

**«Открытие жесткого рентгеновского излучения в линиях прямого
вылета
от распада ^{44}Ti в остатке Сверхновой 1987А»**

Получены прямые доказательства синтеза радиоактивного изотопа ^{44}Ti при взрыве Сверхновой 1987А. Полная масса ^{44}Ti оценена в 0.03% массы Солнца или приблизительно 100 масс Земли.

Считается, что элементы тяжелее углерода и кислорода не могут образовываться при стационарном термоядерном горении в недрах звезд, а синтезируются в момент их взрыва (вспышках сверхновых). Именно сверхновые, обогатившие межзвездную среду кремнием, кальцием, железом, сделали возможным образование планет и зарождение жизни на Земле. Среди наиболее убедительных подтверждений этого - регистрация оптического, рентгеновского и гамма-излучения от радиоактивного распада изотопа ^{56}Co в ^{56}Fe (обычное железо) в остатке Сверхновой 1987А, вспыхнувшей в Большом Магеллановом Облаке 25 лет назад и ставшей единственной близкой (160 тысяч световых лет) и яркой сверхновой, наблюдавшейся за 400 лет.

После распада ^{56}Co (и ^{57}Co), обеспечивающего энергетику остатка SN 1987А в первые три года после вспышки, энергию для наблюдаемого инфракрасного, оптического и ультрафиолетового излучения мог бы дать распад более долгоживущего изотопа ^{44}Ti . Но оставались и другие возможности. В работе сотрудников ИКИ РАН С.А. Гребенева, А.А. Лутовинова и С.С. Цыганкова, опубликованной в Nature 18 октября 2012 г., сообщается о регистрации от этого остатка жесткого рентгеновского излучения в линиях прямого вылета распада ^{44}Ti (на энергиях 67.9 и 78.4 кэВ). Результат получен на основе очень долгих наблюдений Большого Магелланова Облака орбитальной обсерваторией гамма-лучей ИНТЕГРАЛ в 2003-2011 гг. с полной экспозицией 6 млн. сек. Количество ^{44}Ti , определенное по потокам излучения в этих линиях, вполне достаточно для объяснения оптического и ультрафиолетового излучения остатка. Большой выход ^{44}Ti , вблизи верхней границы теоретических предсказаний, может свидетельствовать о более сложном режиме взрыва, чем предполагалось, например, об асимметричном взрыве. Указание на асимметрию поступали и ранее из данных ультрафиолетовых и гамма-наблюдений SNR 1987А.

Работа С.А.Гребенева, А.А.Лутовинова, С.С.Цыганкова

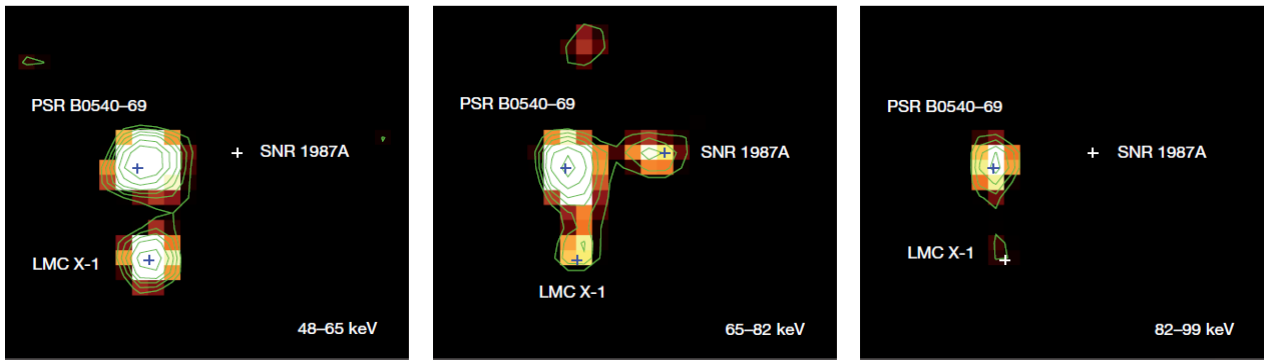


Рисунок: Рентгеновские изображения области SNR 1987A в трех последовательных диапазонах энергий. Излучение от SNR 1987A регистрируется лишь на центральном изображении, в

диапазоне, содержащем две линии радиоактивного распада ^{44}Ti (67.9 и 78.4 кэВ). Два других источника в поле (пульсар PSR B0540-69 и черная дыра LMC X-1) присутствуют на всех изображениях.

(Grebenev S.A., Lutovinov A.A., Tsygankov S.S., Winkler C. "Hard X-ray emission lines from the decay of ^{44}Ti in the remnant of Supernova 1987A", *Nature*, 2012, v. 490, n. 7420, pp. 373-375).

Российский прибор ДАН на Марсе

6 августа 2012 года в 9:32 по московскому времени аппарат Mars Science Laboratory совершил успешную посадку и доставил на поверхность Марса в кратер Гейла марсоход «Кьюриосити» (Curiosity, НАСА), который уже передал на Землю первые изображения. На борту марсохода установлен российский нейтронный спектрометр ДАН. Его первое включение ожидается в течение ближайших дней. Нейтронный спектрометр ДАН (сокращение от «Динамическое альbedo нейтронов») разработан в лаборатории космической гамма-спектроскопии ИКИ РАН под руководством д.ф.-м.н. Игоря Митрофанова. Прибор предназначен для поиска залежей воды в приповерхностном слое марсианского грунта с помощью активного нейтронного «зондирования» поверхности. Информации, которую получит ДАН, поможет исследователям оценить содержание воды в веществе под колесами марсохода и разведать наиболее интересные для исследований районы с высоким содержанием воды в минералах. Именно такие районы представляют наибольший интерес для поиска признаков жизни. 17 августа 2012 года в 14:30 дня по московскому времени, на 11 марсианский день работы на Марсе (в 13 часов местного марсианского времени), на борту марсохода на поверхности Марса в кратере Гейла был включен российский прибор ДАН. Получена телеметрическая и научная информация, которая свидетельствует о штатной работе аппаратуры.

Динамика атмосферы Венеры по наблюдениям видимых движений облаков

По наблюдениям видимых движений облаков в УФ диапазоне (эксперимент VMC на КА Venus Express) впервые в течение длительного промежутка времени - 10 венерианских лет (2006-2012), изучалась динамика атмосферы на уровне верхней границы облаков. Было сделано ~450000 оценок векторов скорости по изображениям, полученным на 600 орбитах вокруг планеты. Значение зональной скорости ветра в низких широтах находится в пределах 85–110 м/с и согласуется с предыдущими измерениями. Впервые обнаружен долговременный тренд средней зональной компоненты скорости ветра в сторону увеличения, с одновременно уменьшающимся периодом суперротации, определяемым независимо из каждого ряда наблюдений (Рис.1). Наблюдаемый тренд зональной скорости ветра может быть связан с изменениями наблюдаемой в УФ верхней границы облаков, оптической толщины надоблачной дымки, а также возможным влиянием изменения солнечной активности и долгопериодическими вариациями климата Венеры. Статья в Icarus в процессе опубликования, сделан доклад на EPSC2012.

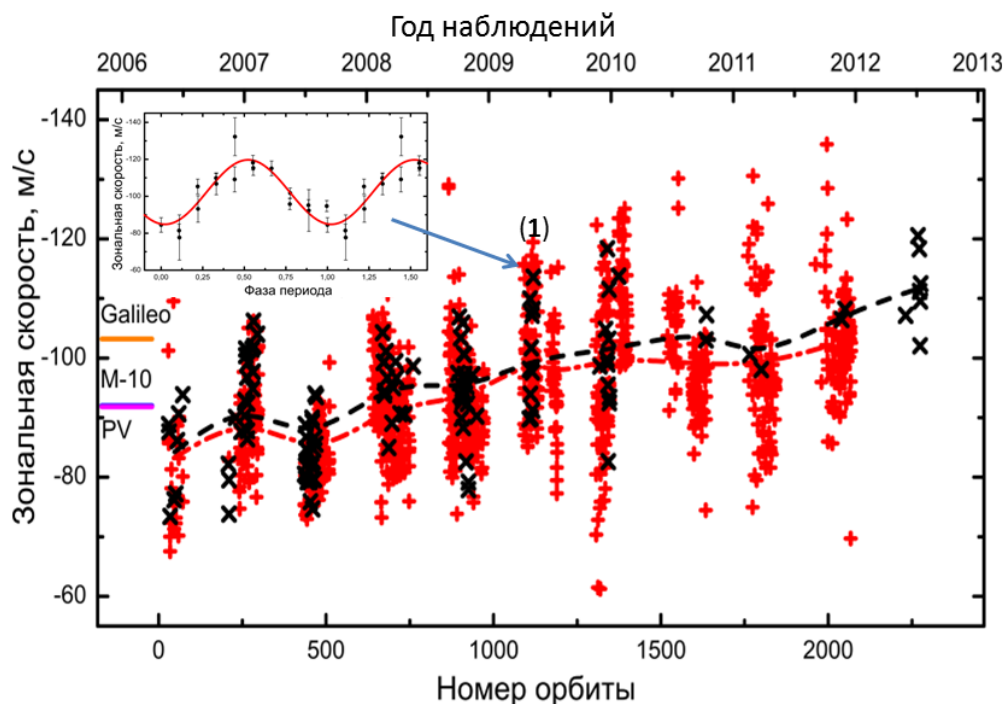


Рис. 1. Долговременный тренд усредненной по ряду наблюдений зональной компоненты скорости ветра на высоте 68 ± 2 км. На врезке: короткопериодические вариации, соответствующие периоду суперротации, ~ 4.5 суток, относятся к ряду наблюдений (1).

I.V. Khatuntsev, M.V. Patsaeva, D. V. Titov, A.V. Turin, S.S. Limaye, N.I. Ignatiev, W.J. Markiewicz, M. Almeida, Th. Roatsch, R. Moissl. Cloud level winds from the Venus Express Monitoring Camera imaging. Icarus, in revision.

к.ф.-м.н.И.В. Хатунцев

Разрушение ядер комет

Космические аппараты стали эффективным средством прежде недоступных исследований кометных ядер и позволили наблюдать происходящее разрушение ядер комет. Возможность таких наблюдений казалась крайне маловероятной. Недавно удалось исследовать ядра комет Темпель 1, Борели, Вилд-2, Галлей, Итокава и Хартли-2. Разрушение ядер комет в определенных обстоятельствах приводит к процессам, в которых выделяется гигантская энергия. Так, энергия при столкновении с Юпитером крупнейшего фрагмента G разрушившегося ядра кометы Шумейкеров-Леви была оценена как $2.6 \cdot 10^{22}$ Дж (энергия взрыва одной мегатонной водородной бомбы составляет $4 \cdot 10^{15}$ Дж.)



Комета Хартли-2 (103P/Hartley 2)
Семейство Юпитера

Размеры: 2.2 км
Орбита: перигелий 1.08 а.е.,
афелий 5.6 а.е.,
период 6.4 года
Период вращения: 18.1 час
Оценка массы: 3-11 кг

20 октября 2010 г. комета Хартли-2
была на расстоянии 18 млн км от Земли.

4 ноября 2010 г. аппарат Deep Impact
(проект EROXI, НАСА) прошел на
расстоянии 640 км от ядра кометы
103P/Хартли 2 и передал 199
снимков.

Особый случай разрушения представляет ядро небольшой кометы Хартли-2 – редкий случай наблюдаемого разрушения небесного тела. Ядро кометы Хартли-2 имеет форму гантели с гладкой шейкой без следов метеоритных соударений, что указывает на ее «молодость». Поскольку ядро вращается, было высказано предположение, что гладкая шейка образовалась под действием центробежных сил, к возникновению которых

приводит вращение ядра. Были проведены подробные расчеты, которые показали, что происходит медленное удлинение шейки гантели и начинается разделение частей ядра кометы, которое должно завершиться взаимным удалением фрагментов ядра. Разрушению препятствуют силы гравитации. Анализ динамической эволюции ядра кометы показывает, что в узкой части центробежные силы незначительно превосходят гравитационные и что ядро действительно находится в состоянии приближающегося разрыва. Критическим фактором оказывается средняя плотность тела. Масса ядра кометы Хартли-2 составляет $3 \cdot 10^{11}$ кг, а средняя плотность равна 320 км^{-3} . При угловой скорости ω центробежные силы составляют сумму $F_c = \sum MR\omega^2$, а силы, определяемые гравитацией, сумму $F_g = G \sum Mm / R^2$, где G – гравитационная постоянная. Таким образом, интересная особенность динамики ядер комет в том, что плотность входит в центробежные силы в первой степени, а в центростремительные – в квадрате.

В настоящее время части ядра кометы Хартли 2 удерживаются только небольшими силами связи частиц шейки. Без них фрагменты должны будут разделиться и разойтись. На удаление частей на расстояние S в гравитационном поле ядра будет израсходована основная часть энергии вращения ядра $E = I\omega^2/2$, которая определяется угловой скоростью вращения ω и моментом инерции ядра I , определяемым моментом его вращения. При отсутствии внешних возмущений обе части небесного тела разойдутся на расстояние S около 900 м.

Рассмотрены условия на астероиде Итокава, где имеется подобное образование, но разрушение не происходит благодаря более высокой средней плотности тела.

1. Ксанфомалити Л. В. О динамической эволюции ядра кометы ХАРТЛИ-2 и астероида ИТОКАВА // *Астрономический вестник*. 2011, том 45, № 6, с. 518–528.
2. Ксанфомалити Л. В. Разрушение ядер комет. УФН. 2012, том 55, с. 137–146.

Экспериментальное обнаружение излома частотного спектра потока солнечного ветра

С помощью спектрометра БМСВ на борту высокоапогейного спутника Спектр-Р проведены измерения солнечного ветра с рекордно высоким временным разрешением до 0.03 с. Впервые по данным прямых измерений измерен частотный спектр вариаций потока ветра в диапазоне до 10 Гц. Он содержит излом на частоте около 1 Гц. Согласно теоретическим представлениям, такой излом соответствует переходу от инерциального режима турбулентности, в котором диссипация энергии солнечного ветра не играет существенной роли, к диссипативному режиму.

Руководитель работы Г.Н. Застенкер (ИКИ РАН)
Подготовлена статья для *Annales Geophysicae*.

