

*Задачи к экзамену по курсу кафедры физики частиц и космологии
“Обработка данных астрофизических экспериментов” для аспирантов
физического факультета МГУ, весна 2013.*

1. *На каких l сидит Стивен Хокинг?*

На карте Planck над экватором можно увидеть инициалы “SH”. Преобразуйте карту в спектральное представление, обрежьте разложение на некотором L_{max} и снова превратите в карту. При каких L_{max} инициалы остаются различимыми?

2. *Возможно ли $n_s = 1$?*

Пусть $n_s = 1$ и тензорных мод нет. Используя MCMC-цепочки, доступные для Planck (файл `CMB_CosmoParams_FullGrid_R1.10.tar.gz`) определите лучшую модель и ограничения на остальные космологические параметры с учетом данного условия. Насколько хорошо указанная лучшая модель воспроизводит данные Planck?

3. *Аномалия при $l = 20 - 40$*

Planck наблюдает пониженные (по сравнению с моделью) значения мультиполей при $l = 20 - 40$ (arXiv:1303.5075). Ввести величину, которая могла бы количественно характеризовать указанное отличие. С какой вероятностью можно получить наблюдаемое значение данной величины как следствие случайных флуктуаций (cosmic variance).

4. *Построение ILC -карты*

Используя линейную комбинацию карт Planck на различных частотах, построить карту, влияние на которую фоновых излучений максимально исключено.

5. *Построение карты по time-ordered data*

Пикселизовать откалиброванные данные WMAP, упорядоченные по времени для одной из спектральных полос. Сравнить с официальным результатом.

6. *Fermi Bubbles*

Провести анализ наблюдаемых фотонов Fermi LAT методом анализа спектральных компонент (arXiv:1202.1034). Установить наличие или отсутствие крупномасштабных структур при высоких энергиях, называемых пузырями Fermi (D. Malyshev, материалы трудов Кварки'2012, доступны по требованию).

7. *Спектр космических лучей по вторичным гамма-квантам*

- Построить спектр лимба Земли. Построить спектр окрестностей Солнца.
- Восстановить спектр космических лучей в соответствующем интервале энергий.
- Построить спектр излучения области радиусом 20 градусов вокруг Солнца, исключаяющей само Солнце. В предположении, что данное излучение произведено обратным Комптон-эффектом, оценить независимо спектр протонов и лептонов в окрестности Солнца (arXiv:1104.2093).
- Провести поиск спектральной особенности в форме линии около 130 ГэВ в данных от лимба Земли.

8. Интерактивная карта Fermi LAT

- Построить карту неба по данным Fermi LAT в нескольких энергетических диапазонах (выше 100 МэВ, выше 1 ГэВ и выше 10 ГэВ). Для построения использовать одну из современных схем пикселизации.
- Написать приложение на JavaScript, работающее в рамках веб-страницы со следующими функциональными возможностями:
 - отображение имен ближайших источников из каталога 2FGL при наведении мыши на участок карты
 - отображение увеличенного участка карты при наведении мыши

9. Анализ ансамбля блазаров

- Рассмотреть совокупность ярких внегалактических источников из каталога 2FGL. Построить суммарный спектр и аппроксимировать его форму одной из типовых аналитических формул (степенной закон, степенной закон с высокоэнергетическим экспоненциальным подавлением и т.д.).
- Исследовать зависимость спектра от красного смещения выбранных источников (рассмотреть полосы $z_i < z < z_{i+1}$). До каких z возможно исследование с достаточной статистикой? (arXiv:1211.1671)
- Провести поиск линии на 130 ГэВ в результирующем спектре.

10. Предельная энергия гамма-пульсаций

Рассмотреть 4 наиболее ярких пульсара из каталога 2FGL (сортировать по убыванию интегрального потока от 1 до 100 ГэВ). До каких энергий возможно обнаружить пульсирующее излучение по данным Fermi LAT для каждого из пульсаров? Для пульсара Краба сравнить с результатом MAGIC (arXiv:1202.3008).