

Использование спутниковых данных для понимания процессов переноса горячей плазмы, удерживаемой в термоядерных установках

Турбулентные погранслои (ТПС) термоядерной и магнитосферной плазмы имеют близкие свойства структурных функций (скейлинги, см. Рис.), перемежаемости и аномального переноса (в частности, супердиффузии), возникающие из-за экстремальных всплесков потока плазмы, которые статистически описываются лог-пуассоновской моделью с квазиодномерными диссипативными структурами. Спутниковые измерения, в отличие от лабораторных экспериментов, позволяют достичь на порядки лучшего пространственного разрешения, т.к. размеры датчиков в условиях космической плазмы на много меньше всех ее характерных масштабов. Они, хотя и ограничены по количеству зондов (т.е. числу спутников), прекрасно дополняют лабораторные эксперименты, где зондов может быть много, но их относительно большой размер неизбежно вносит в плазму возмущения, уменьшающие точность измерений.

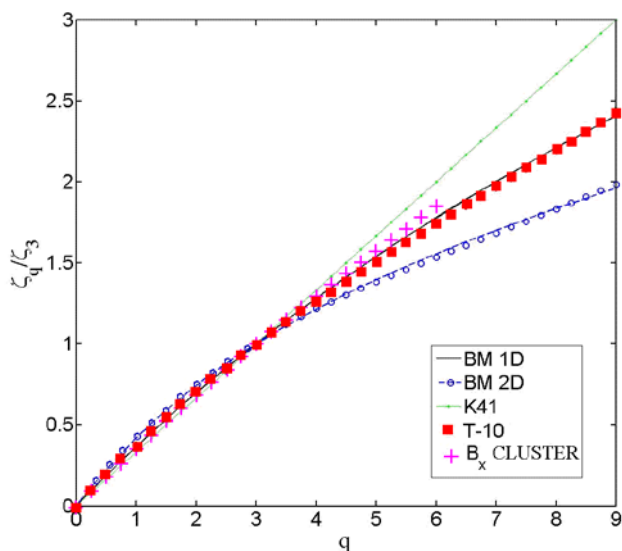


Рис.1. Скейлинги $\zeta(q)/\zeta(3)$ структурной функции $S_q(\tau) = \langle |\delta_\tau X|^q \rangle \sim \tau^{\zeta(q)}$ (q ее порядок, τ - время) в ТПС, нормированные на скейлинг 3 порядка [1], для плотности плазмы в токамаке T-10 и магнитного поля (B_x CLUSTER) со спутника КЛАСТЕР. Данные описывается моделью с одномерными диссипативными структурами (BM 1D – сплошная линия), а не моделью с двумерными диссипативными структурами (BM 2D – пунктир с кружками). Классическая Колмогоровская модель K41 дана тонкой прямой с точками.

[1]. В. П. Будаев, С. П. Савин, Л. М. Зеленый, *УФН*, т. **181**, №9, с. 905-952, 2011.

[2]. С. П. Савин, В. П. Будаев, Л. М. Зеленый и др., *Письма в ЖЭТФ*, т. **93**, № 12, с. 837-846, 2011.

С.П. Савин, В.П. Будаев, Л.М. Зеленый
(ИКИ РАН совместно с «РНЦ Курчатовский институт»)

Природа рентгеновского и гамма излучения из центральной области Галактики

С помощью обсерватории ИНТЕГРАЛ исследовано излучение Галактики в линиях 511 кэВ и 1.8 МэВ, связанное с аннигиляцией электрон-позитронных пар и с распадом радиоактивного изотопа алюминия ^{26}Al , синтезируемого массивными звездами. Установлено, что линия 1.8 МэВ тяготеет к диску Галактики, а аннигиляция позитронов происходит в центральной зоне Галактики. Показано, что позитроны, скорее всего образуются во время взрывов сверхновых типа Ia и аннигилируют после охлаждения горячей межзвездной среды до 10000 градусов.

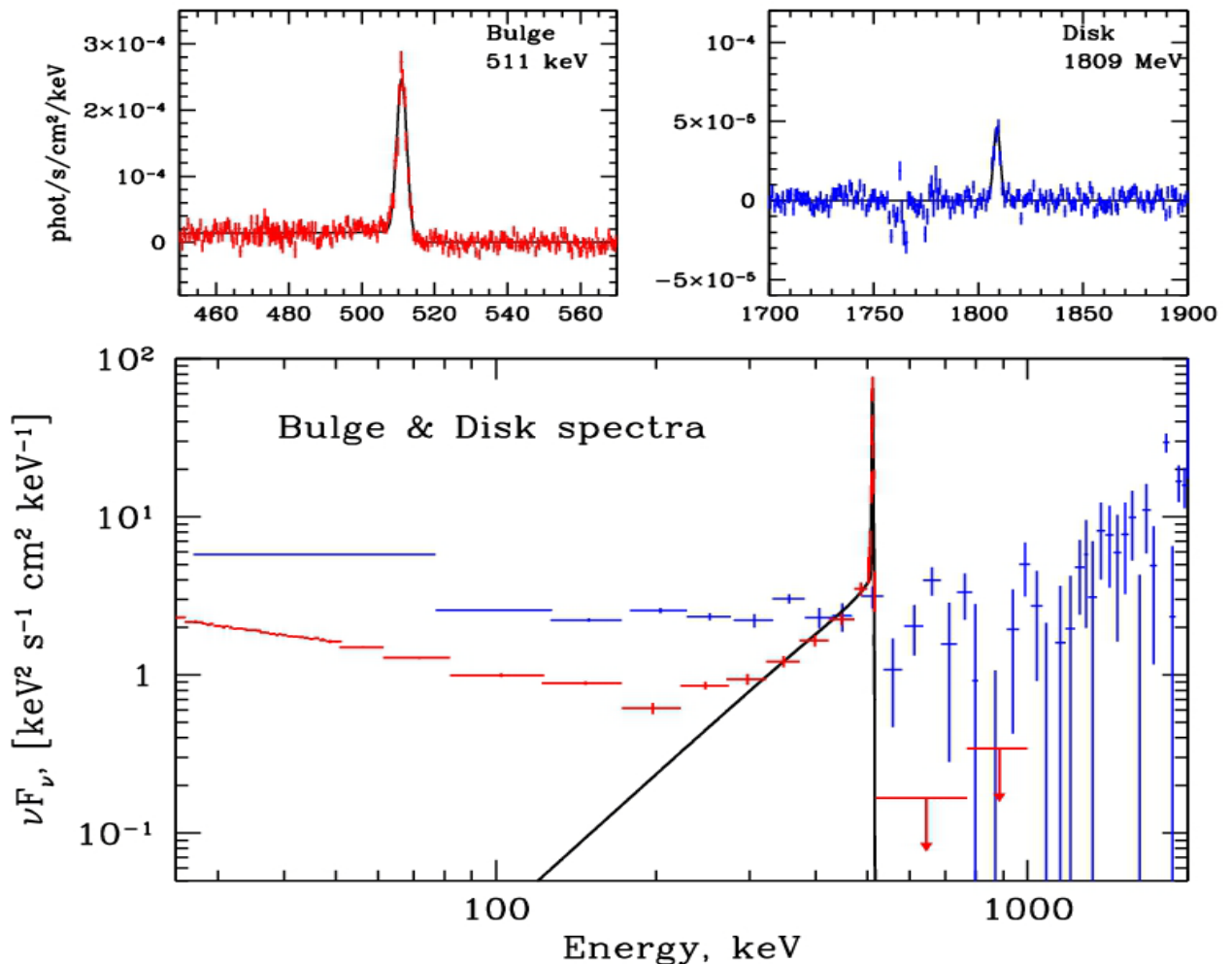


Рис. 1. Спектры гамма-излучения, измеренные обсерваторией ИНТЕГРАЛ из областей центрального утолщения нашей Галактики и ее внешнего диска. В излучении центральной области присутствует линия аннигиляции позитронов на энергии 511 кэВ. В излучении диска доминирует линия 1.8 МэВ, возникающая при распаде изотопа ^{26}Al ,

синтезируемого массивными звездами. На рисунке показана теоретическая модель, учитывающая двухфотонную аннигиляцию и трехфотонный распад позитрония.

Телескоп ЧАНДРА зарегистрировал рентгеновское излучение из области размером 1 угл. сек. около сверхмассивной черной дыры в самом центре нашей Галактики. Выдвинута новая гипотеза, что излучение производится несколькими тысячами скрывающихся там маломассивных звезд. В результате близких взаимных пролетов звезды должны быстро вращаться, а их короны - производить мощное рентгеновское излучение. Как следствие, темп аккреции газа на центральную черную дыру (альтернативная модель) должен быть еще ниже, чем считалось до сих пор.

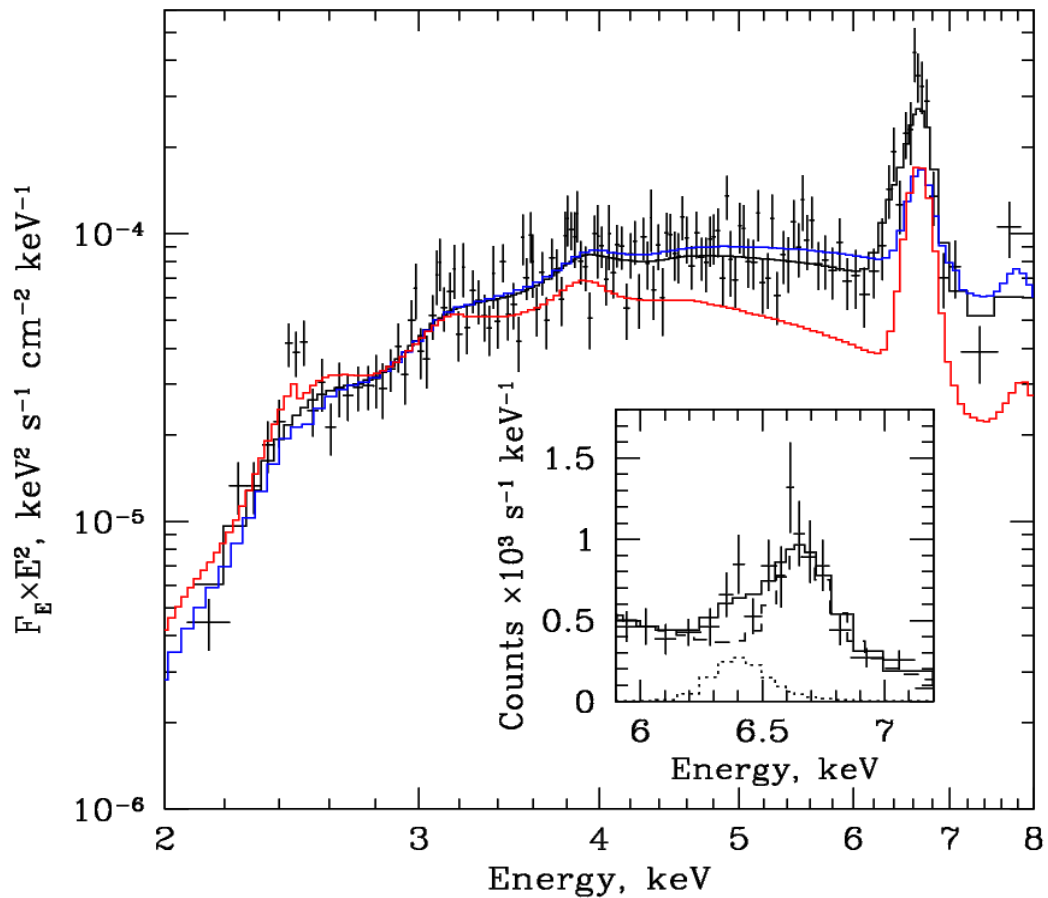


Рис. 2. Рентгеновский спектр излучения из центральной области Галактики по данным обсерватории ЧАНДРА, который можно описать моделью излучения плазмы с температурой 30 млн град. Помимо эмиссионных линий сильно ионизованного железа регистрируется линия соответствующая энергии 6.4 кэВ, возможно, связанная с флюорисценцией в звездных фотосферах при облучении жестким корональным излучением. Для сравнения показаны модели рентгеновских спектров коронально активных звезд V711 Tau (синий) и 47 Cas B (красный).

Е. Чуразов, С. Сазонов, С. Цыганков, Р. Сюняев, Д. Варшалович, 2011 «Positron annihilation spectrum from the Galactic Centre region observed by SPI/INTEGRAL revisited: annihilation in a cooling ISM?», MNRAS, 411, 1727.

С. Сазонов, Р. Сюняев, М. Ревнивцев "Coronal radiation of a cusp of spun-up stars and the X-ray luminosity of Sgr A*", MNRAS (в печати)

Открытие перенасыщения водяного пара в средней атмосфере Марса. Значение для эволюции марсианского климата.

Инфракрасный канал прибора СПИКАМ на европейском спутнике Mars Express, специально создавался в ИКИ РАН для измерений водяного пара в атмосфере Марса. Анализ данных солнечных затмений на лимбе планеты в эксперименте СПИКАМ на КА Марс-Экспресс позволил впервые исследовать сезонные изменения вертикального распределения водяного пара в атмосфере Марса, а также свойств аэрозольных частиц, что важно для понимания формирования облаков и климата планеты. Анализ большого числа вертикальных профилей показал существенное перенасыщение водяного пара в атмосфере Марса на высотах 30-40 км. Это открытие противоречит общепринятой гипотезе о том, что на таких высотах водяной пар не может существовать в сильно перенасыщенном состоянии. Перенасыщение позволяет значительному количеству воды подняться выше гидропаузы (уровня насыщения), где идет активный перенос вещества, что имеет фундаментальное значение для понимания переноса и сезонного перераспределения H_2O между асимметричными северным и южным полушариями Марса.. Этот результат могут иметь ключевое значение для моделей, описывающих эволюцию марсианского климата.

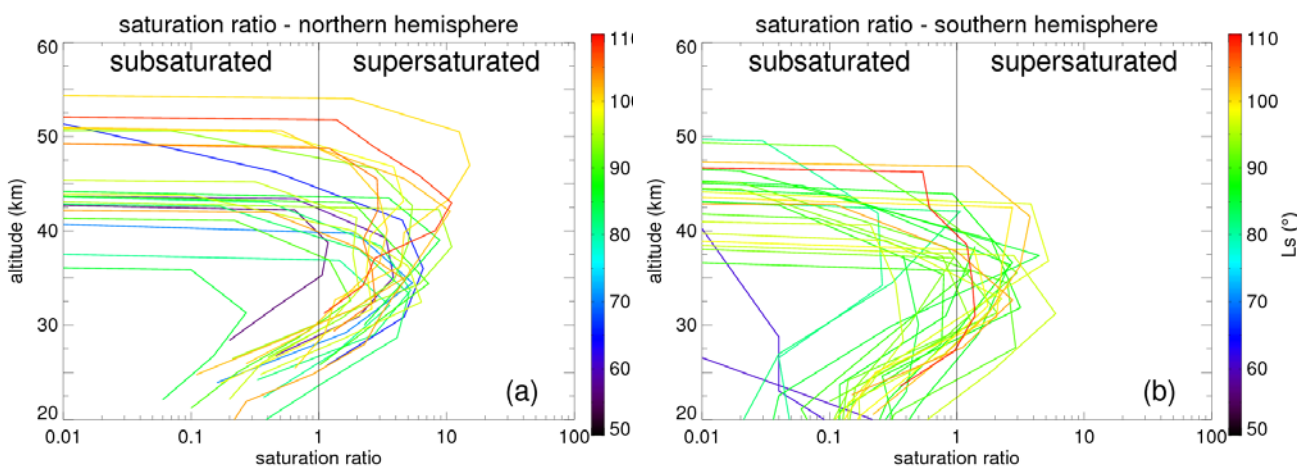


Рисунок 1 Степень перенасыщения водяного пара по измерениям СПИКАМ в северном (a) и южном (b) полушариях Марса.

L. Maltagliati, F. Montmessin, A. Fedorova, O. Korablev, F. Forget, J.-L. Bertaux, Evidence of water vapor in excess of saturation in the atmosphere of Mars, Science 333, 1868-1871, 2011.

Федорова А.А., Кораблев О.И., ИКИ РАН

Сверхтонкая структура радиогалактик и квазаров

Исследована сверхтонкая структура ядер радиогалактики M87 и квазара 1803+784 с рекордным угловым разрешением, достигающим 20 микросек. дуги.

Внешняя среда аккрецирует на диск радиогалактики, движется по рукавам к его центру и эжектируется в виде биполярного потока (струи и противоструя). Из центральной части диска – сопла, диаметром 4 милли-парсека, эжектируется высокоскоростной биполярный поток, окруженный низкоскоростной структурой спиралевидной формы. Низкоскоростная составляющая эжектируется из периферийной области диска диаметром 70 милли-парсека. Ускорение релятивистской плазменной струи – определяет «послесвечение» релятивистских электронов.

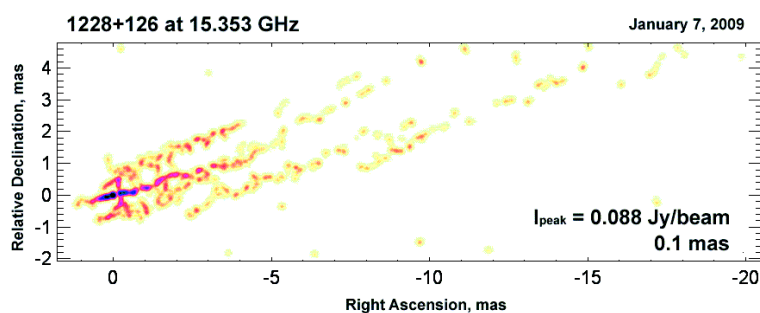


Рис. 1. Радиогалактика M 87.

Видимый размер аккреционного диска квазара 1803+784 соответствует 1.4 пк. Джет релятивистской плазмы окружен спиралевидной структурой. Поляризация излучения в диске ориентирована радиально и соответствует тороидальному магнитному полю. Магнитное поле плазменной струи ориентировано параллельно скорости движения

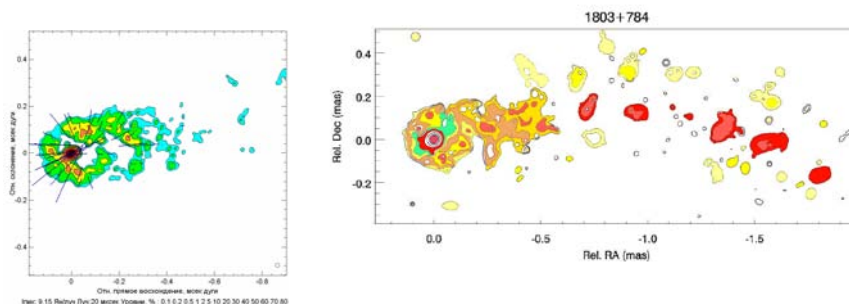


Рис. 2. Активное ядро галактики 1803+784: аккреционный диск и .

Fine Core–Jet Structure of the Galaxy M87, L. I. Matveyenko and S. V. Seleznev, *Astronomy Letters*, 2011, Vol. 37, No. 3.

Ejector and Bipolar Outflow of the Radio Galaxy M87, L. I. Matveyenko and S. V. Seleznev, *Astronomy Letters*, 2011, Vol. 37, No. 8.

Early cycle of matter in active region of star formation, and AGN objects, Matveenko L.I., Sivakon S.S., Seleznev S.V. et al, *Proceedings of Science*.