

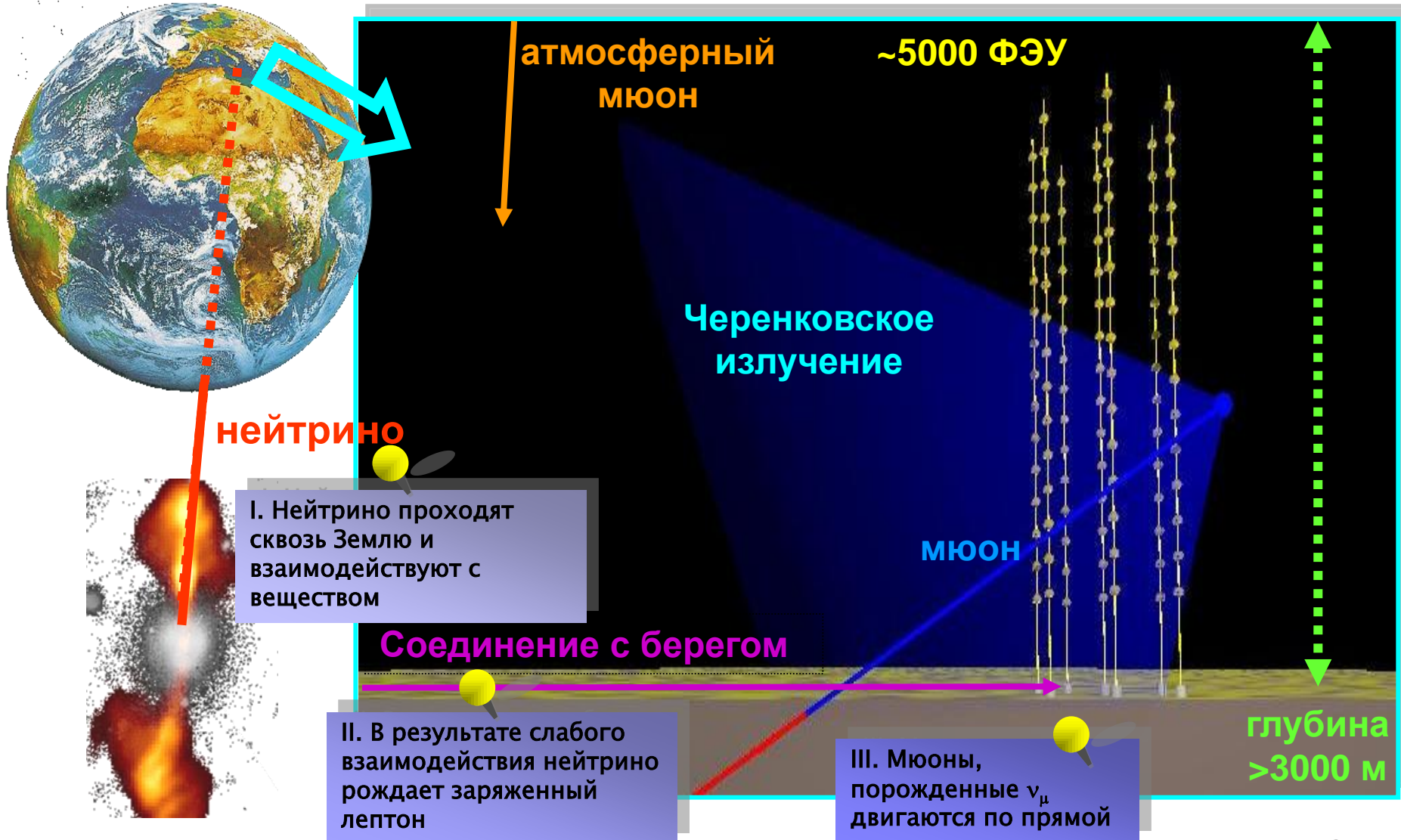


# Поиск нейтрино от гамма-всплесков на детекторе ANTARES

МГУ, физический факультет



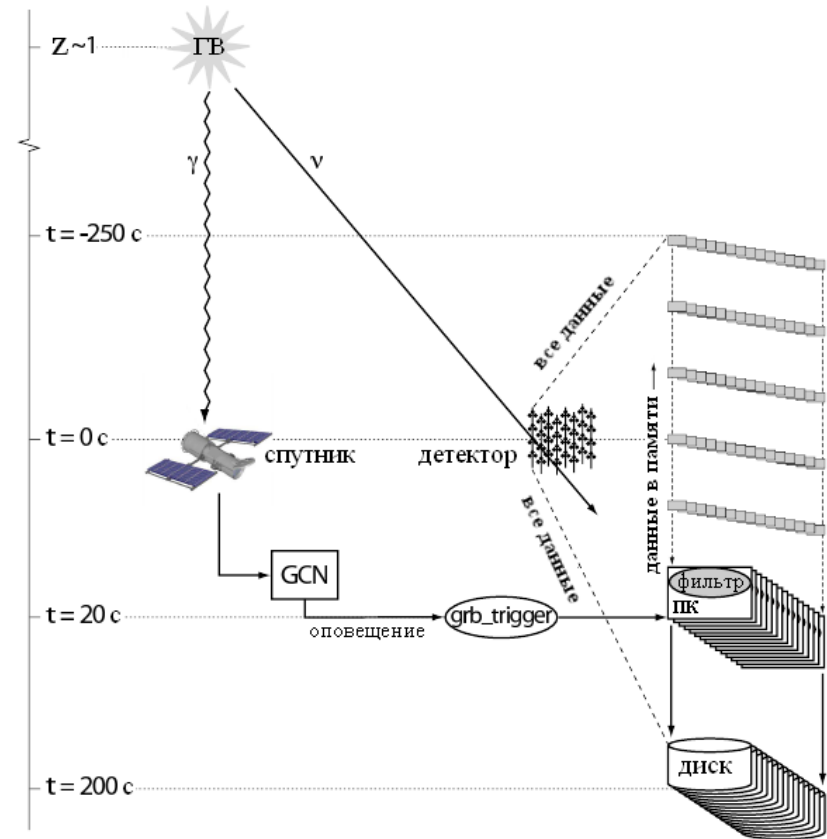
# Принцип регистрации нейтрино





# Изменение режима сбора данных по оповещению GCN

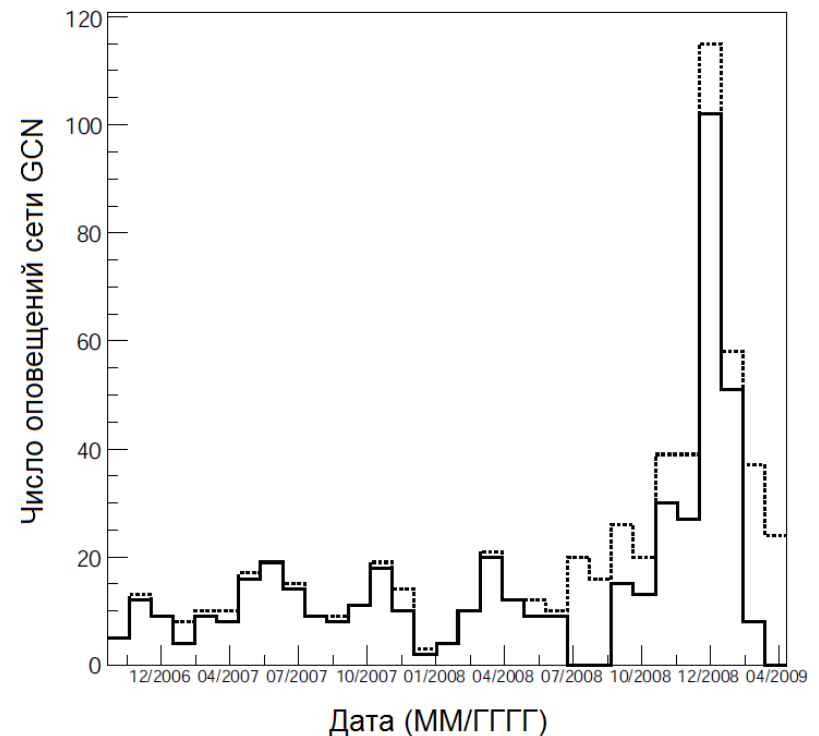
- ANTARES сохраняет в режиме реального времени только фильтрованные данные
  - объем «сырых» данных 1 ГБ/с
  - фоновая светимость 60-150 кГц на ФЭУ
  - после фильтра объем данных уменьшается в  $10^4$  раз
- ANTARES подключен через сокет к GCN и может принимать оповещения
  - 1-2 оповещения в день, примерно половина – реальные гамма-всплески
- При получении оповещения GCN, ANTARES способен сохранять нефильтрованные данные, благодаря концепции «все данные на берег»
  - Обычно сохраняются данные за 2 минуты в обе стороны от оповещения
- Это увеличивает чувствительность к нейтринно от гамма-всплесков



# Наборы данных, сохранённые по оповещению GCN



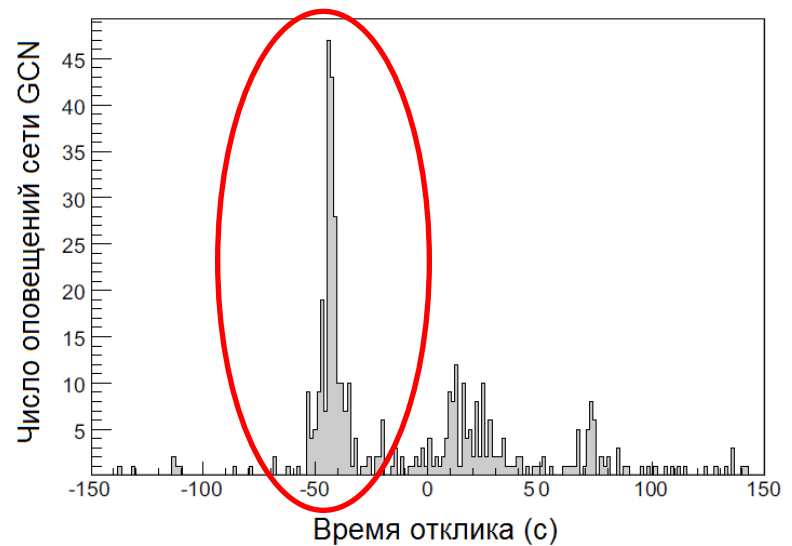
- Пунктирной линией – количество оповещений GCN
- Сплошной линией – число наборов данных, которые были сохранены по оповещению телескопом ANTARES
- Типичная эффективность сохранения данных по оповещению составила 90%
- Относительно большое количество оповещений, полученных в январе и феврале 2009 года, связано с активностью SGR 1550-5418.



# Буферизация данных и время отклика на оповещение CGN



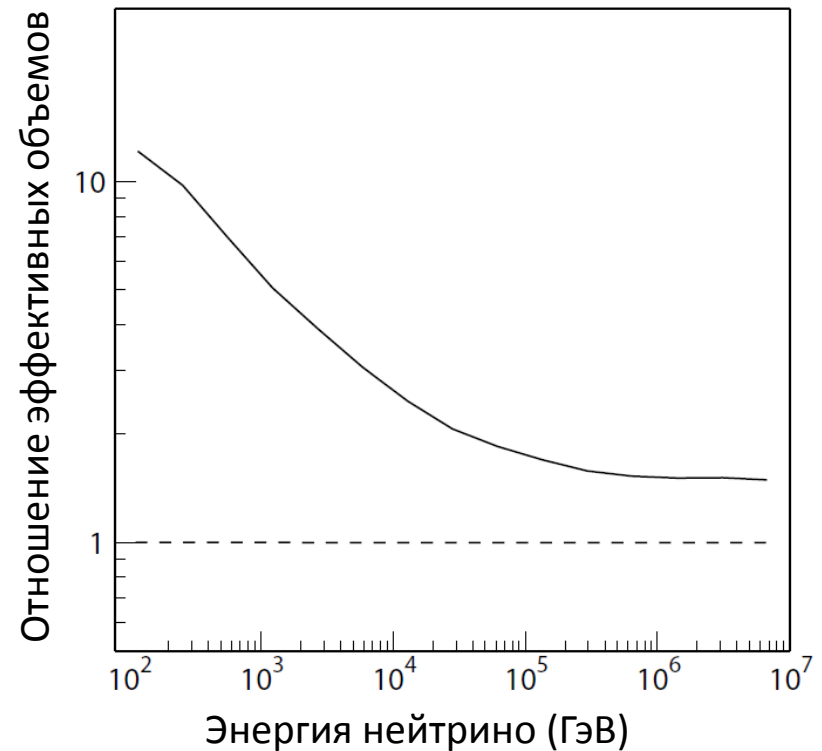
- Детектор ANTARES способен буферизовать большое количество данных, что позволяет реагировать на оповещения GCN с отрицательным временем отклика.
- При отрицательных временах отклика наборы данных на диске могут включать ранний сигнал от нейтрино.



# Выигрыш от использования оповещений GCN



- Стандартный способ регистрации основан на данных, отфильтрованных в реальном времени, и реконструкции траектории мюона.
  - Фитирование по пяти параметрам, в том числе по зенитному и азимутальному углам
- Альтернативный способ регистрации основан на нефiltroванных данных, сохраненных на диске после оповещения о гамма-всплеске.
  - Анализ учитывает положение гамма-всплеска на небе (предоставляется сетью GCN)
  - Значительно более низкий порога обнаружения – 6 фотонов, скоррелированных по времени и пространству с мюоном, движущимся в том же направлении, что и нейтрино от гамма-всплеска



Выигрыш в эффективности регистрации (моделирование)

Пунктирная линия – фильтрованные данные + стандартный метод  
Сплошная линия – нефiltroванные данные + данные GCN + альтернативный метод



# Анализ данных ANTARES

- Был проведен анализ MicroAntDST-данных за период с 31 мая 2008 по 31 декабря 2010 года.

total AntDST :	430400279	
selected RecEvents :	<b>5698</b>	
----- recEvent cuts -----		%
minRecStep	<b>430400279</b>	<b>100.0</b>
FitQuality	<b>257379366</b>	<b>59.8</b>
ErrorMatrix	<b>5347587</b>	<b>2.0</b>
minZenith	<b>5698</b>	<b>0.1</b>

- Из 5698 событий, реконструированных алгоритмом Afit и прошедших каты, лишь 237 событий произошло в соответствующие отобраным оповещениям раны. Эти события были в дальнейшем проанализированы на совпадение.

# Анализ данных на совпадение с оповещениями GCN



- С 31 мая 2008 по 31 декабря 2010 года было зарегистрировано 1327 оповещений от сети GCN. Из них 752 оповещения произошли в поле зрения детектора ANTARES. Для 514 из них имелись сохранённые стандартные данные, при этом 223 оповещения соответствовали ранам, прошедшим отбор по качеству данных. Эти 223 оповещения использовались для дальнейшего анализа.
- Сравнивались 2 набора данных – 237 нейтринных событий и 223 оповещения GCN. К сожалению, не было обнаружено ни одного совпадения.
- Проведенные расчёты указывают, что регистрация нейтрино от гамма-всплеска возможна при достижении 5-летнего рубежа набора данных.





# Заключение

- Телескоп ANTARES потенциально способен зарегистрировать нейтрино от гамма-всплесков. Регистрация даже одного нейтрино от гамма-всплеска позволила бы подтвердить ускорение адронов по крайней мере до измеренной энергии нейтрино и дала бы ключ к пониманию происхождения высокоэнергетических космических лучей. Так как механизм ускорения космических лучей до самых наблюдаемых высоких энергий ( $3 \times 10^{20}$  эВ) еще никак не обоснован, гамма-всплески являются одними из лучших известных возможных источников в связи с наличием достаточно сильного магнитного поля в очень компактном пространстве.
- Однако, даже новое поколение нейтринных телескопов (IceCube и KM3NeT) не способно измерять полный спектр нейтрино, "кривую блеска" нейтрино, или "светимость" нейтрино от отдельных гамма-всплесков, поскольку поток таких нейтрино весьма мал. Поэтому точность измерения, необходимая для понимания истинной природы гамма-всплесков вряд ли может быть успешно достигнута даже в следующем поколении нейтринных телескопов.