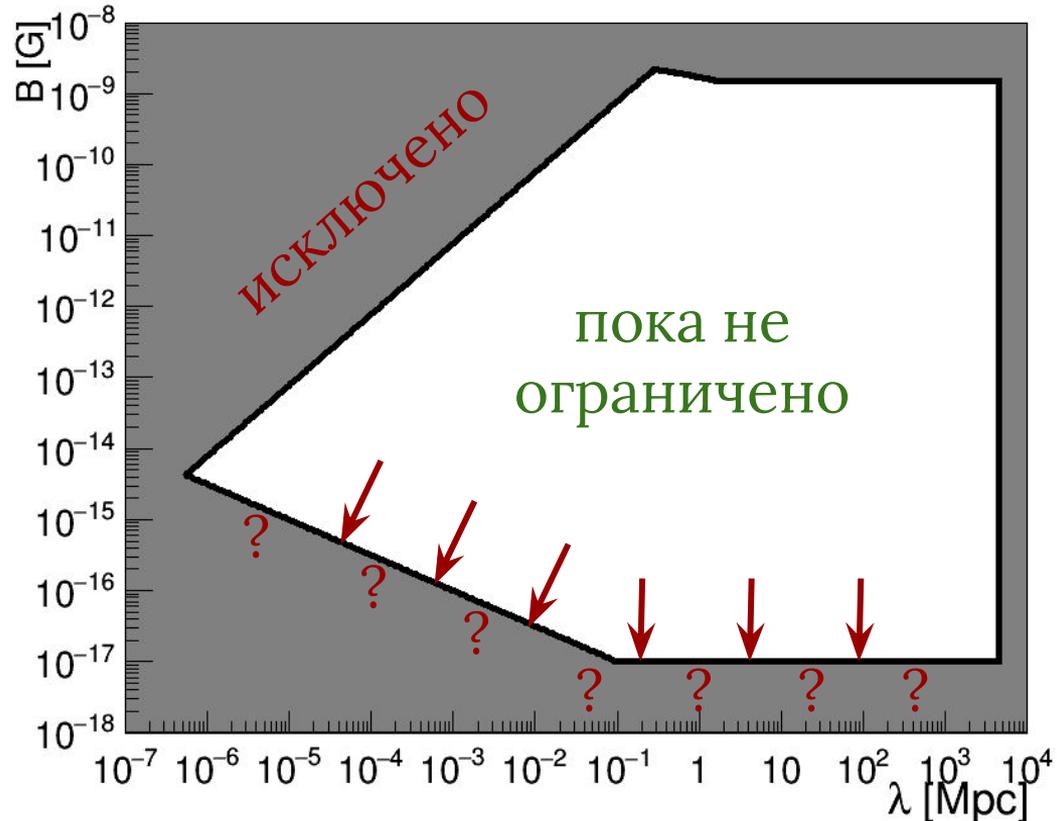
Veres et al., Nature 575, 459 (2019)

Схема развития внегалактического электромагнитного каскада

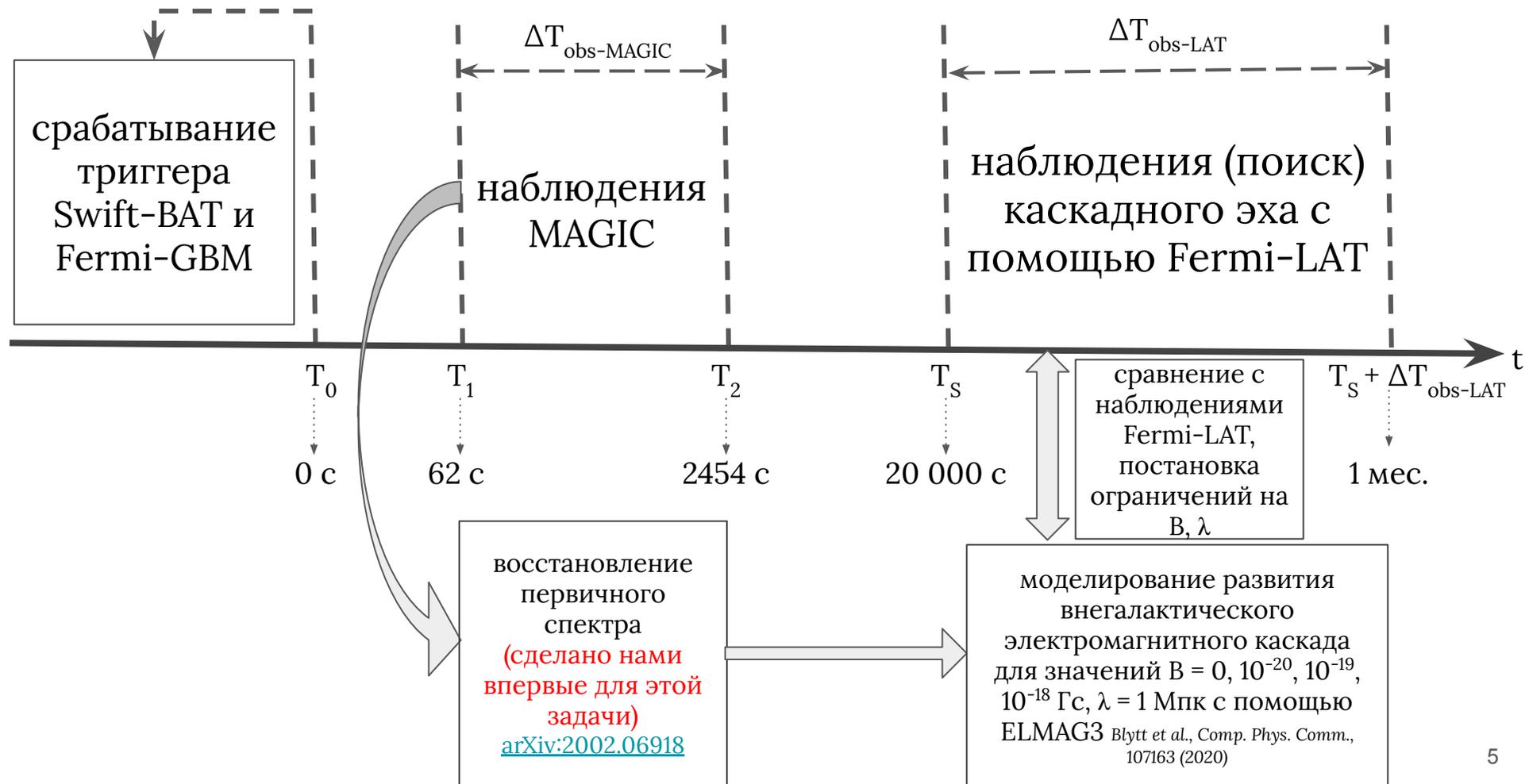
Nikishov, Sov. Phys. JETP 14, 393 (1962);
Gould, & Schröder, Phys. Rev. 155, 1408 (1967)



Современные ограничения
на параметры
внегалактического
магнитного поля (EGMF)
(Dzhatdov et al., EPJ Web of
Conferences 191, 08009 (2018))
Нижняя граница
подвержена
систематическим
неопределённостям
(Arlen et al., ApJ 796, 18 (2014)).

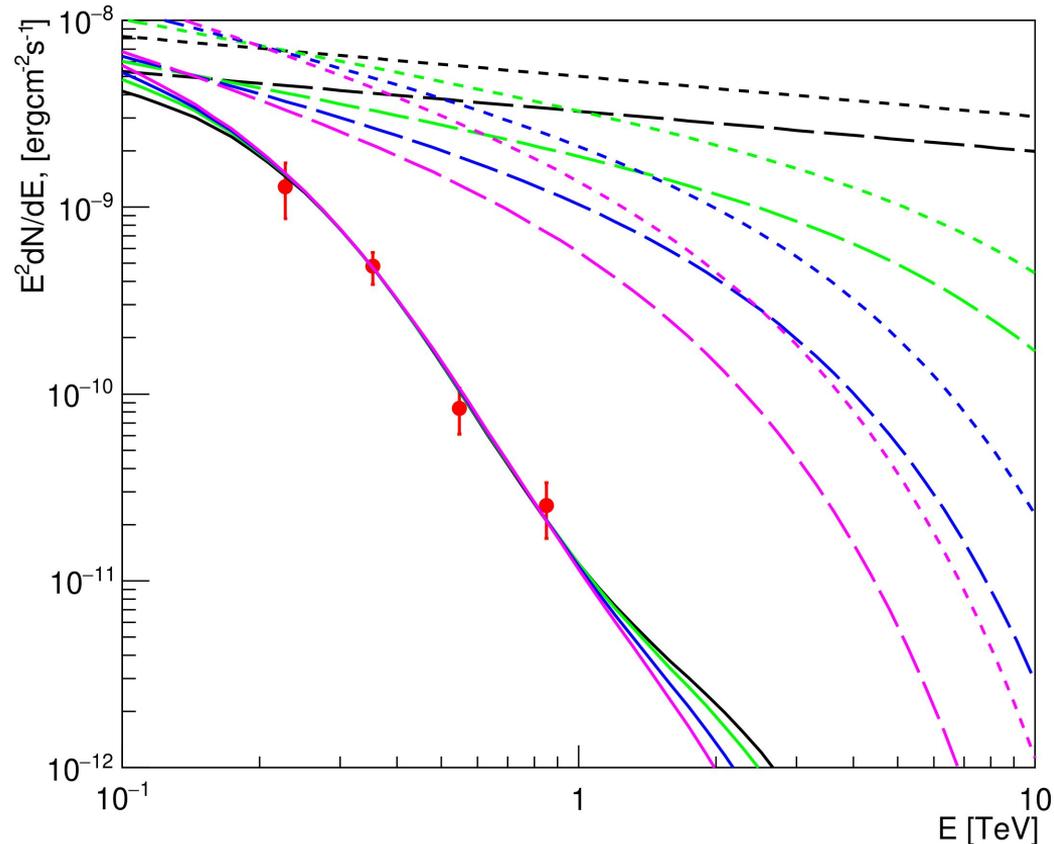


Neronov & Semikoz, Phys. Rev. D 80 (2009);
Durrer, Astron. Astrophys. Rev. 21, 62 (2013)

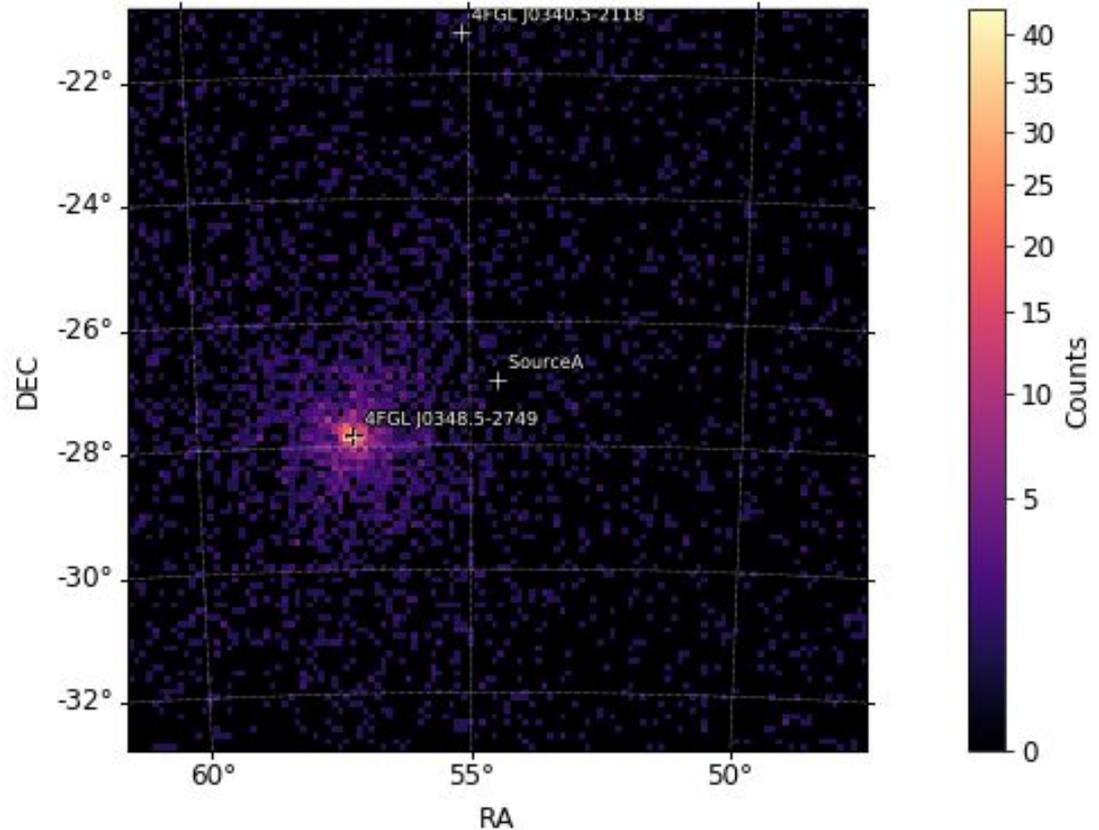


Спектр GRB 190114C, измеренный MAGIC

Спектр GRB 190114C, измеренный
MAGIC с $T_1 = 62$ с по $T_2 = 2454$ с
после триггера T_0 и его
аппроксимация для четырёх
значений интенсивности
(100%, 90%, 80%, 70%)
внегалактического фонового
света (EBL) R. C. Gilmore et al., MNRAS 422,
3189 (2012) (G12)

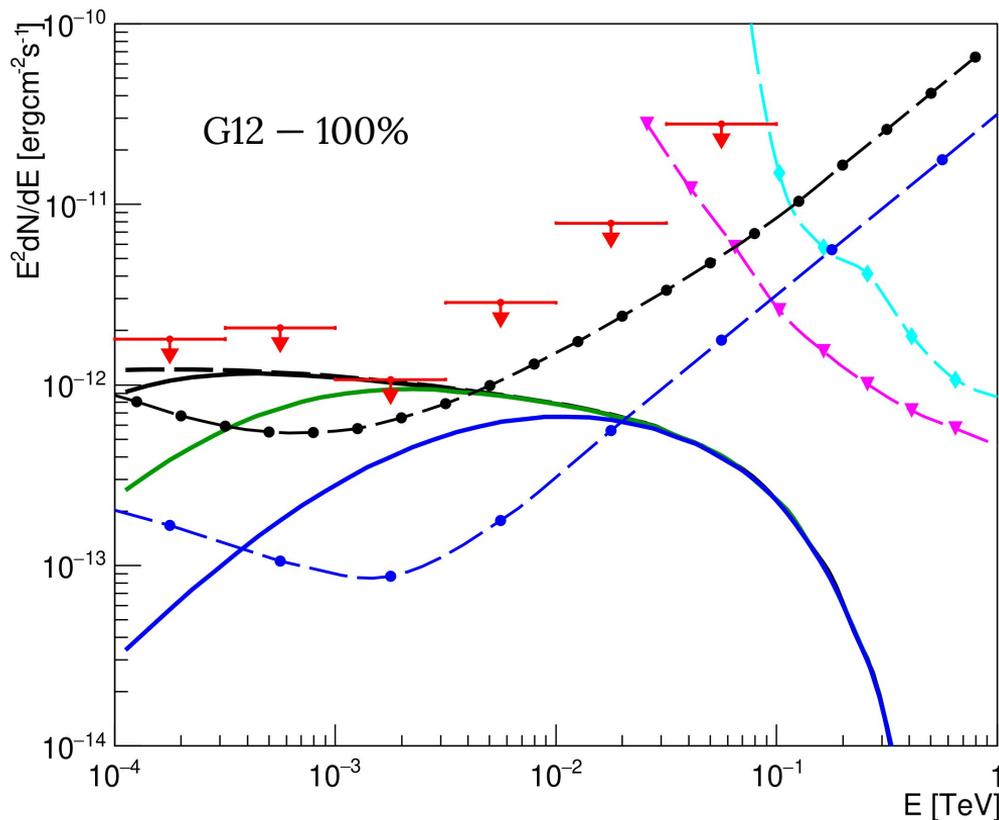


Наблюдения Fermi-LAT
(100 МэВ - 100 ГэВ) по
результатам нашего
анализа участка неба с
центром в точке
детектирования
GRB 190114C в течение
месяца, начиная с
промежутка $T_0 + 20\,000$
секунд



Верхние пределы Fermi-LAT и спектры каскадного эха

Сравнение модельных спектров каскадных фотонов для $0, 10^{-20}, 10^{-19}, 10^{-18}$ Гс с верхними пределами Fermi-LAT, кривыми чувствительности проекта массивного аргонового космического телескопа MAST (*Dzhatdov, & Podlesnyi, APh 112, 1 (2019)*) и проекта наземного гамма-телескопа СТА (СТА Consortium, *Science with the Cherenkov Telescope Array (World Scientific, 2018)*).
Модель EBL - G12, интенсивность 100%.
Моделирование внегалактического электромагнитного каскада сделано с помощью ELMAG3
Blytt et al., Comp. Phys. Comm., 107163 (2020)



Массивный аргоновый космический гамма-телескоп MAST

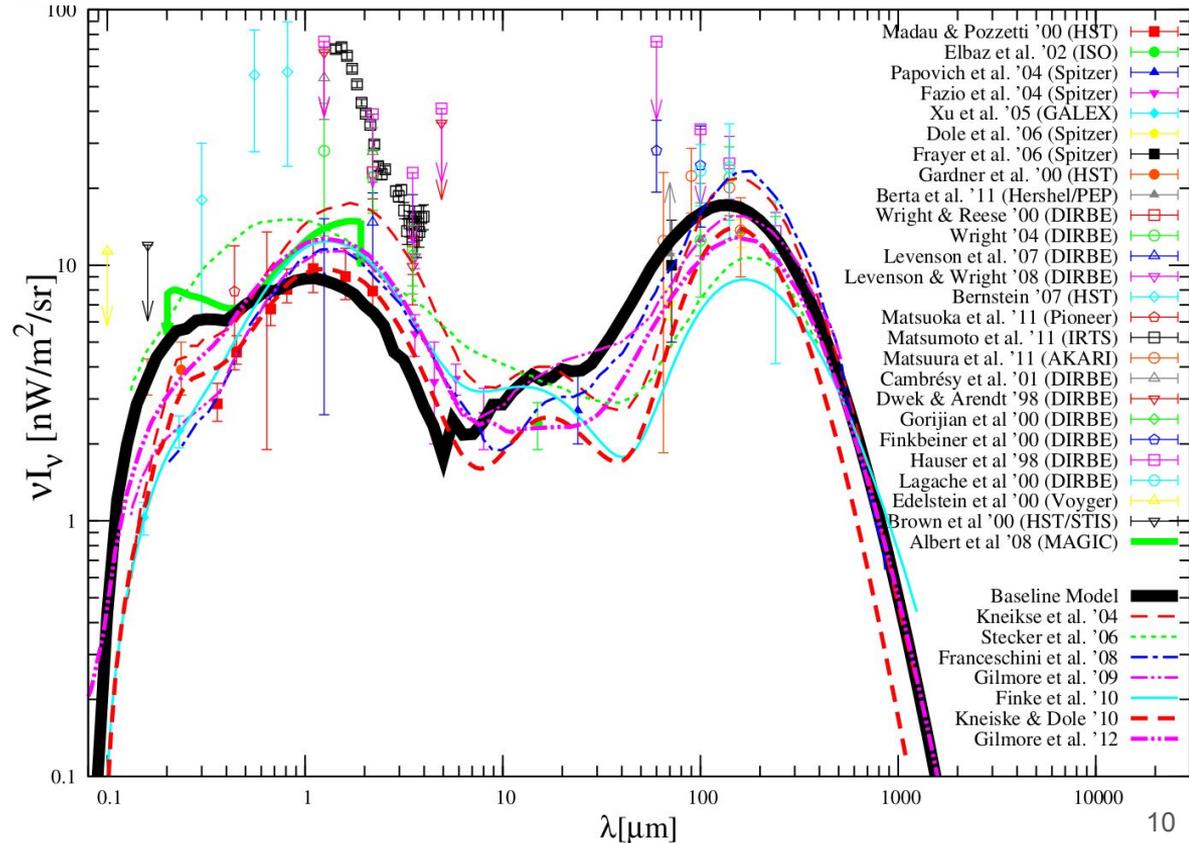
(Dzhatdov, & Podlesnyi, APh 112, 1 (2019))

На основе концепции тяжёлой время-проекционной камеры на жидком аргоне можно сконструировать массивный аргоновый космический гамма-телескоп MAST, обладающий:

1. На порядок большей эффективной площадью, чем Fermi-LAT.
2. В 3-10 раз лучшим угловым разрешением (в зависимости от энергии) по сравнению с Fermi-LAT.
3. Приблизительно на порядок лучшей дифференциальной чувствительностью, чем у Fermi-LAT.
4. Сравнимым с Fermi-LAT энергетическим разрешением.

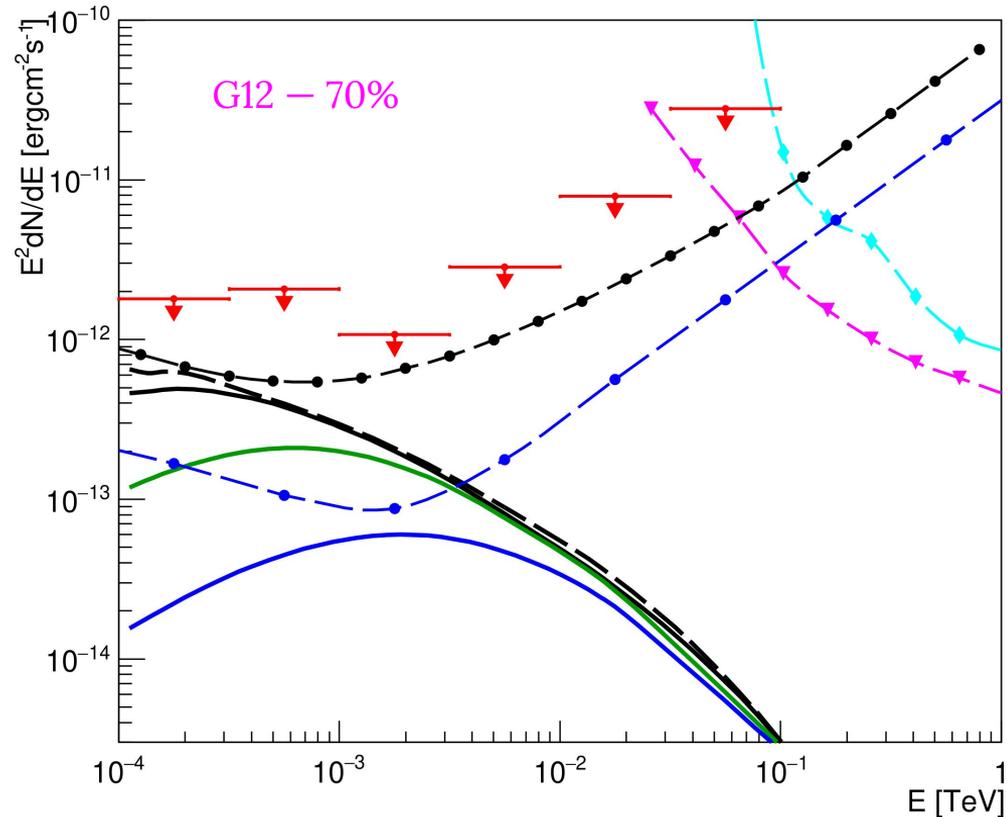
Неопределённость интенсивности EBL

Модели внегалактического
фонового света (EBL) имеют
расхождения друг с другом
20-30% по значению
интенсивности (*Inoue et al.*,
ApJ 768, 197 (2013))



Верхние пределы Fermi-LAT и спектры каскадного эха

Сравнение модельных спектров
каскадных фотонов для 0 , 10^{-20} , 10^{-19} ,
 10^{-18} Гс с верхними пределами
Fermi-LAT, кривыми чувствительности
MAST и СТА. Модель EBL - G12,
интенсивность 70%. Моделирование
внегалактического электромагнитного
каскада сделано с помощью ELMAG3
Blytt et al., Comp. Phys. Comm., 107163 (2020)



Выводы

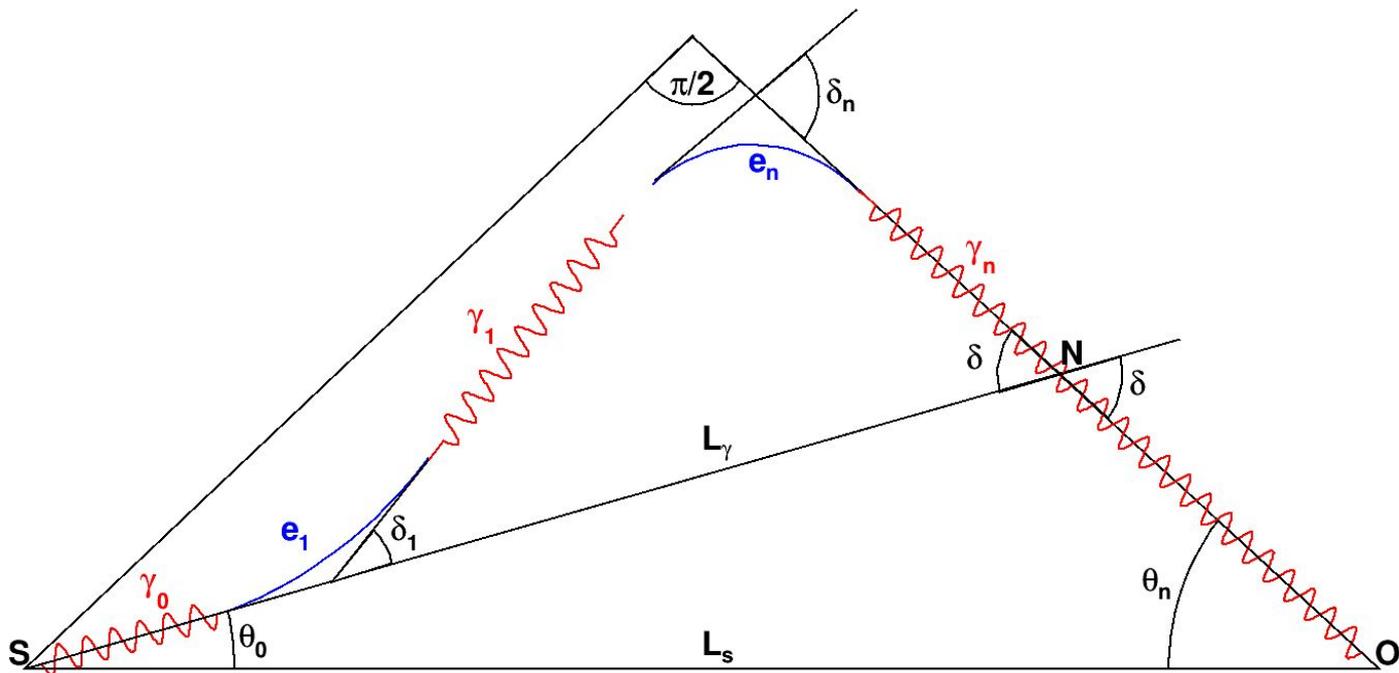
1. Чувствительности Fermi-LAT недостаточно для постановки ограничений на параметры EGMF по наблюдению (поиску) каскадного эха от гамма-всплеска GRB 190114C.
2. Интенсивность каскадных гамма-квантов и форма их спектра сильно зависят от интенсивности внегалактического фонового света — необходимо уточнение моделей EBL.
3. Телескопы следующего поколения, подобные массивному аргоновому космическому телескопу MAST, будут способны исключить (измерить) поля $B < 10^{-18}$ Гс, хотя подобные ограничения будут зависимы от модели EBL.
4. Наблюдения гамма-всплесков черенковскими гамма-телескопами при развитии моделей формирования первичного излучения в источниках могут быть дополнительным способом уточнения моделей EBL.

Благодарю за внимание!

Работа поддержана Российским научным фондом
(грант РНФ № 18-72-00083).

Докладчик – стипендиат Фонда развития
теоретической физики и математики «БАЗИС»
(договор № 19-2-6-195-1).

Дополнительные слайды



Source

Earth

Scheme of the extragalactic electromagnetic cascade

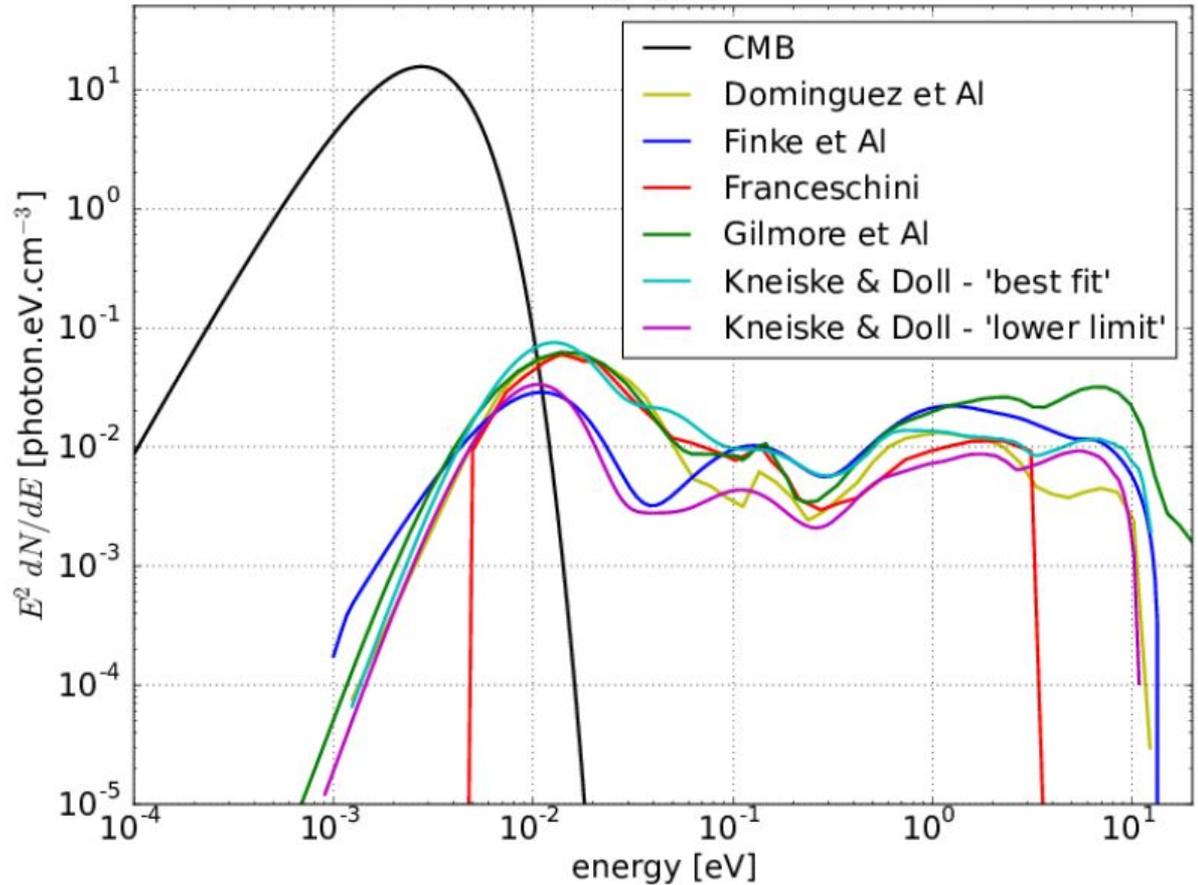
$$\Delta T = \sqrt{\Delta T_B^2 + \Delta T_P^2},$$

$$\Delta T_B = \frac{(1+z)L_\gamma}{2c} \left(1 - \frac{L_\gamma}{L_s}\right) \theta_B^2$$

$$\Delta T_P = \frac{(1+z)L_\gamma}{2c} \left(1 - \frac{L_\gamma}{L_s}\right) \theta_P^2$$

$$\theta_B \approx \frac{L_e}{R_L} \approx \frac{3 \cdot 10^{-6}}{(1+z)^2} \left(\frac{B}{10^{-18}G}\right) \left(\frac{E_e}{10TeV}\right)^{-2}$$

z=2.00



EBL & CMB

*Monthly Notices of the Royal
Astronomical Society, Volume 466,
Issue 3, 21 April 2017, Pages
3472–3487*