

БЕГУЩИЕ НЕИДЕНТИФИЦИРОВАННЫЕ КОСМИЧЕСКИЕ ГАММА- ИСТОЧНИКИ

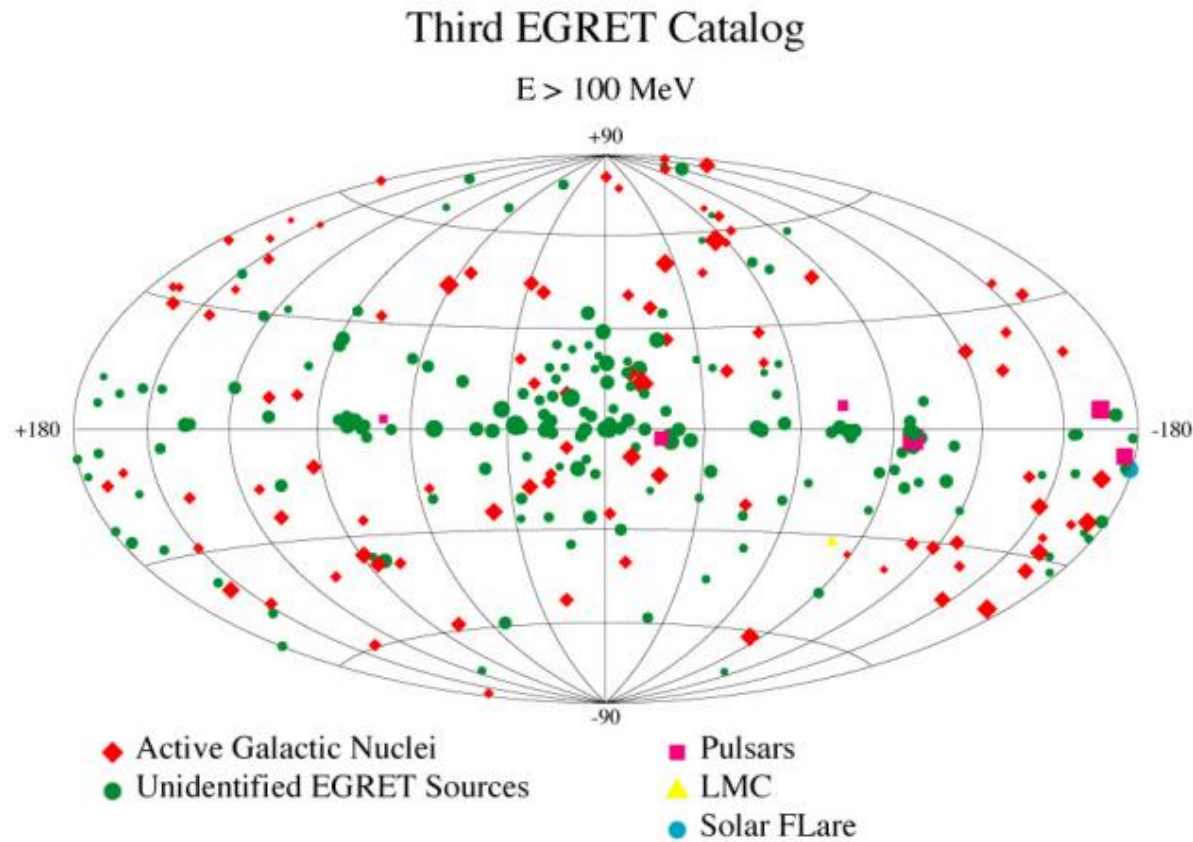
Выполнила: Иванова О.В.

Научный руководитель: к.ф.-м.н., доц. Кириллов А.А.

Цель работы:

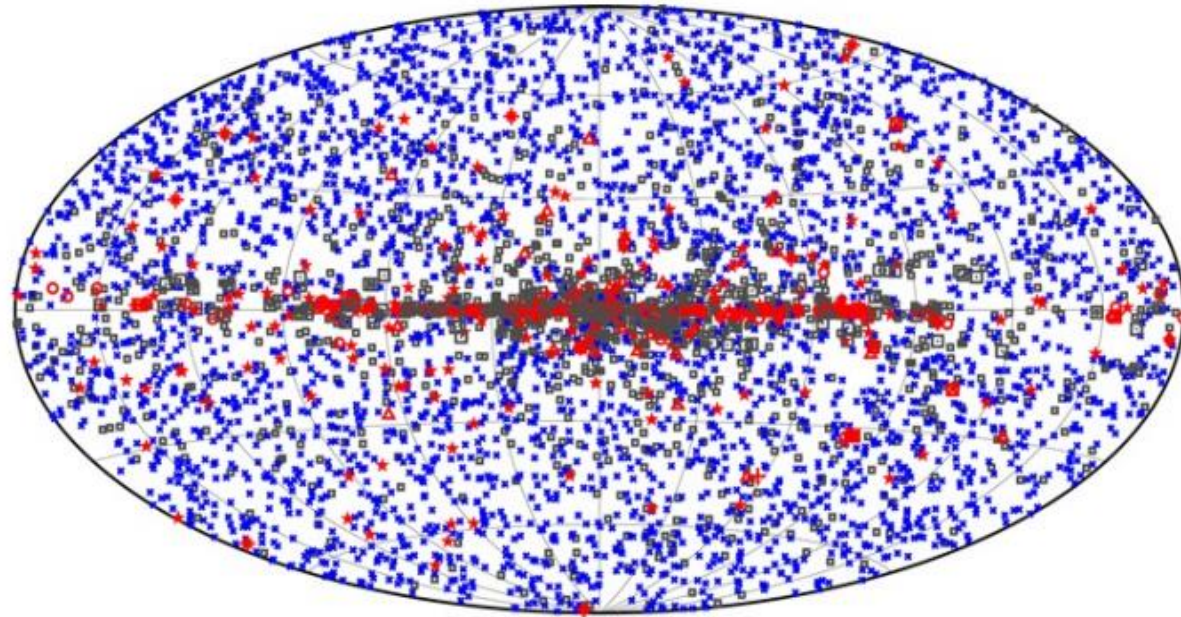
поиск и проверка альтернативных методов
статистического анализа вероятности смещения
точечных источников космического гамма-излучения

Эксперимент EGRET



- Собран 271 источник гамма-излучения
- 170 из них неидентифицированы

Эксперимент Fermi-LAT



■ No association	■ Possible association with SNR or PWN	■ AGN
★ Pulsar	▲ Globular cluster	◆ PWN
■ Binary	+ Galaxy	● Nova
● Star-forming region	○ SNR	
	□ Unclassified source	

- Содержит 7194 гамма-источника
- 1336 не идентифицированы

Статистический анализ

- Был проведён отбор точечных гамма-источников из каталогов Fermi-LAT и EGRET. Отбор проводился по совпадению спектральных индексов в соответствии с формулой:

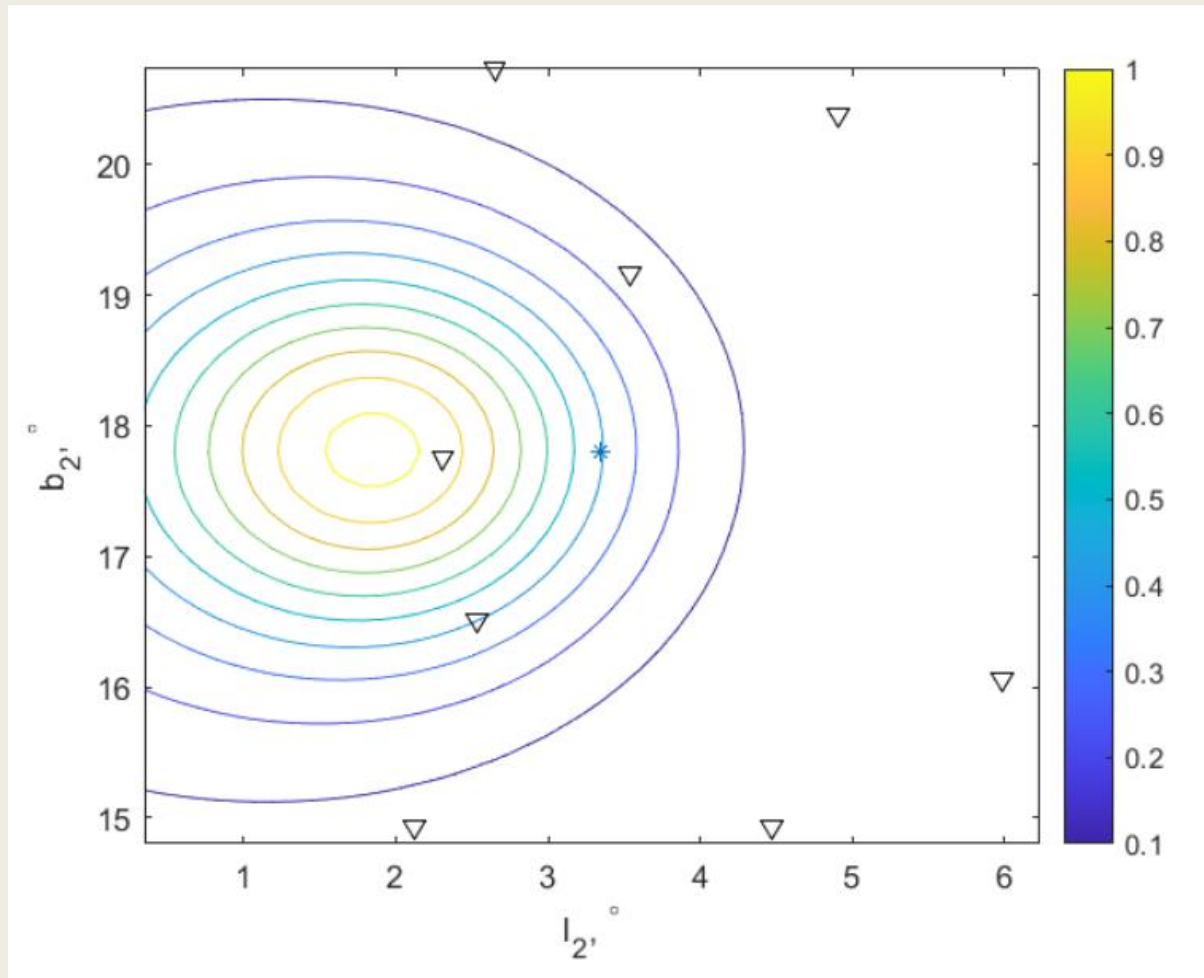
$$|I_{LAT} - I_{EGRET}| \leq \sqrt{(\Delta I_{LAT})^2 + (\Delta I_{EGRET})^2}$$

- Построена функция распределения источников:

$$P = \frac{R_0 \cos b_2}{r_0 (\sqrt{\pi})^3} \int_0^{r_0/R_0} d\rho_1 \int_0^{r_0/R_0} d\rho_2 \times \\ \times \rho_2^2 \exp \left[- \left((-\rho_2 \cos b_2 \sin l_2 + \rho_1 \cos b_1 \sin b_1 - 1)^2 + \right. \right. \\ \left. \left. + (\rho_2 \cos b_2 \cos l_2 - \rho_1 \cos b_1 \cos l_1)^2 + (\rho_2 \sin b_2 - \rho_1 \sin b_1)^2 \right) \right].$$

Статистический анализ

- Далее были построены линии уровня плотности вероятности смещённого источника.

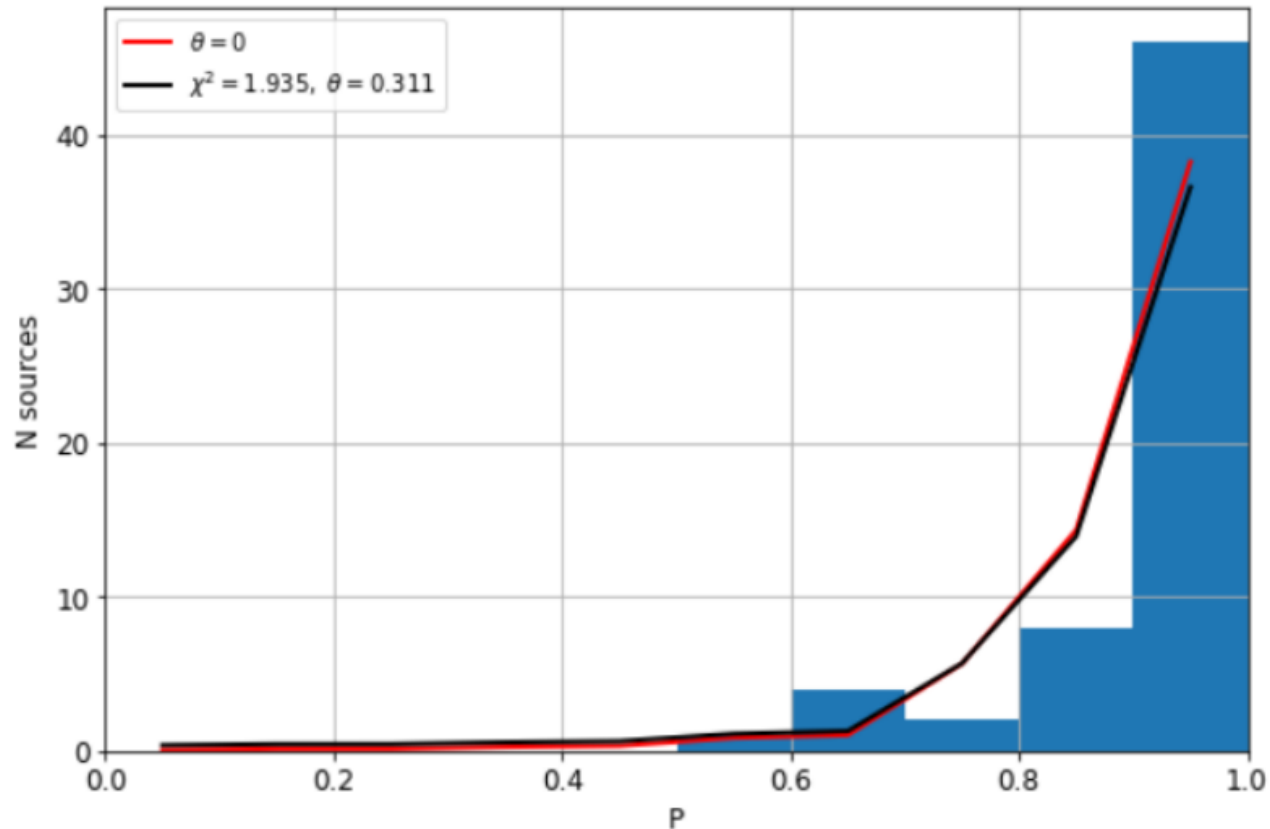


Линии уровня плотности вероятности смещённого источника.
(*) обозначено начальное положение источника из ЗЕГ
(∇) — положения источников 4FGL

Статистический анализ

- Ожидаемое количество источников в каждом кольце в рамках гипотезы H_1

$$N_i^a = (N_{\text{tot}}^a - \theta) \cdot \left(\frac{S_i}{S_{\text{tot}}} \right) + 0.1 \cdot \theta$$



- На основе данной формулы были построены гистограммы распределения кандидатов в смещённые источники из каталога Fermi в зависимости от спектрального индекса
- Красной линия - «фоновое» распределение
- Черная линия — «фон» + «сигнал»

Поиск новых и альтернативных методов

- На диаграммах видно наложение линий “фоновой” и “сигнальной” гипотез. Это значительно затрудняет анализ полученных результатов, так как при добавлении хотя бы одного нового источника диаграммы могут значительно поменяться.
- В результате исследования альтернативных методов решено было подробнее рассмотреть Байесовский подход.

$$P(H | D) = \frac{P(D | H)P(H)}{P(D)}$$

- В дальнейшем предполагается провести работу с данной статистикой в контексте космических гамма-источников.

Выводы:

- Произведен отбор кандидатов среди данных по неидентифицированным источникам из последней версии каталога Fermi за 14 лет работы
- Построены гистограммы распределения кандидатов в смещённые источники.
- Вследствие того, что источников мало, на гистограмме идёт сильное наложение линий «фоновой» и «сигнальной» гипотез, что сильно затрудняет анализ.
- Были исследованы альтернативные методы статистического анализа, пригодные для малой выборки. Дальнейшая работа заключается в подробном рассмотрении одной из статистик, а именно Байесовского метода, для возможного анализа гамма-источников.