

Научная задача и физическая
схема эксперимента
«ГАММА-400»

Юркин Ю.Т.
от имени коллаборации ГАММА-400

Научная сессия НИЯУ МИФИ 2012

Коллаборация «ГАММА-400»

- ГАЛЬПЕР А.М., АПТЕКАРЬ Р.Л., АРХАНГЕЛЬСКАЯ И.В., АРХАНГЕЛЬСКИЙ А.И., БОЕЦИО М., БОНВИЧНИ В., БОЯРЧУК К.А., ВАККИ А., ГУСАКОВ Ю.В., ЗАМПА Н., ЗВЕРЕВ В.Г., КАПЛИН В.А., КАЧАНОВ В.А., ЛЕОНОВ А.А., МАЗЕЦ Е.П., МОИСЕЕВ А.А., МОСКАЛЕНКО И., ПИКОЦЦА П., РОДИН В.Г., РУНЦО М.Ф., СПИЛЛАНТИНИ П., СПАРВОЛИ Р., СУЧКОВ С.И., ТАВАНИ М., ТОПЧИЕВ Н.П., ФАРБЕР М.О., ФРАДКИН М.И., ХЕЙМИЦ М.Д., ЮРКИН Ю.Т.

Цели проекта «ГАММА-400»

- **Исследование природы и свойств слабовзаимодействующих массивных частиц (вимпов), из которых возможно состоит темная материя;**
- **Исследование природы астрофизических объектов от звезд до скоплений галактик; исследование переменной активности объектов в гамма-диапазоне;**
- **Исследование механизмов генерации, ускорения, распространения и взаимодействия заряженных космических лучей в галактическом и межгалактическом пространствах.**

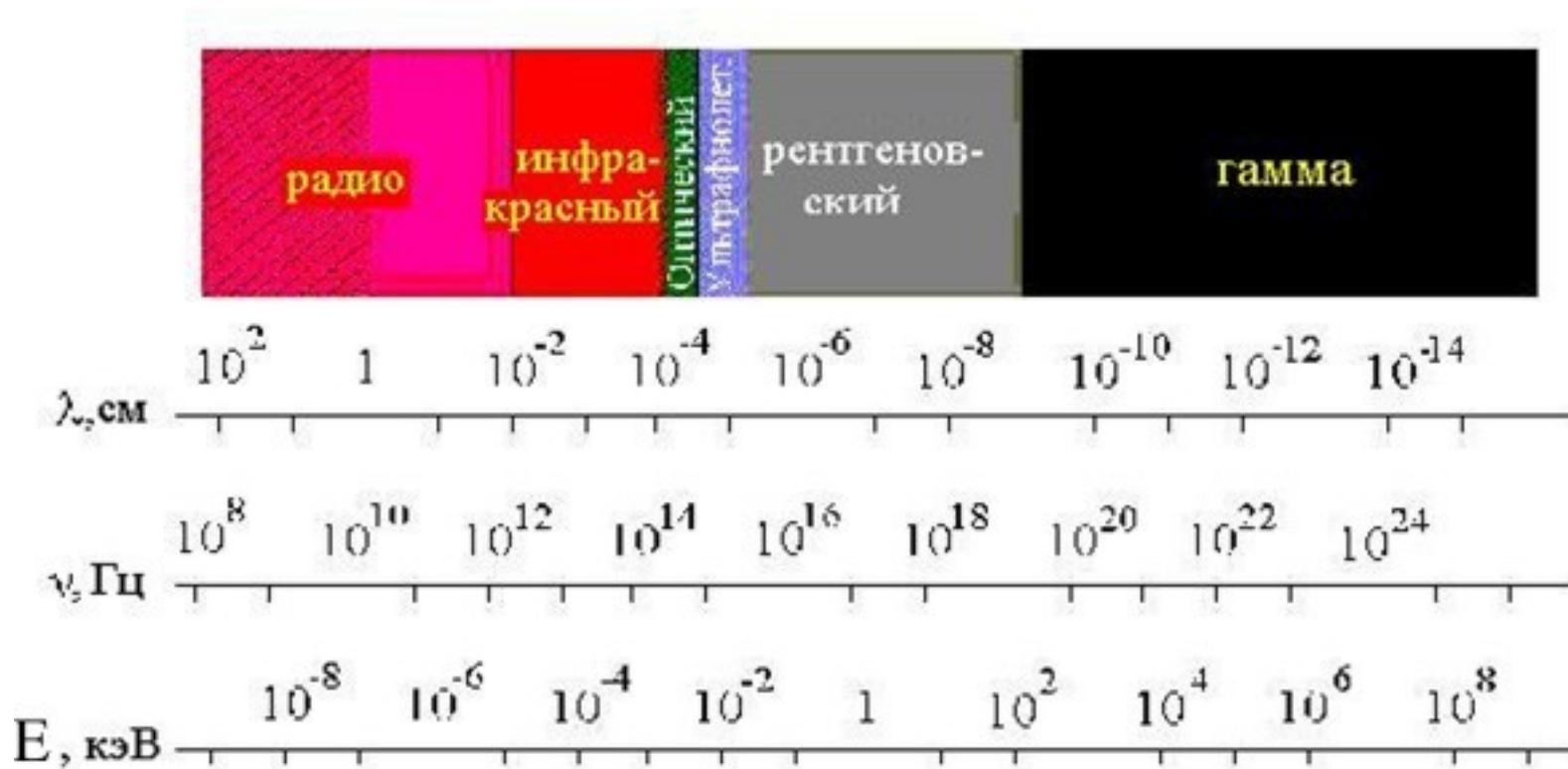
Научные задачи «ГАММА-400»

- **Измерения энергетических спектров галактического и внегалактического диффузного и изотропного гамма-излучения. Поиск особенностей в спектрах гамма-излучения. Поиск «гамма-линий» в излучении дискретных гамма-источников, в диффузном и изотропном гамма-излучении, возникающих при аннигиляции и распаде компонентов темной материи.**
- **Регистрация потоков электронов и позитронов с энергией выше 30 ГэВ, измерение энергетических спектров этих частиц, выделение особенностей в их спектрах, которые могли бы быть связаны с процессами аннигиляции и распада частиц темной материи.**
- **Поиск новых и изучение известных галактических и внегалактических дискретных источников гамма-излучения высокой энергии: остатков сверхновых, пульсаров, аккрецирующих объектов, микроквazarов, галактик с активными ядрами, блазаров, квазаров; измерение их энергетических спектров и светимости.**

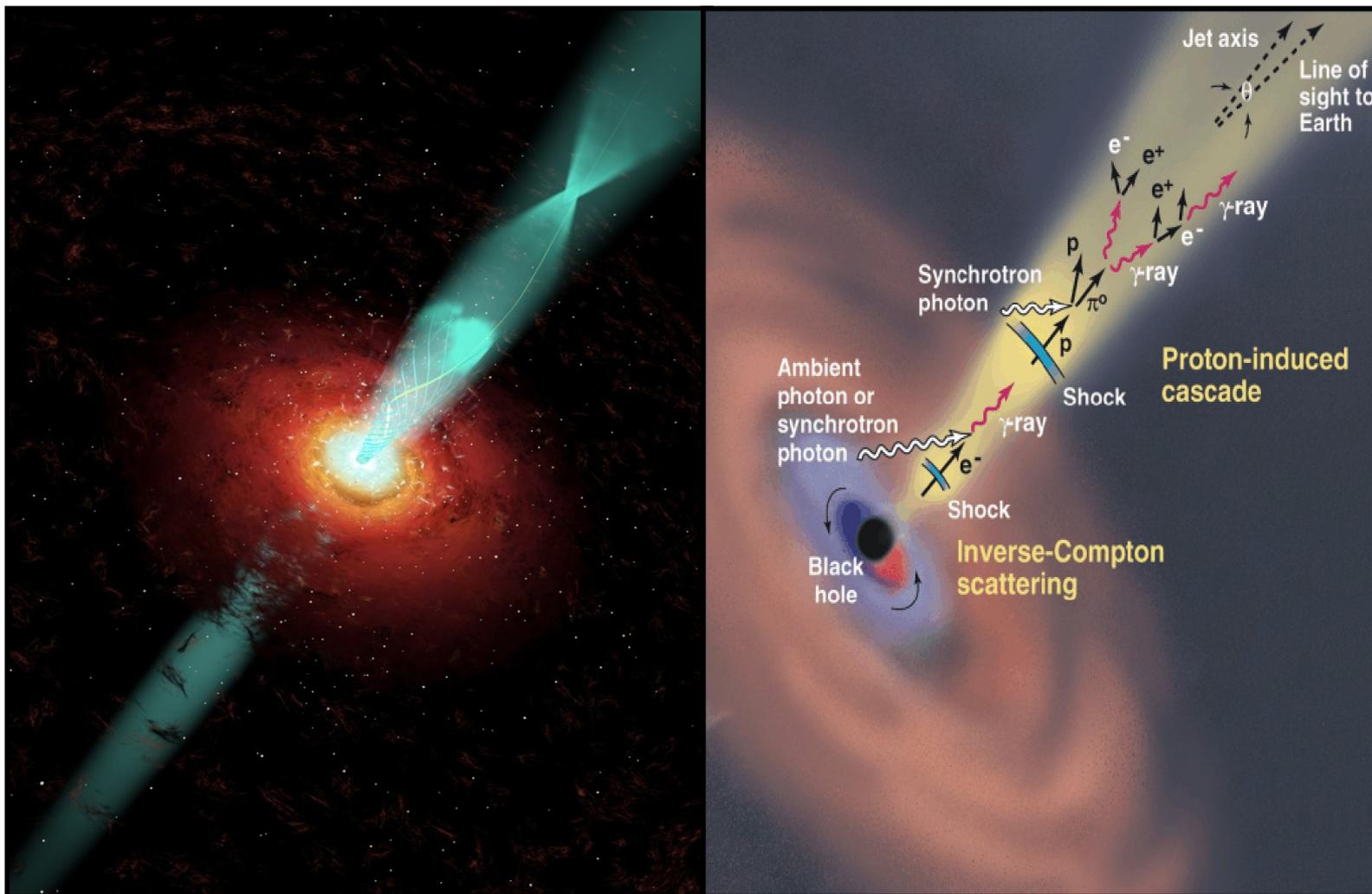
Научные задачи «ГАММА-400»

- **Отождествление дискретных гамма-источников с известными источниками излучения в других диапазонах энергии, в том числе, с дискретными источниками, зарегистрированными наземными гамма-телескопами в диапазоне энергий выше 1000 ГэВ.**
- **Мониторинг светимости и энергетического спектра гамма-источников высокой энергии для изучения природы их переменности.**
- **Измерение потоков галактических легких ядер и ядер до группы железа.**
- **Поиск и исследование гамма-всплесков сверхвысокой энергии (более 30 ГэВ).**
- **Регистрация высокоэнергетического гамма-излучения и потоков электронов и позитронов от солнечных вспышек.**

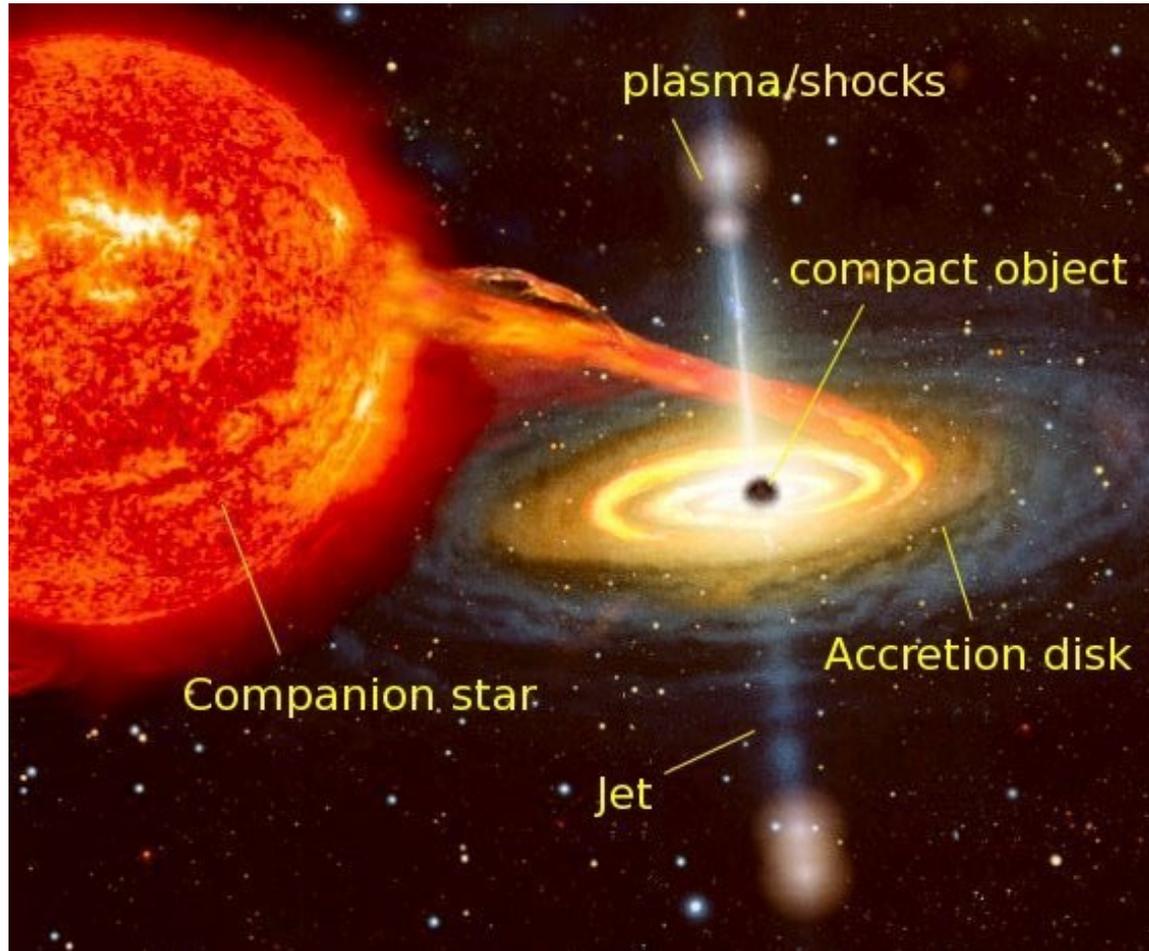
Спектр электромагнитного излучения



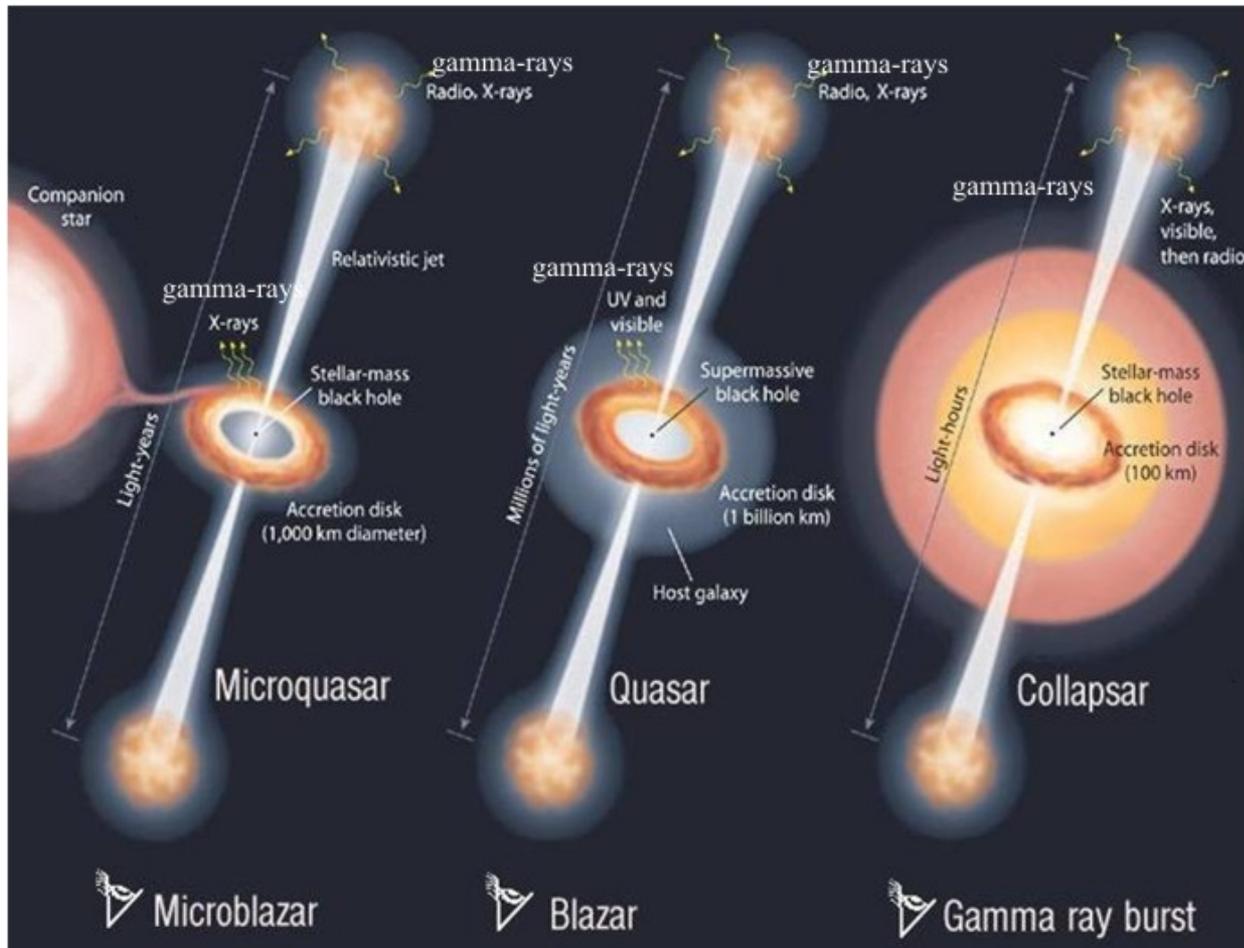
Черная дыра – источник гамма-излучения высокой энергии



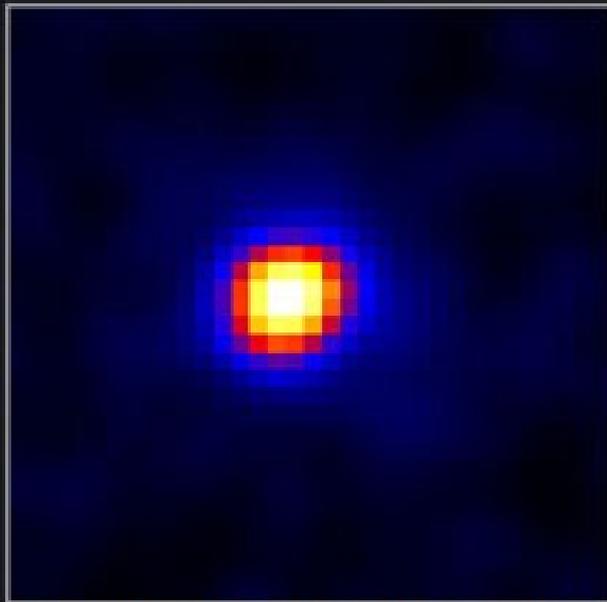
Двойная система – источник гамма-излучения высокой энергии



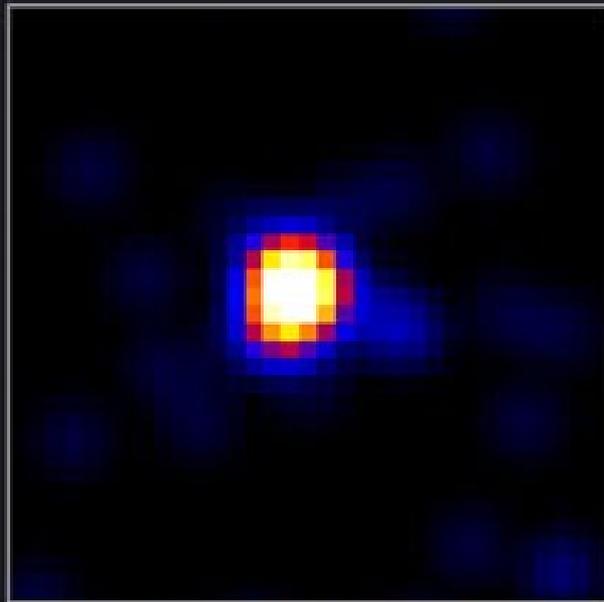
Генерация гамма-излучения высокой энергии в дискретных источниках



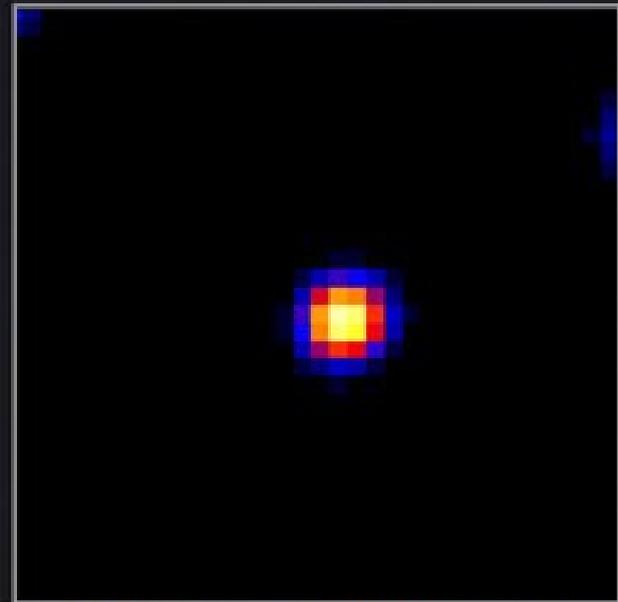
Fermi: гамма-источники в разных диапазонах энергии



Radio galaxy NGC 1275 (Perseus A) as seen at energies between 1 and 10 GeV



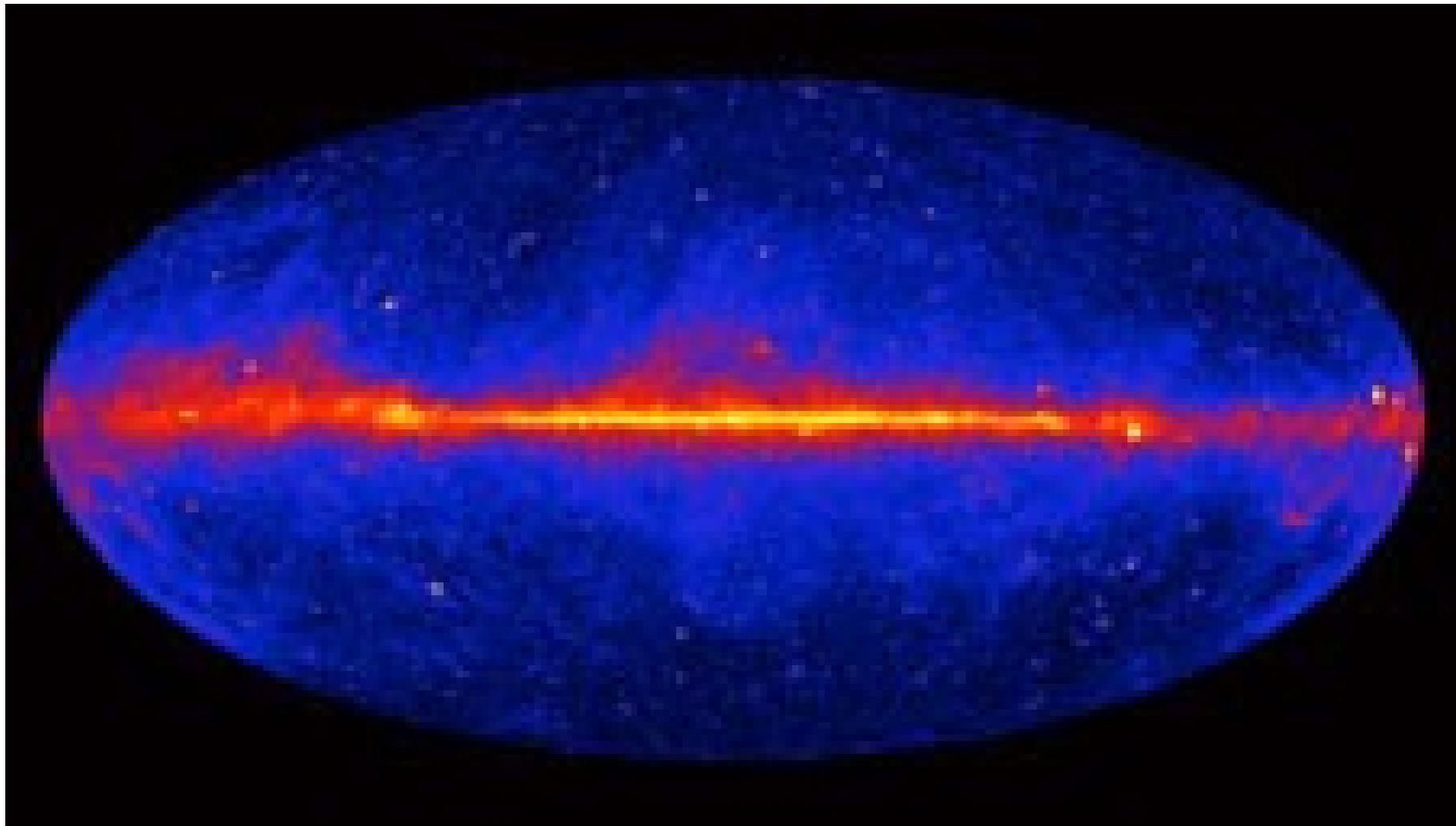
A new source emerges nearby (center right) at higher energies (10 to 100 GeV)



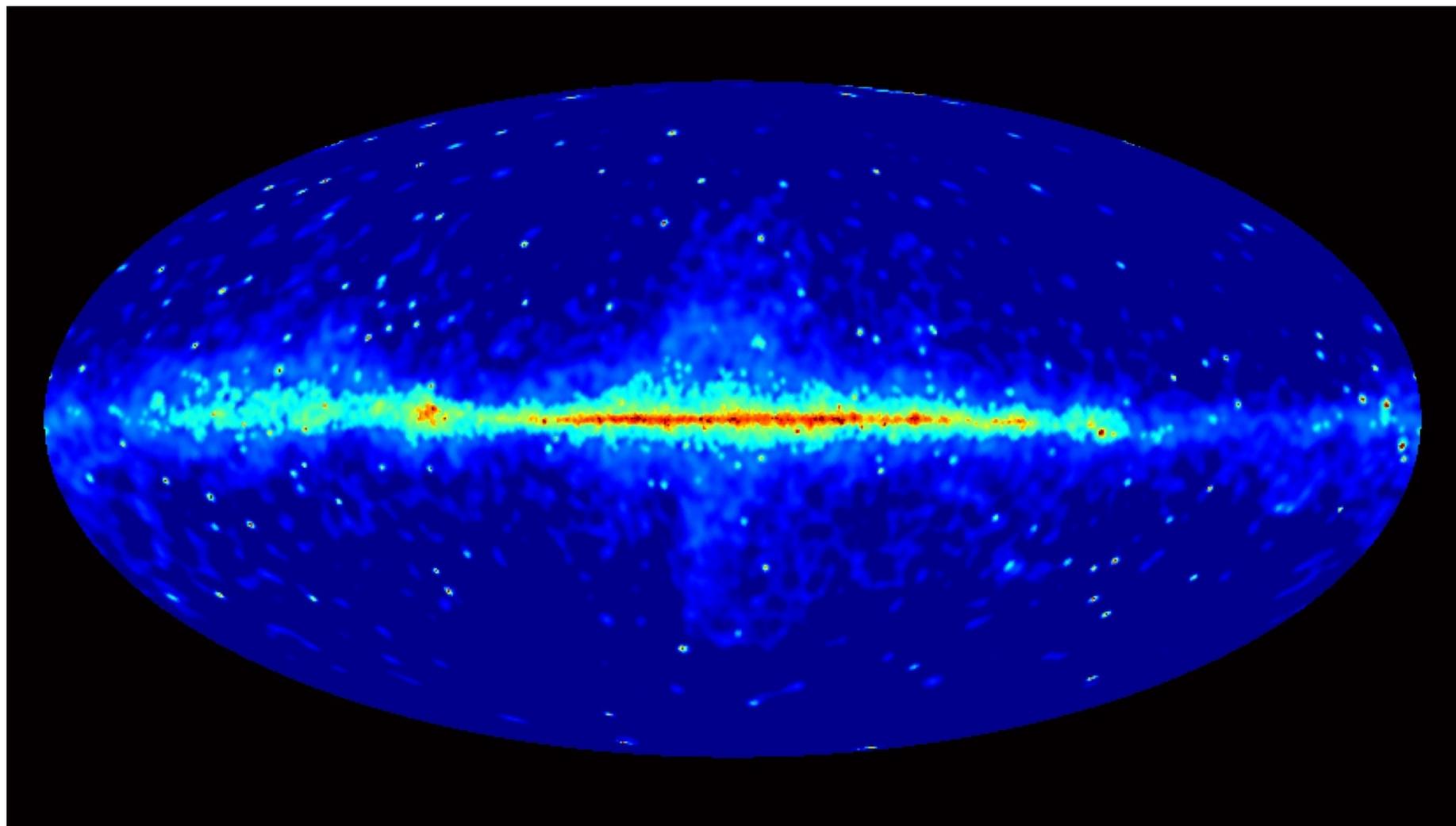
NGC 1275 disappears and galaxy IC 310 shines brightly at energies from 100 to 300 GeV

Credit: NASA/DOE/LAT Collaboration and A. Neronov et al.

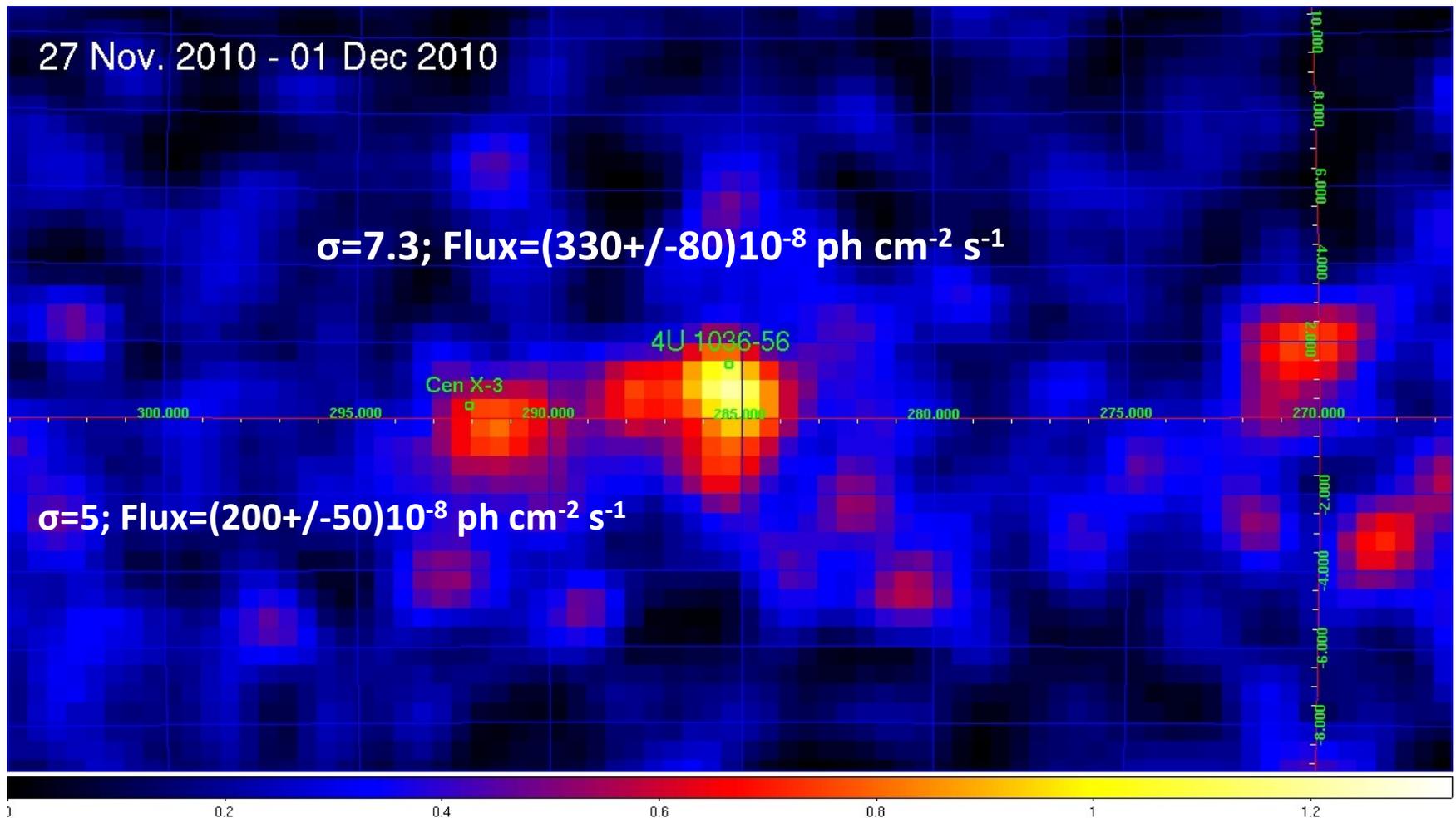
Fermi: карта неба > 1 ГэВ



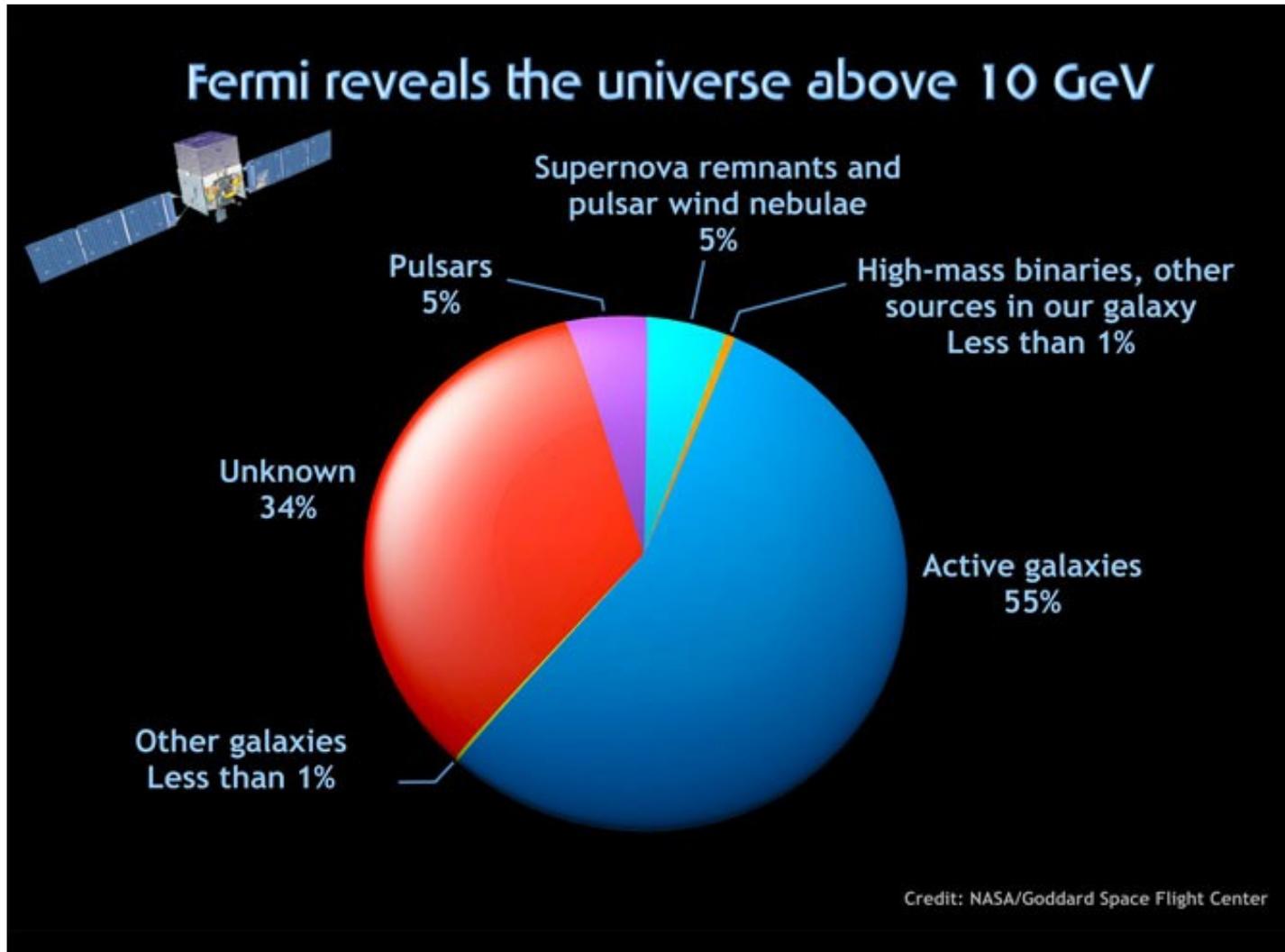
Fermi: карта неба > 10 ГэВ



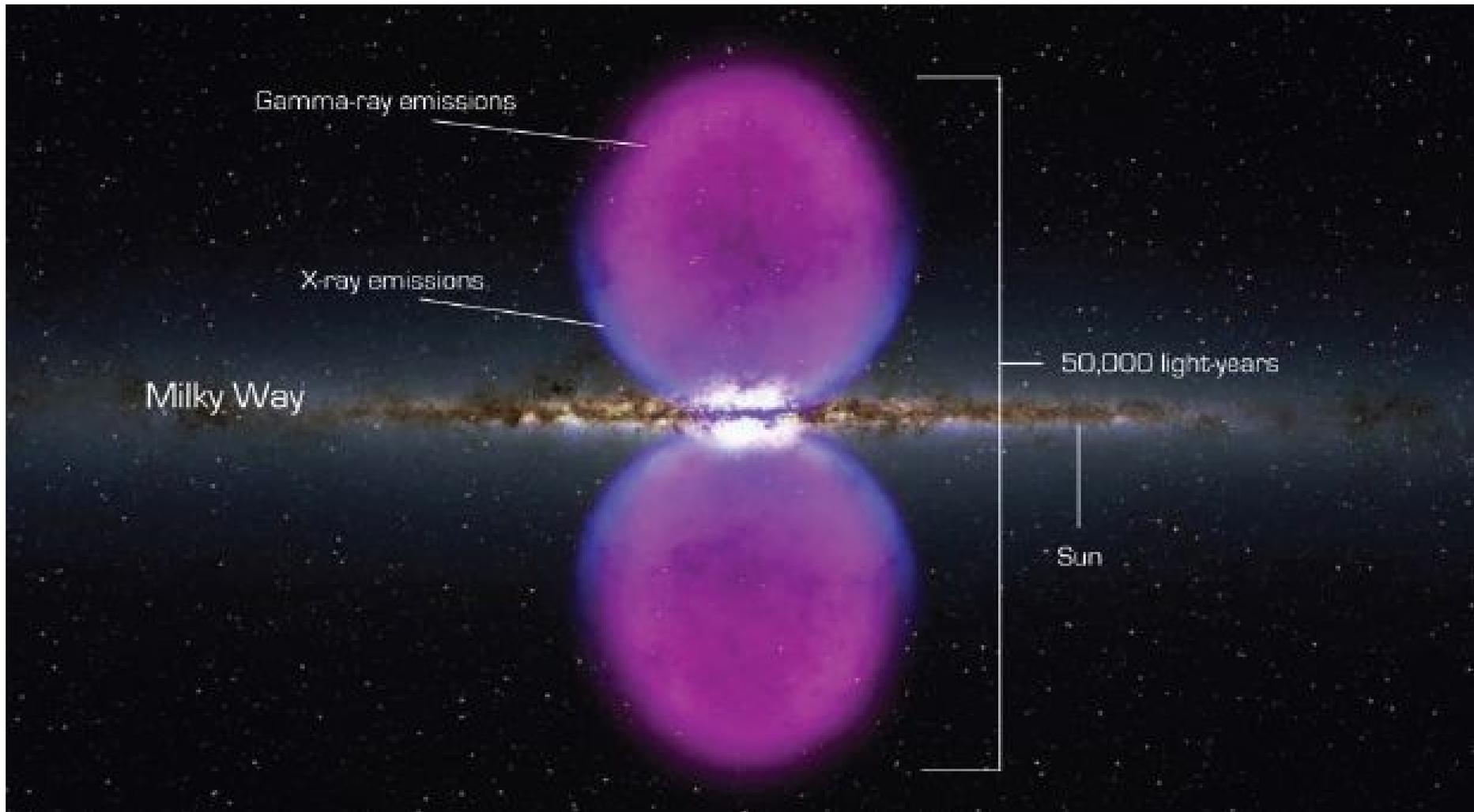
Транзиентный источник



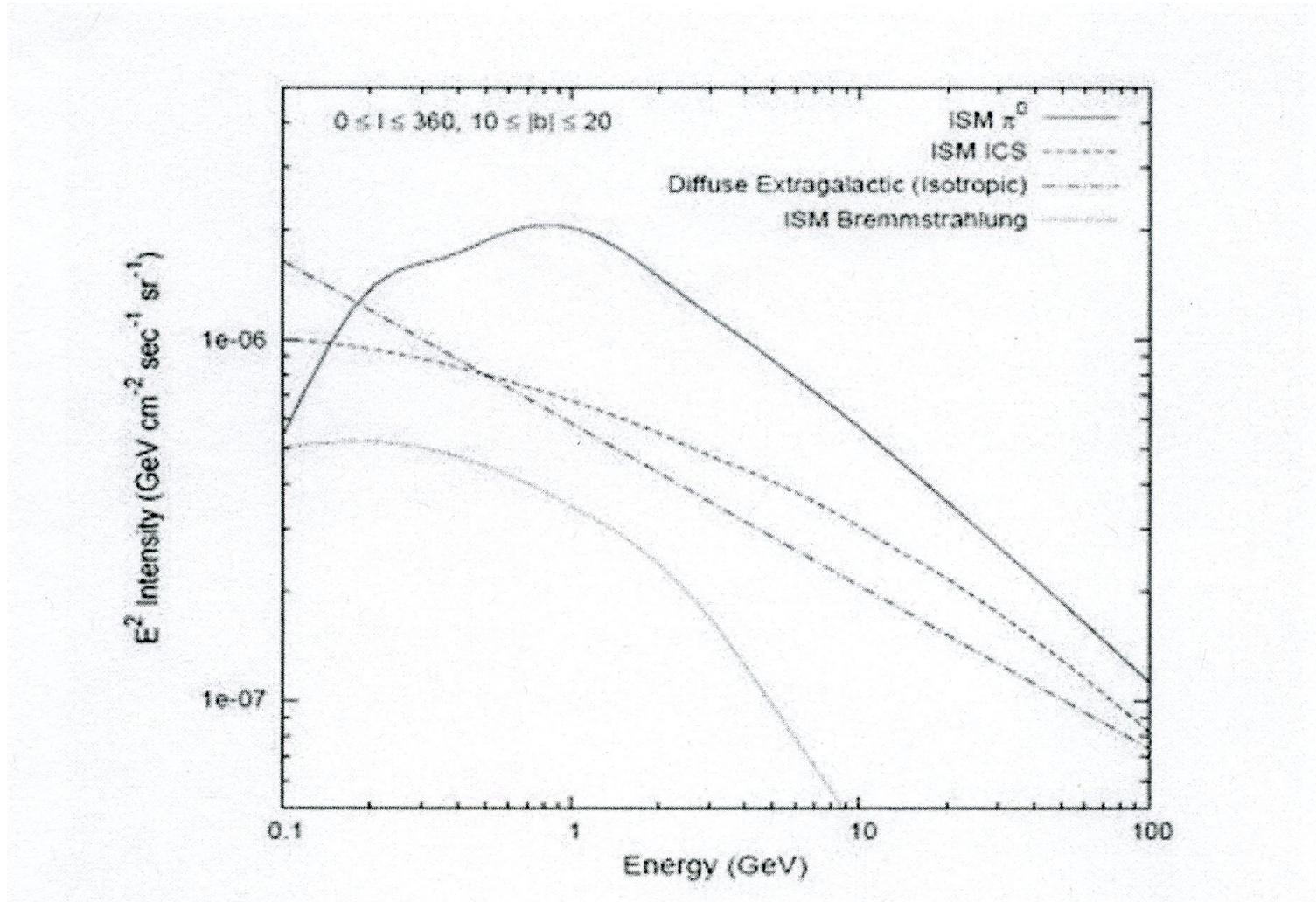
Fermi: гамма-источники > 10 ГэВ



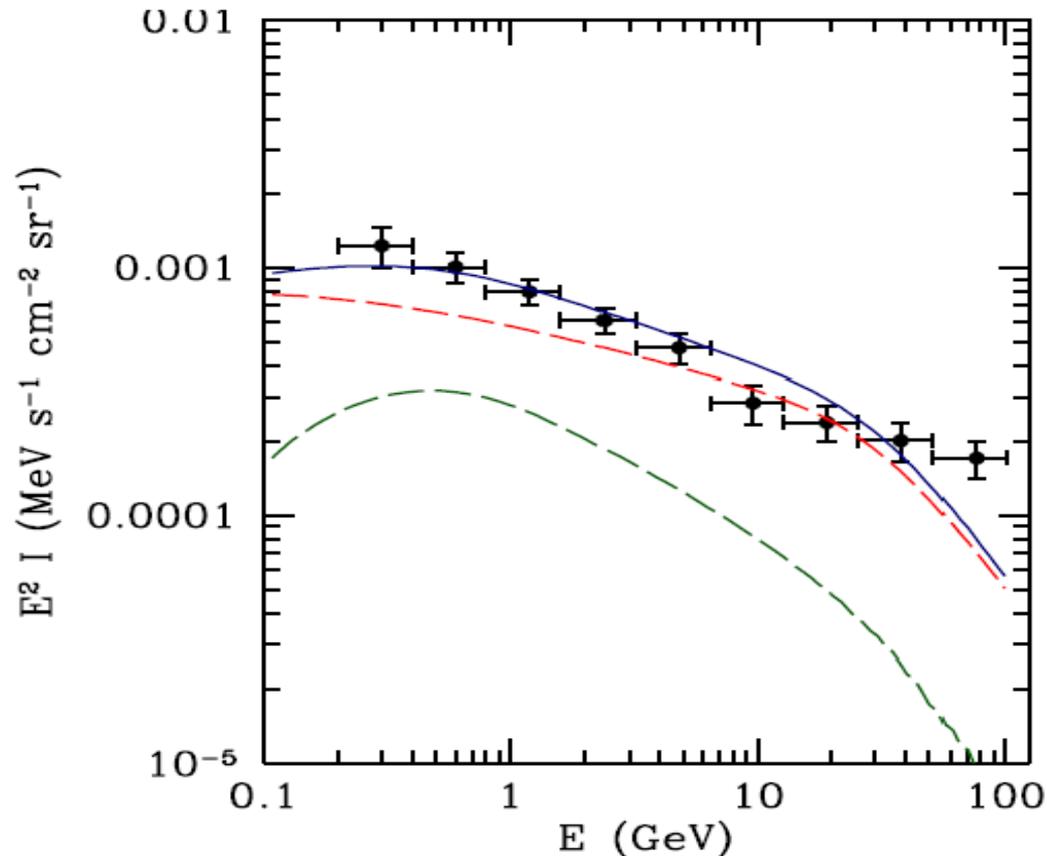
Bubbles gamma 1 – 100 ГэВ



Фоновое гамма-излучение



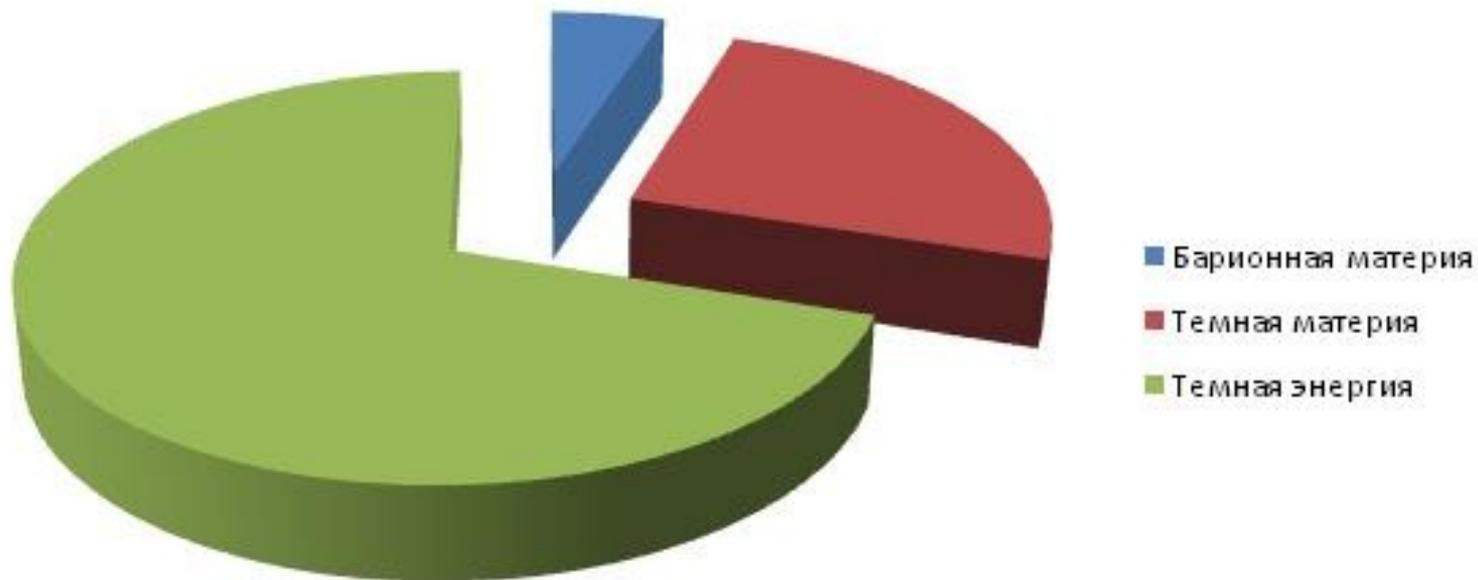
Внегалактическое гамма-излучение



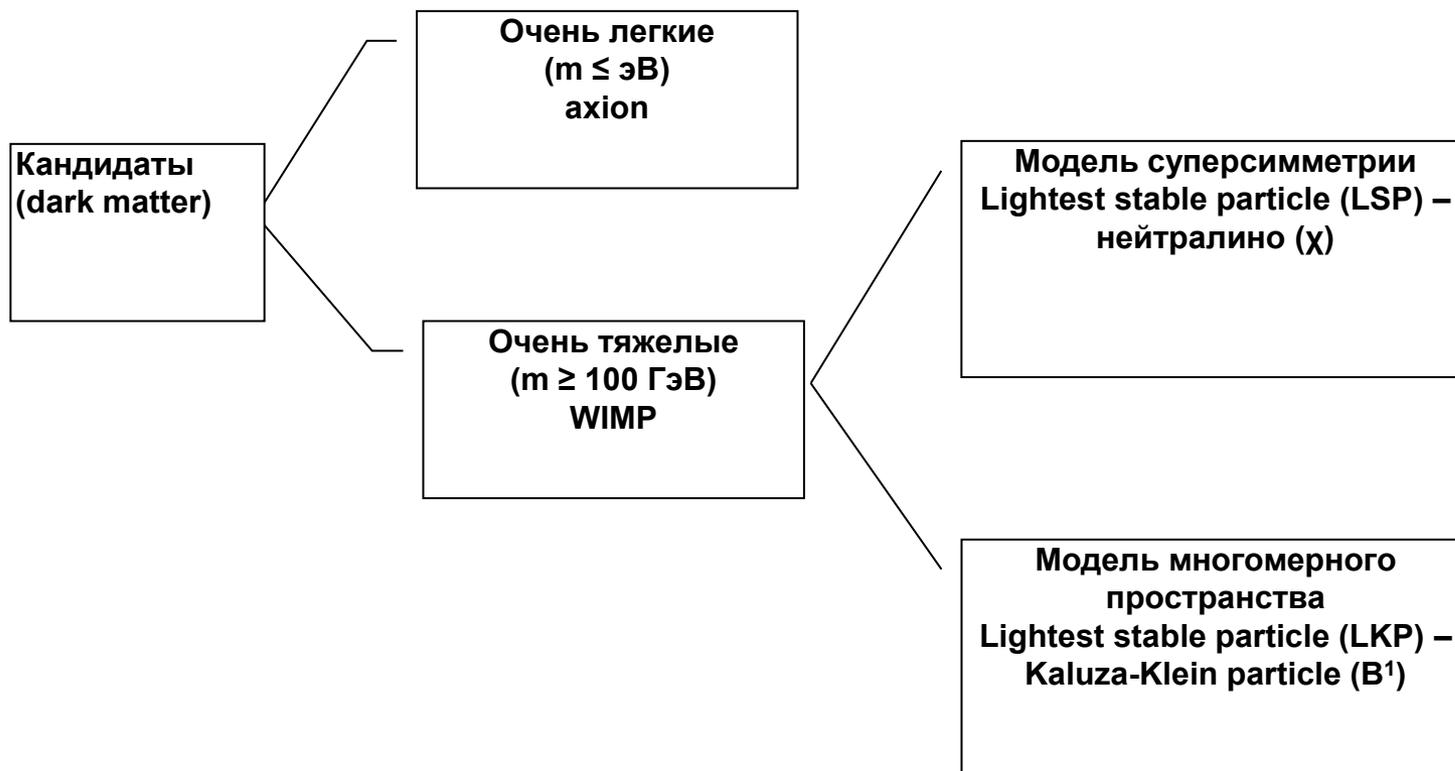
Вклад звездообразующих галактик (зеленый), блазаров (красный) и их сумма (синий) в экстрагалактическое гамма-излучение.

Состав Вселенной

Плотность энергии во Вселенной



Гипотетические частицы темной материи



ТМ – источник гамма-квантов и e^\pm

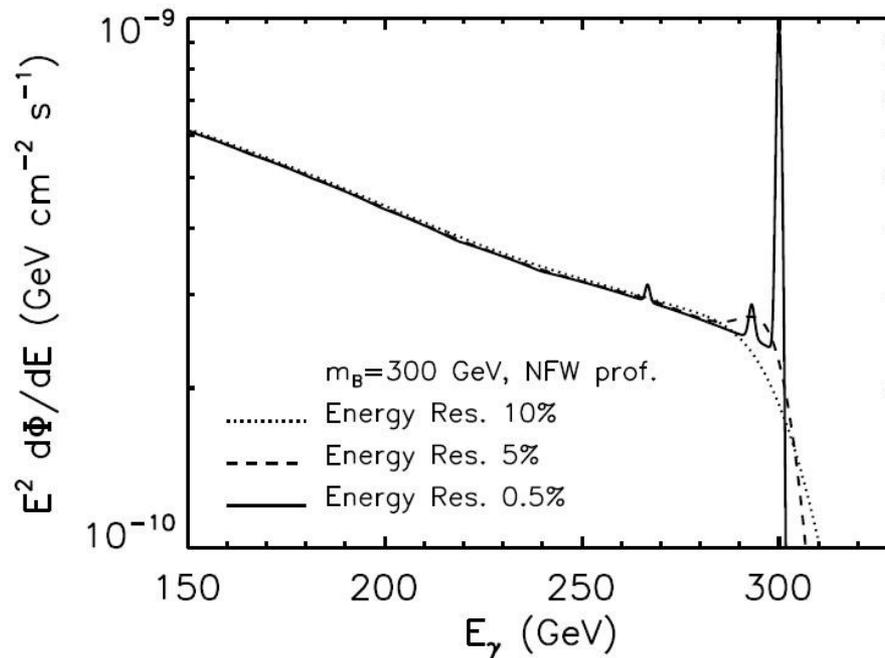
$$\chi + \chi \rightarrow \begin{array}{|c} b\bar{b} \\ t\bar{t} \\ Z^0 Z^0 \\ \tau^+ \tau^- \\ Z^0 \gamma \\ W^+ W^- \\ H H \end{array} \rightarrow \begin{array}{|c} \gamma + \dots \\ e^\pm + \dots \\ p \bar{p} + \dots \\ d \bar{d} + \dots \end{array}$$

$$B_{kk} + B_{kk} \rightarrow \begin{array}{|c} \gamma + \gamma \\ e^+ + e^- \\ \mu^+ + \mu^- \\ \tau^+ + \tau^- \\ \gamma + Z, \gamma + H \end{array}$$

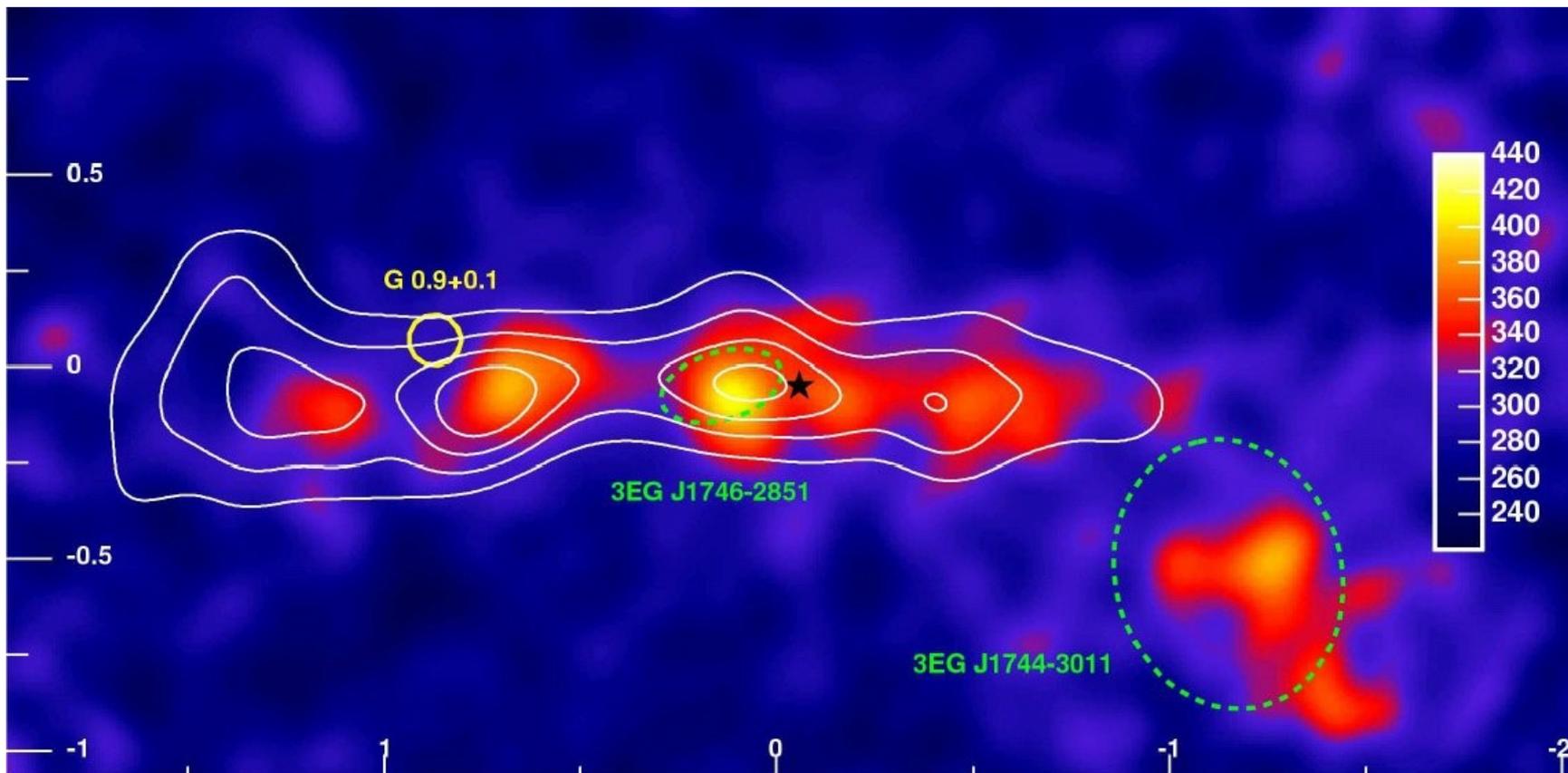
$$\chi \rightarrow l^+ l^- \nu, Z^0 \nu, w^\pm l^\mp$$

$$B_{kk} \rightarrow \gamma\gamma, Z^0 \gamma, H^0 \gamma$$

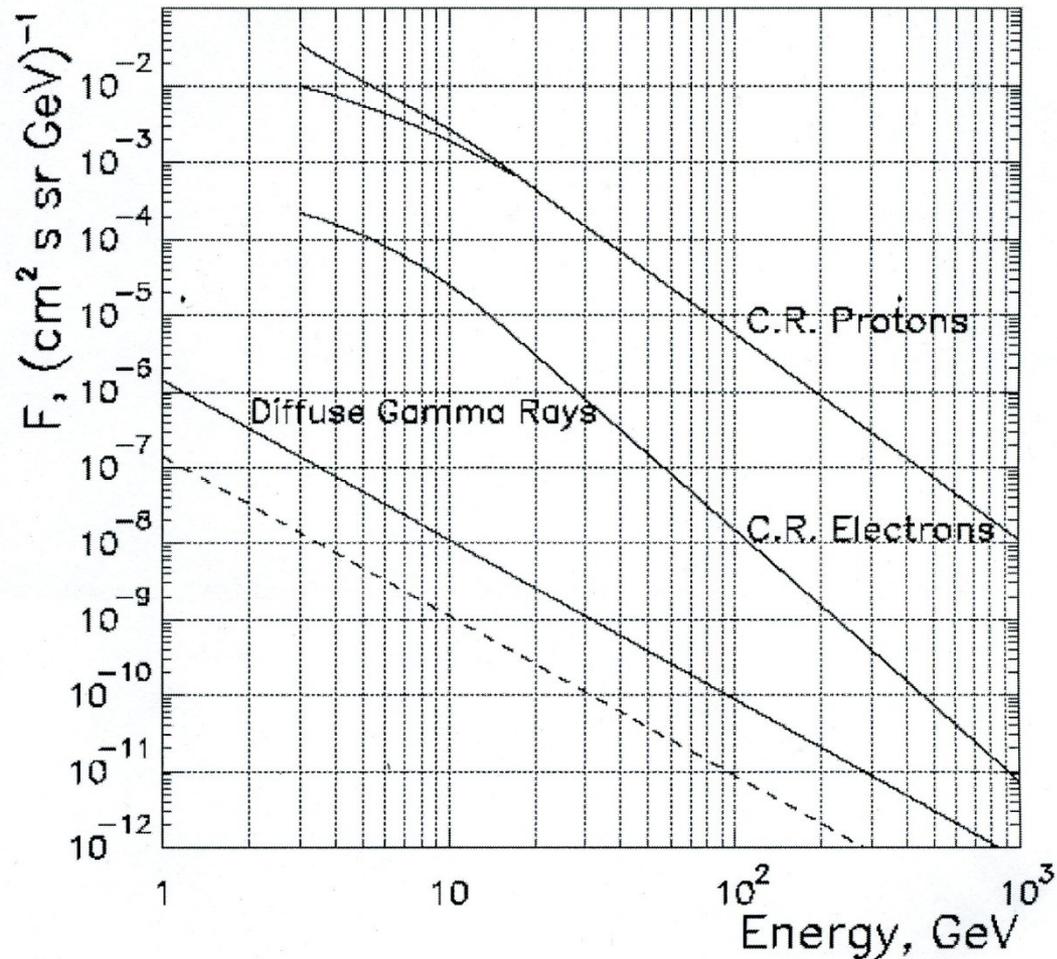
Спектр гамма от V_{kk} массой 300 ГэВ



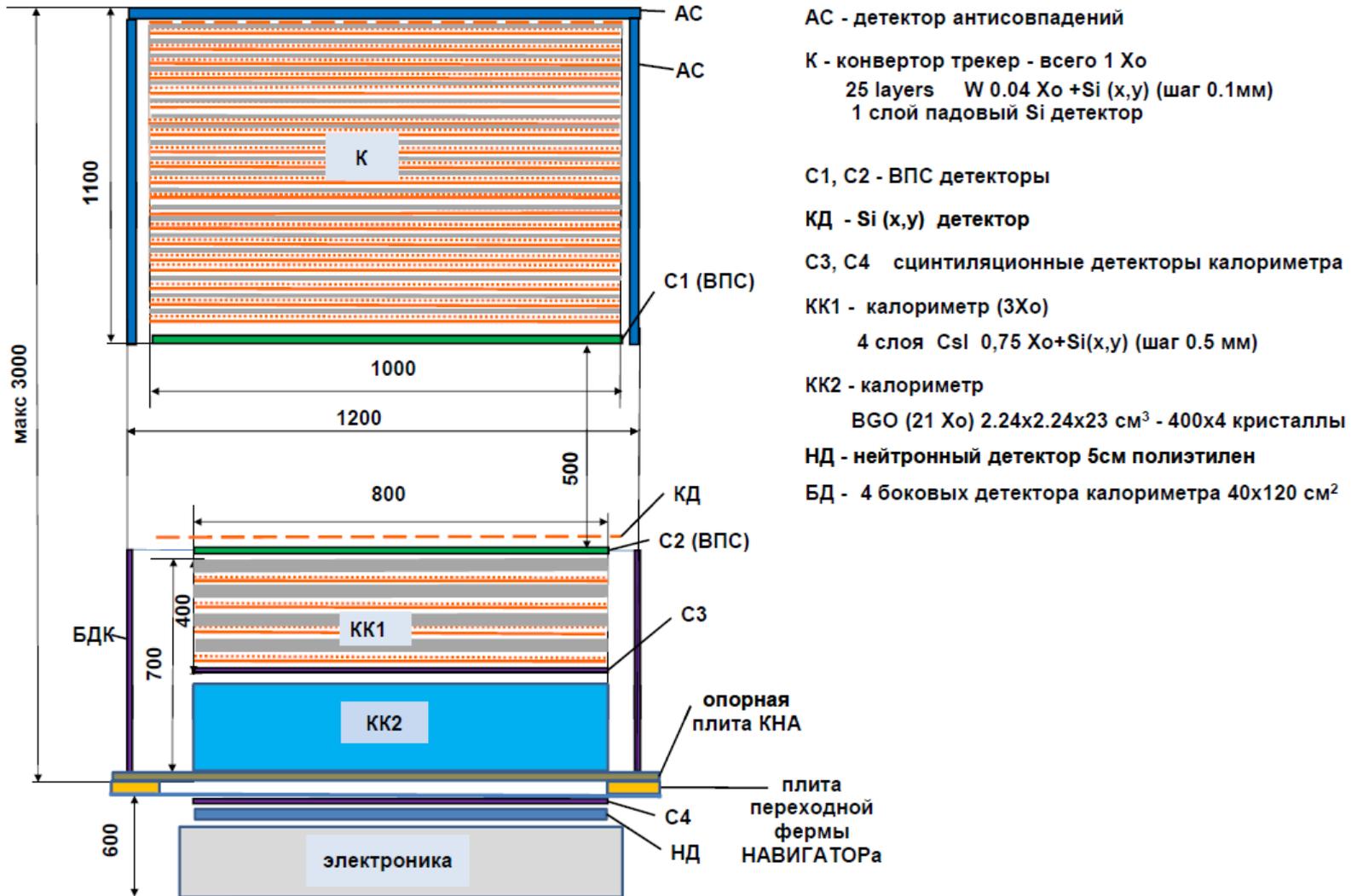
HESS: Центр Галактики (ТэВ)



Дифференциальный спектр первичных космических лучей



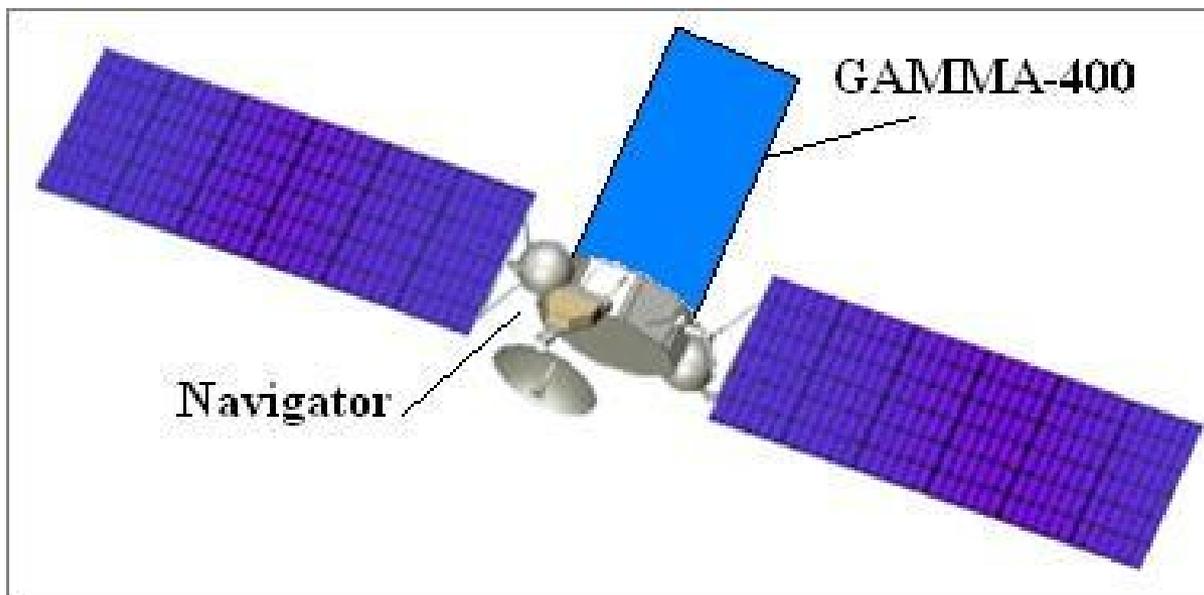
Физическая схема «ГАММА-400»



Физические характеристики ГАММА-400

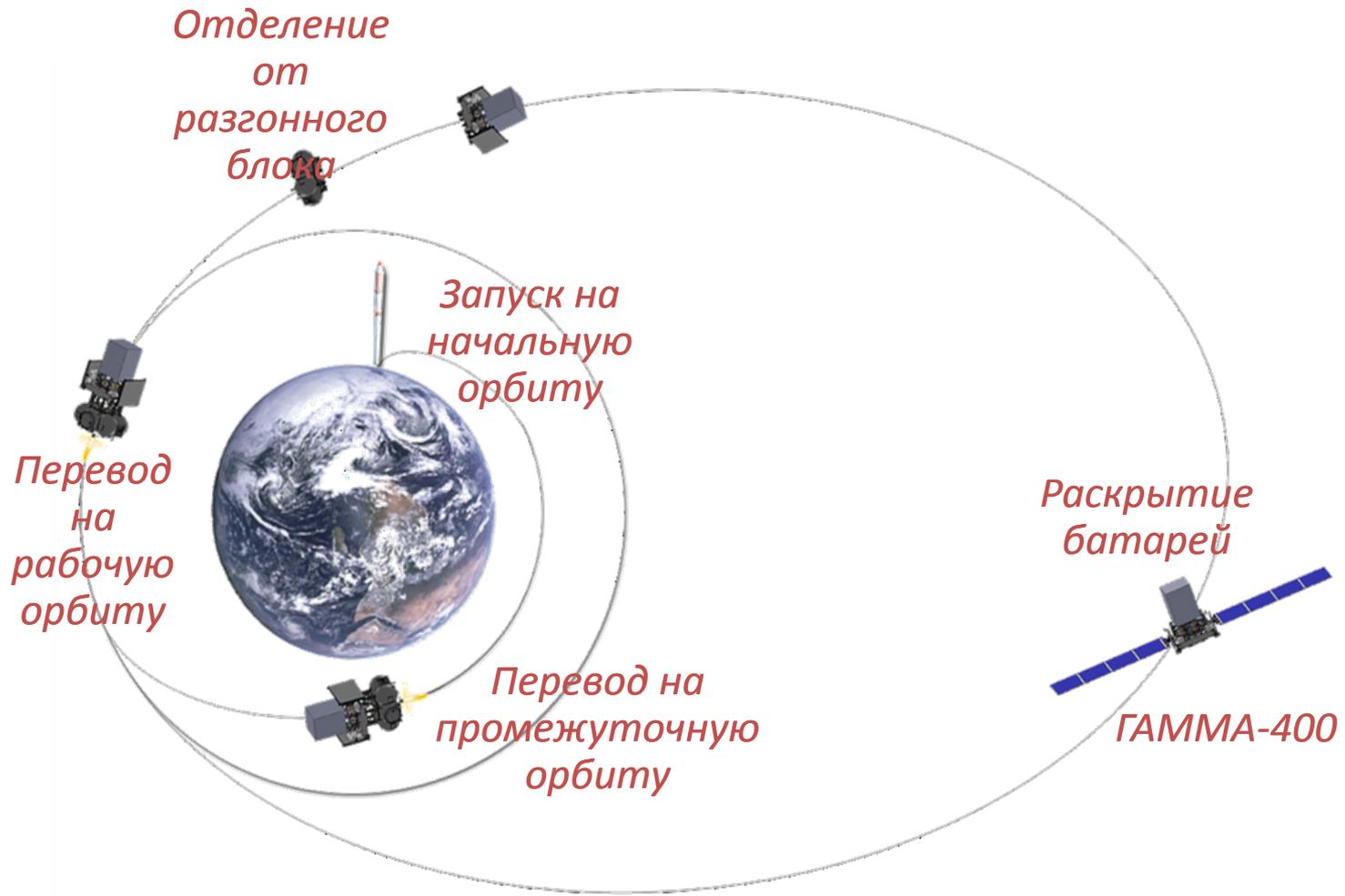
Энергетический диапазон	0,1-3000 ГэВ
Угловое разрешение ($E_\gamma > 100$ ГэВ)	$\sim 0,02^\circ$
Полная толщина калориметра	~ 25 р.е.д.
Энергетическое разрешение ($E_\gamma > 100$ ГэВ)	$\sim 2\%$
Коэффициент выделения электронов и позитронов на фоне протонов	10^5
Объем передаваемой информации	100 Гбайт/день

ГАММА-400 на платформе НАВИГАТОР



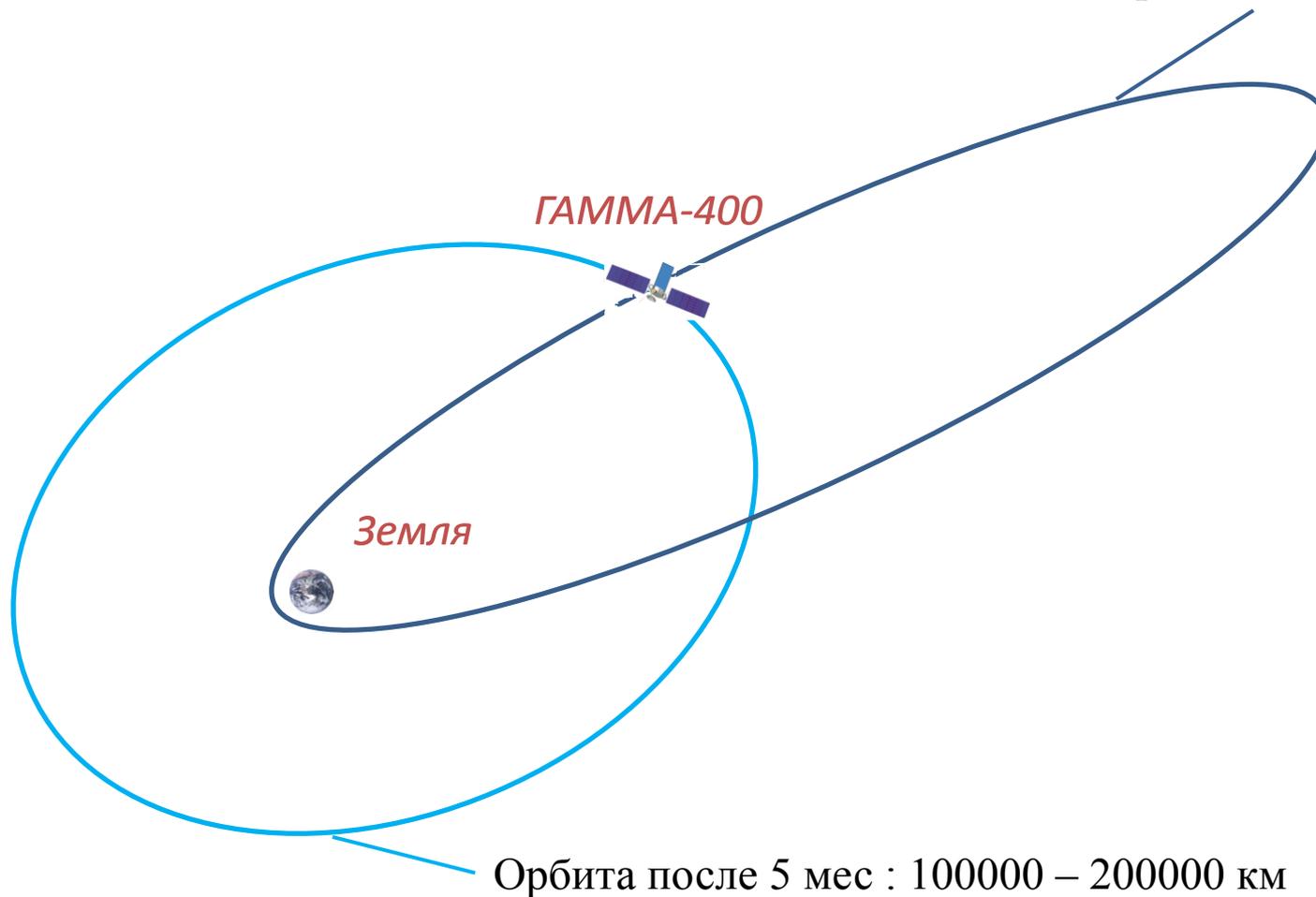
Масса ГАММА-400	2500 кг
Энергопотребление	2000 Вт
Научная телеметрия	100 ГБ/сутки
Дата запуска	2016 год
Время работы	> 7 лет

Схема запуска ГАММА-400



Эволюция орбиты

Исходная орбита: 500 – 300000 км



**Благодарю
за внимание**